

Klima und Planung 79

Tagung am Geographischen Institut
der Universität Bern (GIUB)
19./20. September 1979

Separatabdruck aus:
Veröffentlichungen der Geographischen Kommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft,
Nr. 6/1980

GEOGRAPHICA BERNENSIA

Herausgeber:

Dozentinnen und Dozenten des Geographischen Instituts der Universität Bern

Reihen:

- Reihe A African Studies
- Reihe B Berichte über Exkursionen, Studienlager und Seminarveranstaltungen
- Reihe E Berichte zu Entwicklung und Umwelt
- Reihe G Grundlagenforschung
- Reihe P Geographie für die Praxis**
- Reihe S Geographie für die Schule
- Reihe U Skripten für den Unterricht

P5

GEOGRAPHISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT BERN

Klima und Planung 79

Tagung am Geographischen Institut der Universität Bern (GIUB) 19./20. September 1979

Print Version: P5 (vergriffen)

GEOGRAPHISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT BERN

Klima und Planung 79

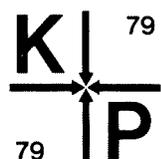
Tagung am Geographischen Institut der Universität Bern (GIUB) 19./20. September 1979

Online Version: P5 doi: 10.4480/GB2020.P5.

© 2020 GEOGRAPHICA BERNENSIA



Creative Commons Licences



KLIMA UND PLANUNG 79

Tagung am Geographischen Institut
der Universität Bern (GIUB)
19./20. September 1979

Separatabdruck aus:
Veröffentlichungen der Geographischen Kommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft,
Nr. 6/1980



Geographisches Institut der Universität Bern 1980

Auslieferung: Arbeitsgemeinschaft Geographica Bernensia
Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern

Preis: Fr. 25.–

Druck: Lang Druck AG, Bern

© by Geographisches Institut der Universität Bern 1980

INHALTSVERZEICHNIS

MESSERLI, B.	Vorwort	7
MESSERLI, B.	Zur Einleitung	9
SCHIRMER, H.	Raumplanung und Klima	11
BERZ, B.	Klima und Planung aus der Sicht des Raumplaners	22
CARREL, L. F.	Die Umweltverträglichkeitsprüfung amerikanischer Prägung. Ein Instru- ment zur umfassenden Berücksichti- gung von Umweltfolgen	37
HADER, F.	Klimagerechtes Planen	42
JUNOD, A.	Le rôle de la climatologie dans la gestion de l'air	47
MATHYS, H.	Die topographisch-klimatischen Vor- aussetzungen als Leitidee zu einem Luftreinhaltekonzept im Kanton Bern	56
ROTEN, M.	Quelques aspects thermiques et aérologiques du climat de Fribourg	62
WEISCHET, W.	Stadtklimatologie und Stadtplanung	73
KARRASCH, H.	Neue Probleme des photochemischen Smogs, eine Herausforderung an der- zeitige Luftreinhaltestrategien	96
MAURER, R.	Klimatisch-lufthygienische Unter- suchungen im Raume Bern	105
FLIRI, F.	Landwirtschaft, Verkehr und Touris- mus - Beispiele angewandter Klimato- logie im Alpenraum	109
JEANNERET, F.	Eine Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft in der Schweiz - Erfahrungen mit einem planungsorien- tierten interdisziplinären Projekt	121
ZINGG, Th.	Schneedecke: Dauer, Höhe und maxi- male Schneelasten	127

SCHWARZ, W.	Lawinen und Planung	131
BERNASCONI, A.	Raumplanung für Wohngebiete in Tal- oder Hanglagen im Oberaargau	136
SPRING, W.	Möglichkeiten und Erfolgchancen für die Anwendung von klimatolo- gischen Ueberlegungen	141
PEGUY, Ch. P.	Quelques types de distributions statistiques de variables météorolo- giques leurs prises en compte dans des perspectives d'équipement	148
KUNZ, S.	Anwendungsorientierte Kartierung von Besonnung und Sonneneinstrahlung	159
KIRCHHOFER, W.	Klimaatlas der Schweiz	166
WANNER, H.	Das Projekt "Durchlüftungskarte der Schweiz"	171
MESSERLI, B.	KLIMA UND PLANUNG 79. Versuch einer Zusammenfassung: Thesen und Themen für eine Fortsetzung des Gespräches	179
AUTOREN UND TEILNEHMERVER- ZEICHNIS		191

VORWORT

"Die zunehmende Umweltproblematik (lufthygienische Belastung, Energieproduktion, Verstädterung, intensivere landwirtschaftliche Nutzung, touristische Belastung der Berggebiete usw.) zeigt uns, dass auch das Klima eines Raumes zunehmenden Veränderungen unterliegen kann. Aus diesem Grunde drängt sich ein vermehrter Einbezug des Klimas in der Raumplanung auf.

Obschon viele klimatologische Studien auf die Raumplanung Bezug nehmen, entsprechen deren Resultate oft nur bedingt den Vorstellungen der Planer. Diese Tagung möchte das Gespräch zwischen Klimatologen und Raumplanern fördern und neue Lösungswege für eine stärkere Berücksichtigung des Klimas in der Raumplanung aufzeigen."

Mit diesem kurzen Text wurde im Auftrag der Geographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zur ersten Tagung über "KLIMA UND PLANUNG" am 19. und 20. September 1979 im Geographischen Institut der Universität Bern eingeladen.

Das zweitägige Gespräch wurde intensiv geführt, neue Ideen und Postulate wurden vorgetragen und die Zusammenarbeit zwischen Klimatologen und Planern im Blick auf die immer wichtiger werdenden Umweltprobleme bedeutend gefördert.

Wir danken allen Teilnehmern, insbesondere unseren ausländischen Referenten und Spezialisten, für ihre wertvollen, anregenden und weiterführenden Beiträge.

Diese Tagung wäre nicht möglich gewesen, ohne die grosszügige Unterstützung durch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, dafür möchten wir ganz besonders danken. Wir danken aber auch dem Planungsamt des Kantons Bern für den wesentlichen Beitrag und die langjährige Unterstützung unserer Arbeiten.

Die vorliegende Publikation wurde von der Geographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gefördert und in ihre Reihe aufgenommen, dafür danken wir im Auftrag aller beteiligten Klimatologen und Planer.

Schliesslich danke ich allen Mitarbeitern, insbesondere Herrn Dr. Wanner, dem Vorsitzenden des Vorbereitungskomitees, Herrn Dr. H. Mathys von der Abteilung Lufthygiene des Kantons Bern und Herrn E. Frauenfelder vom Planungsamt des Kantons Bern, sowie Frau Bieri und den Herren Kunz, Witmer und Volz für die Vorbereitungs- und Auswertungsarbeiten der Tagung "KLIMA UND PLANUNG 79".

B. Messerli

ZUR EINLEITUNG

Bruno MESSERLI, Bern

Wir stehen heute vor der Situation, dass der Gewässerschutz mit grossem finanziellem und personellem Aufwand, mit Gesetzen und Verordnungen, mit besonders geschaffenen Institutionen und Behörden betrieben wird. Für das Klima und den Lufthaushalt dagegen gibt es, insbesondere in der Schweiz, kaum etwas Vergleichbares. Die Frage ist berechtigt, ob dieser Aspekt unserer natürlichen Umwelt wirklich auf diese Weise zurückgesetzt werden soll, ob dieser Teil unserer Umweltbelastung weitgehend unberücksichtigt bleiben darf und ob unsere Planung weiterhin unbekümmert um diesen Problembereich weiterarbeiten kann.

Ein Blick in unsere Grosstalungen und unsere Grossstädte wird uns zeigen, vor welchen Problemen wir stehen. Aber auch innerhalb kleiner Räume und kleiner Orte ergeben sich heute raumklimatische Probleme, die im Blick auf die Raumordnung und Energieversorgung immer wichtiger werden und eine immer sorgfältigere Planung verlangen.

Diese Tagung soll uns helfen, die Situation über die Grenzen hinweg zu vergleichen und den nötigen Impuls zu geben, dass sich Klimatologen und Planer trotz verschiedener Ausbildung, verschiedener Sprache und verschiedener Denk- und Arbeitsweise zu einer sach- und zielgerechten Zusammenarbeit finden.

Aus dem Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern (Beiträge zum Klima des Kantons Bern, Band 52, 1975/76 : 18) erlaube ich mir, zur Einleitung unseres Gespräches die folgenden Gedanken zu wiederholen: Aus historischen, wirtschaftlichen und verkehrstechnischen Gründen befinden sich unsere grossen Industrie- und Siedlungskonzentrationen in vielfach schlecht durchlüfteten, inversionsgefährdeten Tal- und Muldenlagen. Aus ökonomischen Zwängen folgen alle Wachstumsprozesse (Siedlungen, Verkehr, Industrie, Energie usw.) diesen bestehenden Schwergewichtsräumen und führen zu Summationseffekten, die qualitativ und quantitativ nur noch schwer zu verstehen sind. Wir sollten nicht vergessen, dass die Alpenländer nicht nur Berge haben,

die es zu schützen gilt, sondern auch Täler, in denen die Menschen leben und wirtschaften. Sollten wir nicht vermehrt daran denken, die Täler zu schützen? Denn in diesen Talbereichen, von der kleinsten Flusstalung bis zur überregionalen Grosstalung, treten klimatische Bedingungen und planerische Entscheide zunehmend in Konfrontation. Hier wird sich in Zukunft weisen, ob Klima und Planung unvereinbare Gegensätze oder wirkungsvolles Zusammenspiel bedeuten. Sorge tragen zu unseren Tälern und zu unserem Lebensraum ist ein dringendes Leitmotiv für die Zukunft, und das wird nur in einer sinnvollen Zusammenarbeit zwischen Oekologie und Oekonomie, zwischen Klima und Planung möglich sein.

RAUMPLANUNG UND KLIMA

Gedanken über die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten
des Klimas in einer umweltgerechten PlanungHans Schirmer, Offenbach am Main

Das in den letzten Jahren stetig gewachsene Umweltbewußtsein der Bevölkerung hat dazu geführt, daß das Klima als Bestandteil unserer natürlichen Umwelt in die damit verbundenen Überlegungen und Aktivitäten einbezogen wurde. Da die Umwelt durch die Raumplanung in entscheidender Weise gestaltet werden kann, ist das Thema Klima und Planung als Kombination für "Eingeweihte" eine Selbstverständlichkeit, dagegen sind Tagungen oder Gespräche hierüber noch recht selten anzutreffen.

Bevor man das Thema aus der Sicht der Meteorologie behandelt, ist es erforderlich, kurz auf die relevanten Aspekte der Raumplanung einzugehen.

1 Bereich der Raumplanung

1.1 Definition und Ziele

Unter Planung versteht man die systematische Vorbereitung eines vernunftgemäßen Handelns von Einzelnen oder von Gemeinschaften, um ein Ziel unter den gegebenen Verhältnissen auf die beste Weise zu erreichen (s. Lit. 1). Voraussetzung ist hierbei, daß alle mitwirkenden Faktoren übersehbar und kontrollierbar sind. Der Raum stellt die natürliche Grundlage unseres Lebens dar. Aus der Sicht des Klimatologen sollte die Planung folgende Ziele haben:

- a) Verbesserung der Lebensqualität durch klimagerechte Planung
- b) Verminderung oder Behebung bestehender ungünstiger klimatischer Verhältnisse
- c) Vermeidung ungünstiger Auswirkungen durch die Realisierung von Planungen mit anderen Prioritäten.

1.2 Raumabgrenzung

Die räumliche Zuständigkeit der Planung erstreckt sich vom gesamten Gebiet eines Landes über Teilbereiche (Bundesländer, Regionen) bis zu den Kommunen und letztlich zu einzelnen Standorten, wobei die Ziele und Maßstäbe naturgemäß sehr unterschiedlich sind.

Zunehmende Bedeutung erlangt die grenzüberschreitende Planung sowohl im nationalen Bereich infolge unterschiedlicher Zuständigkeiten als auch im internationalen Bereich (siehe z.B. "Regio Basiliensis"). Hierbei treten die Umweltprobleme zunehmend in den Vordergrund bei einer Koordinierung von Planungen im Grenzbereich.

1.3 Arten der öffentlich-rechtlichen Planung

Von den verschiedenen Arten der öffentlich-rechtlichen Planung kommt für die Integration des Faktors Klima die gebietsbezogene Planung in Betracht. Diese umfaßt alle Ebenen der Raumplanung (von der Landesplanung bis zur Gemeindeplanung) sowie alle raumwirksamen Fachplanungen (z.B. Grünflächenpläne, Verkehrspläne, Landschaftsrahmenpläne). Hier sind auch die Vorsorgeplanungen einzubeziehen, die eine Abgrenzung von Räumen nach Gunst oder Ungunst anstreben und damit für manche Fachplanungen die Mitarbeit des Klimatologen erfordern (z.B. Standortplanungen für Kraftwerke). In diesen Raumplanungen schieben sich die Umweltaspekte zunehmend in den Vordergrund, ebenfalls neue Raumansprüche der Gesellschaft (z.B. für die Freizeitbewältigung).

1.4 Arbeitsverfahren

Basis für landesplanerische Aktivitäten ist jeweils die Analyse des Raumes, in der nicht nur der Zustand der raumprägenden Faktoren enthalten ist, sondern auch die bereits erkennbare Entwicklungstendenz. Das Ergebnis wird in Form von Text mit Tabellen, Abbildungen und Karten präsentiert. In Ausrichtung auf das Zielkonzept soll das zu erarbeitende Landesentwicklungs- oder Landesraumordnungs-Programm unerwünschte räumliche Entwicklungen vermeiden und erwünschte Entwicklungen deutlich aufzeigen. In diese Pläne müssen - je nach Problemstellung - auch klimatologische Erkenntnisse und Beratungen einbezogen werden. Daß bei der Genehmigung der Pläne vielfach durch politische Zielkonzepte andere Prioritäten gesetzt und Entscheidungen getroffen werden, die diese Beratungen vernachlässigen, muß in Kauf genommen werden; es darf jedoch nicht entmutigen.

In dem Zusammenhang sei auf die sogenannten Planungsatlanten hingewiesen, die in der Bundesrepublik Deutschland von der Akademie für Raumforschung und Landesplanung herausgegeben werden (s. Lit. 2). Hervorzuheben ist ferner der vorbildliche "Atlas der Schweiz" (1965). Derartige Unterlagen werden in zunehmendem Maße auch für einzelne Regionen erstellt.

1.5 Gesetzgebung

Zur Mitarbeit der Klimatologen im Rahmen der Landesplanung ist die Kenntnis der hierzu erlassenen Gesetze und Verordnungen erforderlich. So stellt z.B. in der Bundesrepublik Deutschland das Bundesraumordnungsgesetz (BROG) vom 08.04.1965 ein Rahmengesetz dar, dessen Inhalt wie folgt skizziert werden kann:

- a) Entwicklung der allgemeinen räumlichen Struktur unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten
- b) Sicherung und weitere Entwicklung von Gebieten mit gesunden Lebens- und Arbeitsbedingungen sowie Erreichen von Strukturverbesserungen

- c) Erhaltung, Schutz und Pflege der Landschaft (einschl. Wald) sowie Reinhaltung der Luft.

Für die Reinhaltung der Luft wurde das Bundesimmissionschutz-Gesetz (BImSchG) und ergänzend dazu die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft ("TA Luft") mit konkreten Bestimmungen erlassen. Die neuen Naturschutzgesetze der Bundesländer beziehen auch das Klima ein, so daß die Berücksichtigung gesetzlich verankert ist. Zu erwähnen ist als weiteres Beispiel das Bundesbaugesetz, nach dem die Bauleitplanung (mit den Flächennutzungs- und Bebauungsplänen) Aufgabe der Kommunen ist.

Allgemein muß durch intensive Mitarbeit von Klimatologen bei den Plänen zur Raumordnung erreicht werden, daß dies noch konkreter als bisher bei der Gesetzgebung berücksichtigt wird. Tagungen der Art wie "Klima und Planung 79" können hierzu wesentlich beitragen.

2 Grundlagen und Anwendungsbereiche von klimatologischen Erkenntnissen

Nach der Kurzdarstellung des Bereichs der Raumplanung müssen zunächst die klimatologischen Grundlagen für die Anwendung vorgestellt werden, damit die Planer andererseits mit diesem Fachbereich vertraut gemacht werden.

2.1 Definition

Vereinfacht kann man das Klima wie folgt definieren:

"Das Klima ist der langfristige Aspekt des Wetters. Die Elemente, die beim Klima betrachtet werden, sind die gleichen wie beim Wetter, d.h. Niederschlag, Lufttemperatur, Bewölkung, Strahlung, Wind usw. Der Zeitraum, der zur Darstellung des Klimas verwendet wird, sollte ausreichend lang sein, um statistisch gesicherte Angaben von Maßzahlen wie Mittelwert, Häufigkeit, Extreme usw. zu geben. Das Klima wird für einen Ort, eine Landschaft oder noch größere Räume, die letztlich die Erde umfassen, dargestellt."

Derzeit gilt weltweit als Bezugszeitraum für unser Klima der Zeitraum 1931-1960.

Das Klima ist also ein abstrakter Begriff ohne eine feste Maßzahl. Es setzt sich mosaikartig aus den einzelnen Elementen Temperatur, Niederschlag usw. sowie aus den verschiedenen Wetterabläufen zusammen.

2.2 Klimatologische Wirkungsfaktoren

Bei den Wirkungsfaktoren, die unser Klima prägen, unterscheidet man die natürlichen und anthropogenen Faktoren, die hier nur kurz aufgeführt werden sollen (siehe Lit. 3 und 4).

Zu den natürlichen Faktoren gehören die Sonnenstrahlung, die Art des Untergrundes (Wasser, Festland mit Bodenart und -bedeckung) und die Oberflächengestalt (Form, Neigung, Exposition, Höhenlage). Letztere prägt im Gebirgsland die Ausbildung von Lokalklimaten.

Die Kenntnis der anthropogenen Faktoren ist wichtig für die Landesplanung, da sie zu einer Veränderung des lokalen und regionalen Klimas führen können. Hierzu gehören folgende Änderungen der Bodennutzung:

- a) Zunahme der Dichte der Bebauung oder Besiedlung (Stadtklima)
- b) Ausweisung neuer Industriestandorte (Abwärme, Luftbeimengungen)
- c) Schaffung von Verkehrsanlagen (Abwärme, Staub, Abgase, Lärm)
- d) Abholzungen, Aufforstungen, Be- und Entwässerung, Kultivierungen, Schaffung neuer Wasserflächen (Änderung des Wärmeumsatzes, Wasserhaushaltes, Windfeldes).

2.3 Datengrundlage, Methoden

Das klimatologische Datenmaterial muß nach den Anforderungen der Raumplanung betrachtet werden. Entscheidend ist hierbei der Kartenmaßstab, in dem die Aussagen benötigt werden.

Das seit Jahrzehnten bestehende Stationsnetz der meteorologischen Dienste gibt ausreichende Unterlagen für die Bearbeitung von Klimakarten im Maßstab 1 : 500 000 bis 1 : 2 Mio., während die Planer Aussagen auf großmaßstäbigen Karten benötigen. Aus dem Grunde liefert das Stationsnetz mit den vieljährigen Beobachtungsreihen nur die Basis für die Sondermessungen, die für die speziellen Planungsvorhaben temporär durchgeführt werden müssen (siehe Lit. 5). Für die Standort-, Stadt- und Regionalplanung muß ein dichtes Sondernetz, meistens für etwa 2 Jahre, eingerichtet werden, das durch zusätzliche Meßfahrten und kleinaerologische Aufstiege das Datenmaterial für eine dreidimensionale Klimaanalyse liefern soll. Es kann durch spezielle Kartierungen (siehe Lit. 6 und 7) in manchen Fällen ergänzt werden. Hierzu gehören ferner teilweise Windkanalversuche. Dieser Zeitaufwand muß daher von den Planern bei den Projekten einkalkuliert werden. Mit Hilfe derartiger Verfahren kann man den veränderten Anforderungen an die Klimatologie hinsichtlich der Größenordnung des Raumes und der dreidimensionalen Analyse (insbesondere durch die Probleme der Ausbreitungsrechnungen) gerecht werden.

Vielfach reichen analytische Klimakarten für diese Zwecke aus, doch werden in zunehmendem Maße für die Raumplanung synthetische Klimakarten benötigt. Diese sollen eine Bewertung der klimatischen Struktur des Raumes für bestimmte Zwecke der Anwendung vornehmen, sind daher auch nicht auf andere Planungsziele ohne weiteres übertragbar. In dem Zusammenhang sei auf die schweizerischen Klimaeignungskarten für Landwirtschaft und Wohngebiete (siehe Lit. 8) sowie die entsprechenden Karten für den Kanton Waadt hingewiesen (siehe Lit. 9).

Wichtig ist bei derartigen Karten, daß sie hinreichend für den Planer interpretiert werden, um Fehldeutungen zu vermeiden. Derartigen Interpretationen muß eine Analyse der Beziehung der Nutzungsansprüche an konkrete Klimabedingungen, sei es an einzelne Klimaelemente oder Kombinationen bestimmter Elemente, vorangehen.

2.4 Anwendungsbereiche

Die vielfältigen Bereiche der Einbeziehung klimatologischer Erkenntnisse in die Raumplanung können gedanklich unterschiedlich gegliedert werden. So kann der Maßstab als Ordnungsprinzip benutzt werden, um die Mitwirkung von der Standortplanung über die Stadt- und Regionalplanung bis zur Landesplanung aufzuzeigen. Übersichtlicher erscheint jedoch eine Unterteilung nach Fachbereichen, bei denen jeweils die unterschiedliche Größenordnung sowie die zugehörigen Umweltprobleme angesprochen werden. Die Gedanken können jedoch nur in groben Umrissen vorgetragen werden; die anderen Beiträge der Tagung gehen detaillierter auf die Anwendungen ein.

2.4.1 Siedlungswesen

Das Klima kann einerseits eine wichtige positive Basis für die Planung von Siedlungen darstellen, andererseits verändert eine ausgedehnte und dichte Besiedlung, wie sie in den Städten und Verdichtungsräumen zu finden ist, wesentlich das natürliche Lokalklima und führt zum Stadtklima. Da z.B. in der Bundesrepublik Deutschland mehr als 80% der Bevölkerung in den Großstädten lebt oder arbeitet, kommt diesem Planungsbereich eine große Bedeutung zu, da sich der Mensch der ständigen Einwirkung dieses anthropogenen Bioklimas kaum entziehen kann. An dieser Stelle sei nur auf die wesentlichen Emissionen von Abwärme, Abgase und Staub hingewiesen, die verbunden mit der schlechteren Durchlüftung im Vergleich zum Umland negative klimatische Verhältnisse schaffen. Hier vermag die Stadtplanung entscheidende Verbesserungen zu schaffen, auf jeden Fall kann und muß sie weitere Verschlechterungen verhindern (z.B. durch Elektrifizierung, Fernwärme, Verkehrsplanung, Infrastruktur, Grünflächenpläne).

Da über die Deckung des Energiebedarfs die Umweltbelastung "gesteuert" wird, kommt auch der Gebäudeklimatologie in dem Zusammenhang eine große Bedeutung zu. Hier sind Heizung und Kühlung zu nennen, ferner die Wärmedämmung und die Baukörperstrukturen. Bei der Beratung der Planer sollte aus klimatologischer Sicht u.a. auch zur Höhe und Dichte der Bebauung sowie zur Errichtung von Hochhäusern Stellung genommen werden, da sie für die Probleme der Durchlüftung und des Austausches eminent wichtig sind. Infolge der Auswirkung des Stadtklimas auf den Menschen gehört in ein derartiges Gutachten für die Planer eine gesonderte Betrachtung der bestehenden und zu erwartenden bioklimatischen Verhältnisse in den einzelnen Stadt-

bereichen, je nach der Infrastruktur. In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Klimaeignungskarte für das Siedlungswesen der Schweiz hingewiesen (s. Lit. 11).

2.4.2 Erholungswesen

Hierunter sollen alle Ansprüche der Gesellschaft an den Raum erfaßt werden, die in Verbindung mit Freizeitbetätigung, Wochenenderholung, Tourismus und Kuren stehen. Eine bioklimatische Analyse und Bewertung des Raumes oder von Standorten ist für die Erzielung optimaler Auswirkungen auf den Menschen unerläßlich, um - soweit wie möglich - eine therapeutische Nutzung des Klimas durch entsprechende Planungsmaßnahmen zu erreichen. Anwendungsgerechte synthetische Klimakarten (s. Lit. 10), die jedoch nicht für alle genannten Arten gültig sein können, vermögen dem Planer wertvolle Hinweise und Entscheidungshilfen zu geben. Die benötigten Klimadaten unterscheiden sich bei den verschiedenen Planungszielen z.T. wesentlich sowohl hinsichtlich der Klimaelemente als auch der statistischen Maßzahlen.

Besondere

Anforderungen werden z.B. in der Bundesrepublik Deutschland an das Klima der Orte gestellt, die eine Anerkennung als Luftkurort oder Heilklimatischer Kurort anstreben (nach den Begriffsbestimmungen des Deutschen Bäderverbandes und des Fremdenverkehrsverbandes). Auch die Standortplanung ist einzubeziehen, z.B. für die Planung von Sanatorien, Krankenhäusern und vergleichbaren Erholungseinrichtungen. In vielen Fällen lassen sich bestehende und geplante Grünflächen für die menschliche Erholung ausnutzen. Die ständig wachsende Freizeit und die damit verbundene menschliche Betätigung ist mit zunehmenden Raumansprüchen verbunden und bedarf einer klimagerechten "Vorsorgeplanung".

2.4.3 Industrieanlagen

Da Industrieanlagen fast allgemein Abwärme, Abgase und Staub in unterschiedlicher Quantität an die bodennahe Atmosphäre abgeben, vermögen sie das Lokalklima negativ zu beeinflussen. Dieser Fachbereich ist weitgespannt und reicht von Chemiewerken über Zementfabriken bis zu den Kraftwerken, von denen bisher lediglich die Wasserkraftwerke keine negativen klimatischen Auswirkungen aufweisen. Die Standortplanung dominiert in diesem Bereich und damit die Analyse des Lokalklimas in einem Maßstab, der mit dem herkömmlichen Netz an meteorologischen Stationen nicht zu bearbeiten ist.

Diese lokale Umweltbeeinflussung nimmt zu infolge des steigenden Energieverbrauchs und der damit erforderlichen Einrichtung neuer Kraftwerke. In dem Zusammenhang vermögen klimatologische Beratungen über die Nutzung von Sonnen- und Windenergie (wenn auch beschränkt), den Einsatz von Wärmepumpen, die Ausnutzung von Wärmedämmungen usw. zusätzliche Hinweise für die Einsparung bei den bisherigen

Energieträgern zu geben. Ferner ist auf die mögliche Einwirkung der stetig zunehmenden CO₂-Produktion auf das globale Klima hinzuweisen, die bei den Energieszenarien der Länder berücksichtigt werden sollte. Insbesondere bei der Standortplanung von Kraftwerken ist vielfach eine gemeinsame grenzüberschreitende Planung erforderlich (s. Raum Basel).

2.4.4 Wasserwirtschaft

Die ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit Ernährung und Wasser ist eines der wichtigsten Ziele der Raumplanung. Von der Wasserversorgung hängen die Ernährungsproduktion, die Industrie sowie die Haushalte ab. Das Vorhandensein des Rohstoffs Wasser ist eng mit Wetter und Klima verbunden. Die Wasserwirtschaftlichen Rahmenpläne enthalten daher die für die Planer relevanten klimatischen Gegebenheiten. Ferner werden Klimagutachten z.B. für die Planung von Schutzräumen bzw. Speicherbecken für Hochwasserfluten oder von Speicherbecken für Trinkwasserversorgung, Beregnungsanlagen sowie Wasserkraftwerke benötigt.

2.4.5 Agrarwirtschaft

Die Anbauplanung zur Sicherung der Ernährung ist eng an klimatische Bedingungen gekoppelt, wenn auch regional infolge bestimmter Mindestanforderungen an Sonnenstrahlung, Niederschlag oder Lufttemperatur unterschiedlich. Besonders hohe klimatische Ansprüche stellen die Intensivkulturen sowie der Wein- und Obstbau, und zwar sowohl an Mindestbedingungen für einzelne Klimaelemente als auch an die nutzbare Andauerzeit. Durch Beregnung kann temporärem Wassermangel als auch örtlichen Frösten begegnet werden. Schutzrichtungen gegen die Wirkungen von Frösten und Winden bedürfen ebenfalls der klimatologischen Beratung vor der Planung.

Vielfach handelt es sich hierbei um Standortplanungen, die eine Analyse des Lokalklimas erfordern. Daneben werden auch Klimagutachten und -karten für die Ausweisung von landwirtschaftlichen Vorranggebieten benötigt und zwar nicht nur für den nationalen Bereich, sondern zunehmend für derartige Probleme innerhalb der EG. Für die Schweiz liegt z.B. wie bereits ausgeführt eine Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft vor (s. Lit. 8).

In dem Zusammenhang sei auch auf die Bedeutung der Forstwirtschaft für die klimatische Struktur kleiner Räume hingewiesen, da die Wälder auch für die menschliche Erholung einen wesentlichen Beitrag liefern können. Da Aufforstungen und Abholzungen das Lokalklima wesentlich beeinflussen können, sollten sie bei Planungen durch ein entsprechendes Klimagutachten bewertet werden.

2.4.6 Verkehrsanlagen

Bei der Planung von Verkehrsstrassen ist anzustreben, daß die wettermäßigen Behinderungen des Verkehrs durch Nebel, Glätte, Frost und Wind sowie die damit vielfach verbundenen höheren Kosten für die Unterhaltung und Räumung minimiert werden. Dies kann durch ein Klimagutachten, das auch eventuell erforderliche Brücken wegen der Seitenwindgefahr oder Dammbauten wegen des Staus von lokaler Kaltluft erfaßt, erreicht werden. Hierbei sind ferner Abschätzungen über die umweltmäßige Beeinflussung der Umgebung durch Abwärme, Abgase oder Staub möglich.

Da auch der Flugverkehr bei Start und Landung "wetteranfällig" ist, sind auch Planungen von neuen Flugplätzen auf ein entsprechendes Klimagutachten angewiesen.

3 Zusammenarbeit zwischen Planern und Klimatologen

Voraussetzung für eine optimale Einbeziehung klimatologischer Erkenntnisse in die Entscheidungen der Planer bzw. der zuständigen politischen Gremien ist eine ständige enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit der Planer und Klimatologen, die für einen bestimmten Planungsraum verantwortlich sind. So müssen dem Klimatologen die Erfordernisse der Planung, die verwendeten Maßstäbe und Zeitfaktoren wohl vertraut sein. Andererseits muß der Planer die wissenschaftlichen Möglichkeiten des Klimatologen, die Verfügbarkeit von Daten für bestimmte Raumgrößen, ihre unterschiedliche Bearbeitungsdauer sowie die Grenzen der Aussagen kennen. Beide Fachbereiche müssen gegenseitig mit den anfallenden Definitionen, Begriffen sowie Arbeitsabläufen wohl vertraut sein.

Zweckmäßig wäre eine gezielte zusätzliche Ausbildung, die sowohl während des Studiums als auch während der Einweisungszeit in den Beruf stattfinden könnte. Entsprechende Syllabi hierfür wären für Planer und Klimatologen getrennt zu erstellen.

Weiterhin ist wesentlich für die Zusammenarbeit, daß derartige Tagungen wie "Klima und Planung 79" in Zukunft regelmäßig stattfinden, um allen Beteiligten und Interessierten, denen häufig der Gedankenaustausch in einem größeren Kreis fehlt, eine Möglichkeit der Fortbildung und des Erfahrungsaustausches zu geben.

Alle Maßnahmen führen zu dem gemeinsamen Ziel von Planern und Klimatologen, durch ihre Zusammenarbeit zukünftige Risiken für die Umwelt, die Ökonomie und das soziale Wohlergehen der Menschen ihres Landes weitgehend zu vermeiden. Diese Ziele stehen in Übereinstimmung mit manchen Zielen des Weltklima-Programms, das 1979 von der Weltorganisation für Meteorologie beschlossen wurde, um die möglichen Gefahren der anthropogenen Beeinflussung des Klimas durch entsprechende Forschungen und Planungen zu bannen.

Literatur

1. Akademie für Raumfor-
schung und Landesplanung : Handwörterbuch der Raumfor-
schung und Raumordnung.
(3 Bände)
Gebr. Jänecke Verlag, Hannover
1970 (2.Aufl.)

2. Schirmer, H. : Anwendungen klimatologischer
Erkenntnisse und Grundlagen
für die Raumordnung. Ein
gedankliches Konzept.
Abh.Geogr.Inst. F.Univ.Berlin,
Bd.24, Berlin 1976, S.135-144

3. Schirmer, H. : Die klimatische Gliederung des
Gebietes der Landesarbeitsge-
meinschaft Hessen/Rheinland-
Pfalz/Saarland.
In: Beiträge zur Raumplanung in
Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland,
3. Teil, Forsch. u. Sitz.Ber.
Akad.Raumforschung und Landes-
planung, Bd. 121, Hannover 1978

4. Schirmer, H. : Klimadaten.
In: Deutscher Planungsatlas,
Bd. 1: Nordrhein-Westfalen.
Lieferung Akad.Raumforschung
und Landesplanung, Hannover 1976

5. Schirmer, H. : Climatic basis for land-use
planning.
Proceedings of the WMO Symposium
on Meteorology as related to
urban and regional land-use
planning.
Asheville, N.C., USA, 3-7 Nov.
1975. WMO-No. 444 (1976)

6. Knoch, K. : Die Landesklimateaufnahme. Wesen
und Methodik.
Ber.Dtsch.Wetterd., Nr.85,
Offenbach a.M. 1963

7. Schirmer, H. : Beitrag zur Erfassung der regio-
nalen Nebelstruktur.
Abh.Geogr.Inst. Fr.Univ.Berlin,
Bd.13, Aktuelle Probleme geogr.
Forschung, Berlin 1976,
S. 135-146

8. Jeanneret, F.,
Vautier, Ph. : Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz = Cartes climatiques pour l'agriculture en Suisse. Grundlagen für die Raumplanung. Der Delegierte für Raumplanung und Abteilung für Landwirtschaft. Bern, 1977: 57 S. und 6 Karten.
9. Primault, B. : Etude méso-climatique du Canton de Vaud.
Lausanne 1972 (Cahiers d'aménagement régional, 14)
10. Becker, F. : Bioklimatische Reizstufen für eine Raumbeurteilung zur Erholung.
In: Zur Landschaftsbewertung für die Erholung.
Forsch.u.Sitz.Ber. Akad.Raumforschung und Landesplanung, Bd.76, Hannover 1972
11. Mäder, F. : Schlussbericht: Hinweise und Quellenangaben zu den eignungskarten.
Masch. Verfielfältigung, August 1969

B. Messerli:

Warum hat gerade Rheinland-Pfalz ein Gesetz angenommen, das die Bedeutung der Klimatologie in der Raumplanung in so hervorragender Weise verankert (sachliche Gründe, persönliche Gründe, Beeinflussung der Behörden und der öffentlichen Meinung usw.)?

H. Schirmer:

In den Arbeitsgremien der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hannover) habe ich oft über die Einbeziehung des Klimas in die Landesplanung berichtet und darüber publiziert (z.B. Planungsatlas von Nordrhein-Westfalen, Lieferung: Klima (siehe Lit. 4). Die Probleme des Landes Rheinland-Pfalz wurden in der Landesarbeitsgemeinschaft Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland, in der Angehörige der Planung, Behörden und Wissenschaft raumbezogen Probleme diskutieren, angeschnitten und in einem Forschungsbericht veröffentlicht (siehe Lit. 3). Ein Vertreter des Naturschutzes arbeitete ebenfalls mit und sorgte vermutlich für die entsprechenden Formulierungen im Gesetz.

A. Junod:

Ist die erwähnte Messdauer von 2 Jahren für "sekundäre Netze" als minimaler oder durchschnittlicher Wert zu verstehen? Besteht nicht eine Beziehung zum Ziel der Anwendung?

H. Schirmer:

Da eine enge Beziehung zum Ziel der Anwendung und zu den bereits vorliegenden Grundlagen (Daten, Erkenntnisse) besteht, ist eine Messdauer von zirka 2 Jahren nur ein "mittlerer Wert". Die klimatologisch-lufthygienische Untersuchung für die Regionale Planungsgemeinschaft Untermain erstreckte sich über 4 - 5 Jahre.

F. Fliri:

Neben dem physikalischen Klimabegriff sollte für Planungszwecke ein auf den Menschen bezogener beachtet werden (Alex. v. Humboldt). Daraus ergeben sich dringende Forderungen für das Beobachtungswesen (vgl. Phänologie) sowie für dessen Organisation (Notwendigkeit, die Synchronisierung für eine Synopsis zu sichern).

KLIMA UND PLANUNG AUS DER SICHT DES RAUMPLANERS

Bruno Berz, Bern

Problemstellung

Eigentlich sollte das ausserordentlich dynamische und kleinräumige Relief unseres Landes eine gewisse Erfahrung und Sicherheit der Planer und Planungsbehörden im Umgang mit dem Klima vermuten lassen, denn schliesslich sind uns die Zusammenhänge zwischen Bodenrelief, Vegetation und Klima bereits im Schulatlas aufgezeigt worden und in der Zwischenzeit hat die rasche wirtschaftliche Entwicklung, das schier uferlose Wachstum der Städte und die ständig zunehmenden und zur Bedrohung werdenden Immissionen Ende der 60-er Jahre zu einer eigentlichen Umweltkrise auch in unserem Lande geführt. Gewässer- und Luftverschmutzung, Geruchs- und Lärminmissionen, die Verdrängung der Natur aus den Städten und die gleichzeitige Zersiedelung der Landschaft durch Ersatz- und Zweitwohnungen haben ein Ausmass angenommen, welches wir nur vom Auslande her zu kennen glaubten. Landauf, landab machten sich Gemeinden und regionale Planungsorganisationen an die Arbeit: mit viel Einsatz und Aufwand wurden Inventare erstellt, Analysen durchgeführt, Ziele und Massnahmen festgelegt und in Entwicklungskonzepten, Gesamtplänen, Richtplänen und Richtlinien zusammengefasst und mancherorts bereits auch zum Beschluss erhoben.

Jedoch nicht nur die Planer, auch andere Anwälte der Umwelt und unter ihnen die Klimatologen sind nicht untätig geblieben: in den letzten fünfzig Jahren, also bereits bevor sich die Raumplanung erst richtig zu entwickeln begann, sind gegen 800 klimatologische Untersuchungen, Einzelberichte, Datenanalysen und Karten über die Schweiz oder bestimmte Teilgebiete publiziert worden (JEANNERET, 1975).

Schliesslich gibt sich die längst auch auf politischer Ebene geführte Umweltdiskussion der Ursachen der zunehmenden Luftverunreinigungen durch Verkehr, Industrie, Hausbrand, usw. betont bewusst, wenn auch die Bereitschaft zur Einschränkung und Mässigung kaum spürbar wird und kaum Taten folgen lässt. In kollektivem Schuldbewusstsein machen wir uns also daran, mit gesetzlichen Verordnungen, Reglementen und Kontrollen Abhilfe zu schaffen.

Wissenschaft, Planung und Gesellschaft bemühen sich also - mit jeweils eigenen Mitteln und Instrumenten - um eine geordnete Umwelt und damit um ein gesundes Klima. Weshalb aber stellen wir immer wieder fest, dass Grundsätze, die eigentlich bekannt sein müssten und Erkenntnisse der weltweiten Klimaforschung bislang nur zögernd und kaum mit sichtbarem Erfolg Eingang in unsere Planungen finden oder vielerorts überhaupt missachtet werden? Und wir fragen weiter, ob alle möglichen Massnahmen für eine langfristige Erhaltung, bzw. Wiederherstellung der ökologischen Gleichgewichte ins Auge gefasst sind oder ob nicht - insbesondere zwischen Klimaforschung und Raumplanung - besondere, planungskonforme Instrumente und Strategien der Zusammenarbeit gesucht werden müssen.

Die Zielrichtung der weiteren Ueberlegungen zum Thema Klima und Raumplanung ist damit eingegabelt: Nach einigen einführenden Gedanken zum Stellenwert des Klimas in den bisherigen praktischen Arbeiten der Raumplanung wollen wir uns im zweiten Abschnitt die Frage stellen, welche Klimagrundlagen und Instrumente für die Planung an der Front, d.h. namentlich auf lokaler und regionaler Ebene, geeignet sind. In einem dritten Teil wollen wir - zumindest skizzenhaft - Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Klimaforschung und Raumplanung aufzeigen und in einem vierten und letzten Abschnitt einige Schlussfolgerungen ziehen.

1. Vom Klima in der Orts- und Regionalplanung - Beobachtungen im Rückspiegel

Die stürmische Entwicklung der 60-er Jahre, die bekannten Folgeprobleme und nicht zuletzt die gesetzlichen Bestimmungen zur Raumplanung, welche sich in erster Linie auf die Ausscheidung, Erschliessung und Entsorgung neuer Baugebiete konzentrierten, haben die Aufgabe und Ziele der Raumplanung auf lokaler Ebene weitgehend vorprogrammiert: Bevölkerungs- und Arbeitsplatzprognosen lieferten die wichtigsten Parameter für eine etappenweise Begrenzung der räumlichen Ausdehnung der Wohn- und Industriegebiete.

Das Baugesetz des Kantons Bern umschreibt die Aufgabe der Ortsplanung wie folgt: "Der Gemeinderat legt in Richtplänen als Planungsziel namentlich die künftige Nutzung des Gemeindegebietes und die vorgesehene Erschliessung fest. Er berücksichtigt dabei die Bedürfnisse der Gemeinde, prüft die zur Planverwirklichung erforderlichen finanziellen Aufwendungen und die dafür verfügbaren Mittel."

Niemand wird bestreiten wollen, dass mit der allgemeinen Pflicht zur Berücksichtigung der "Bedürfnisse der Gemeinde", bei vernünftiger Auslegung auch das Gemeinwohl und eine gesunde und intakte Umwelt verstanden werden können. Trotzdem bleibt das Schwergewicht der gesetzlichen Aufgabenstellung vor allem an wirtschaftlichen Kriterien und wohl auch eher am Wohlergehen der öffentlichen Finanzen haften und wir kommen nicht um die Frage herum, ob sich Behörden und Planer in der Folge auch um die wirklichen Probleme kümmerten oder diesen jeweils auch das notwendige Gewicht zu geben vermochten.

Ein Beispiel: Die Planungskommission einer Berner Vorortsgemeinde, im Aaregraben mit häufigen Inversionen und schlechter Durchlüftung gelegen, stritt sich im Rahmen der Ortsplanungsrevision nächtelang um die Zielsetzung, um wieviele Einwohner die Wohnbevölkerung bis zum Jahre x zunehmen sollte. Ursache der Meinungsverschiedenheiten bildeten nicht etwa ökologische, sondern lokalpolitische und auch private Gründe und Interessen. Mit Fragen und Vorbehalten zum Lokalklima und zur Lufthygiene beschäftigten sich Kommission und Gemeinderat nur insofern und nur so lange, bis genügend Gründe rechtlicher, terminlicher und finanzieller Natur zusammengetragen waren, um den unbequemen Umweltfragen ausweichen zu können.

Solche und ähnliche Fälle liessen sich noch zahlreiche aufführen und es sind nicht einmal die schlimmsten. Beispiellos steht jene Gemeinde da, welche um Platz für Industrieanlagen, für Bauland und Kiesgewinnung sowie für Kraftwerk- und Strassenbau zu gewinnen, rund 45 ha oder 40% des Waldbestandes abholzen liess. Auf dem gerodeten Areal

steht heute ein schwer emittierender Industriebetrieb und bereits werden neue Rodungspläne diskutiert. Wo bleiben da die Vernunft und die Einsicht, dass Umwelt und Klima solche Strapazen und Eingriffe kaum werden verkraften können?

Gegenüber Kriterien der Wirtschaftlichkeit, der rationellen Erschliessungs- und Bebauungstechnik haben solche des Klimas einen schweren Stand. Denn hier stehen sich Klima und Grundeigentum sozusagen am nächsten gegenüber, wobei sich eben nur letzteres mit Franken bewerten und durch Anwälte gegen Eingriffe beklagen lässt.

Die Raumplanung auf regionaler Ebene ist bisher eher mit dem Klima in Berührung gekommen. Diese Tatsache hat verschiedene Gründe: Erstens beschäftigt sich die Regionalplanung in stärkerem Masse als die Ortsplanung mit der Landschaft, welcher im raumplanerischen Sinne alle Bereiche der Erdoberfläche, d.h. das Relief, die Vegetation, die Tierwelt, Gewässer und Lufthülle, d.h. die sog. natürlichen Elemente und damit auch das Klima zugeordnet werden, und zweitens stehen mehr und mehr auf regionaler oder übergeordneter Ebene Klimagrundlagen und Teiluntersuchungen zur Verfügung.

Dass dem Planungsfaktor Klima auf regionaler Ebene tatsächlich mehr Bedeutung zukommt, fällt mir nicht schwer, mit einem Beispiel zu untermauern. Ich zitiere aus dem Bericht zum Gesamtrichtplan einer mittelländischen Stadtregion: "Im dreissigjährigen Mittel der Regenmessstation erreichen die jährlichen Niederschläge 1137 mm. Damit liegt die Region in der Zone von 1000-1200 mm, in welcher der grösste Teil des schweizerischen Mittellandes liegt. Im allgemeinen sind Sommer und Herbst am niederschlagsreichsten. Nach der Hagelkarte befindet sich das ganze ...tal in der erhöhten Gefahrenzone, während die südlichen Gemeinden eine nur leichte erhöhte Hagelgefahr aufweisen. Im Zeitraum von 1941-65 haben die Gemeinden ... über 10 Hageljahre erlebt, wobei das Regionalzentrum mit 16 Hageljahren an der Spitze steht. Alle übrigen Gemeinden haben weniger als 10 Hageljahre, wobei A-Dorf mit 3, sowie B-Dorf und C-Dorf mit 4 Hageljahren in diesem Zeitraum am besten wegkommen. In der Region sind über 90% der Kulturen gegen Hagel versichert. Das ...tal weist besonders im Spätherbst viele Nebeltage auf, ist zudem frostgefährdet, weswegen es für Obst- und Gemüsekulturen nicht geeignet ist."

Solche und ähnlich lautende Gehversuche raumplanerischer Bezugnahme auf die klimatischen Gegebenheiten finden sich in jeder Regionalplanung. Ebenso regelmässig sucht man jedoch vergeblich nach Angaben z.B. über die Auswirkungen eines geplanten, regionalen Industrieschwerpunktes oder von Strassenbauten mit Dammschüttungen, Talquerungen, usw. auf das Klima der Umgebung, über günstige oder ungünstige und schädliche Besonderheiten des Lokalklimas, über Lage und Art von Emittenten bzw. Immissionsgebieten, usw.

Wir stellen also fest: es fehlen konkrete Fragestellungen zu besonderen Problemen des durch die Planung veränderten Klimas, es fehlen entsprechende raumplanerische Antworten.

Wie bereits angedeutet, werden zwar auf regionaler Ebene immer häufiger klimatische Untersuchungen durchgeführt und auch veröffentlicht. So arbeitet z.B. das Geografische Institut der Universität Bern seit Jahren an der Reihe "Beiträge zum Klima der Region Bern". Weil diese Beiträge zum Klima von den Verfassern auch als Beiträge zur Planung verstanden werden, gestatten wir uns, hierzu einige Bemerkungen anzubringen: Raumplanung ist, wenn auch immer auf die Zukunft gerichtet, eine pragmatische Tätigkeit der Gegenwart. Entscheidungsgrundlagen z.Hd. der Planungsträger, Politiker und Behörden müssen sich auf Tatsachen oder gesicherte Erkenntnisse stützen und zudem meistens in kurzer Zeit und in kurz gefasster Form zur Verfügung gestellt werden können. In solchen, aber auch in weniger hektischen Phasen der Planung ist das Studium ausführlicher, wissenschaftlicher Forschungsberichte mit anschliessender, problembezogener Synthese - und vergessen wir nicht, immer nur auf ein spezielles Kriterium unter vielen andern bezogen - schlechterdings nicht möglich! Welches sind die Konsequenzen? Forschungsergebnisse finden kaum und eher nur zufällig ihre praktische Nutzenanwendung in der Raumplanung und diese, wie auch in unserem Falle die Klimaforschung, laufen Gefahr, ihre Aufgaben nicht oder nur ungenügend zu erfüllen. Die erwähnten Arbeiten des Geografischen Institutes der Universität Bern sind beeindruckend und für die Raumplanung insbesondere im städtischen Bereich sehr aufschlussreich und voller nützlicher Hinweise.

Was wäre also zu tun, damit praktisch anwendbare Ergebnisse und Erkenntnisse der Klimaforschung die Raumplanung wirkungsvoller beeinflussen, als wie ein vorüberziehendes Wolkenfeld oder ein Platzregen das Klima?

Ich meine, dass sich die Klimaforschung und die Raumplanung aktiv und gemeinsam um die Uebergabe, bzw. Uebernahme der Ergebnisse zur praktischen Anwendung und zur Berücksichtigung in der Raumplanung bemühen sollten. Konkret stellt sich die Aufgabe, aus den Ergebnissen der laufenden, regionalen Klimaforschung zusammen mit der Raumplanung die regionalspezifischen, planungsrelevanten Schlüsse zu erarbeiten und diese der Oeffentlichkeit zur Diskussion zu stellen. Wir werden darauf zurückkommen und fragen uns vorerst, welche Klimagrundlagen für die praktische Raumplanung überhaupt von Bedeutung sind.

2. Planungsrelevante Klimagrundlagen - Voraussetzung einer klimabewussten Raumplanung

Erwarten Sie nicht unter diesem Titel eine vollständige und abschliessende Aufzählung planungsrelevanter Klimagrundlagen.

Auch müssen wir uns vorerst im klaren sein, welche Aufgaben - auf das Klima bezogen - die Raumplanung überhaupt zu erfüllen hat. Die Raumplanung hat vorerst die Aufgabe, die notwendigen Voraussetzungen für eine klimagerechte, d.h. den natürlichen klimatischen Gegebenheiten entsprechende Raumordnung zu schaffen. Der Raumplanung kommt im weiteren die Aufgabe zu, an der Verbesserung der klimatischen Verhältnisse mitzuarbeiten, überall dort, wo durch falsche oder übermässige Raumnutzung bereits Beeinträchtigungen des natürlichen Klimas festzustellen sind. Im Vordergrund stehen hier vor allem die dichtbesiedelten Gebiete, aber

auch ausgedehnte Industriekomplexe oder Verkehrsanlagen, in deren Nachbarschaft Menschen wohnen, arbeiten oder sich erholen.

Dieser zweiten Teilaufgabe wird sich die Raumplanung in Zukunft in verstärktem Masse annehmen müssen, denn vielerorts und vordringlich in den städtischen Agglomerationen stellt sich bereits die Frage nach der weiteren Belastbarkeit unserer natürlichen Umwelt.

Wir dürfen die Bedeutung dieser doppelten, auf das Klima bzw. die natürliche Umwelt bezogene Zielsetzung nicht isoliert von den übrigen Aufgaben und Zielen der Raumplanung betrachten: Klimagerechte Planung ist immer im Ausgleich mit andern, sehr oft entgegengesetzten Kriterien anzustreben. Aus den allgemeinen Zielsetzungen der Raumplanung und aus den erwähnten klimabezogenen Teilaufgaben ergeben sich für die praktische Raumplanung vorerst drei Hauptkategorien notwendiger Klimagrundlagen:

1. Klimaeignungskarten für spezifische, flächen- und raumextensive Nutzungen wie Landwirtschaft, Tourismus, Erholung, usw.
2. Klimavorbehaltskarten als Grundlage für die generelle Zuordnung von punktuellen und linearen Nutzungen wie Industriezonen, Kraftwerke, Verkehrsanlagen, Intensiverholungsgebiete, usw.
3. Richtlinien mit planungsrelevanten Informationen, Empfehlungen und Hinweisen als Arbeits- und Entscheidungsgrundlage für Planer und Planungsträger.

Klimaeignungskarten

Die Klimaeignungskarte beruht einerseits auf der sorgfältigen Analyse der spezifischen Anforderungen einer bestimmten Nutzung an das Klima und andererseits auf der Gegenüberstellung mit den klimatischen Gegebenheiten des betreffenden Gebietes (JEANNERET, 1977). Klimaeignungskarten sind aus der Sicht der Raumplanung und angesichts des enormen zeitlichen und finanziellen Aufwandes zur Durchführung der notwendigen klimatologischen Untersuchungen nur sinnvoll für flächenintensive Nutzungen mit grosser wirtschaftlicher Bedeutung. Auf Landesebene besteht bereits eine ausgezeichnete Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft. Tourismus und Erholung könnten aus raumplanerischer Sicht Themen weiterer Klimaeignungskarten sein.

Die erwähnte Klimakarte für die Landwirtschaft bezeichnet im Massstab 1:200'000 insgesamt 20 Stufen der Klimaeignung für ausgewählte Produktionszweige und eignet sich sehr gut auch auf kantonaler und sogar regionaler Ebene. Allerdings genügt eine Karte in diesem Massstab allein nicht, um auf regionaler oder lokaler Ebene die klimaoptimale landwirtschaftliche Nutzung bestimmen zu können. Dabei ist allerdings auch folgendes zu bedenken: Auf regionaler und lokaler Ebene nehmen nichtlandwirtschaftliche Nutzungsansprüche an den Boden im Verhältnis zur örtlich beschränkten Ausdehnung des landwirtschaftlichen Vorranggebietes (gemäss übergeordneter Eignungskarte) an Bedeutung und Umfang zu und es treten in der Regel andere als klimatische Kriterien, so z.B. die Bodenqualität, die Erschliessungs- und Parzellierungsverhältnisse, die Hangneigungen, usw. in den Vordergrund. Kriterien also, welche sich räumlich und in ihren qualitativen Auswirkungen wesentlich genauer

erfassen lassen als das Klima. Dabei darf nicht übersehen werden, dass auf lokaler und regionaler Ebene Klimafaktoren wirksam werden, welche in einer grossräumigen Eignungskarte nicht berücksichtigt werden können.

Für die Raumplanung auf kantonaler, regionaler und auf lokaler Ebene haben kleinmassstäbliche, generalisierte Klimaeignungskarten jedoch einen nicht zu unterschätzenden Informationswert, indem sich regionale Entwicklungskonzepte und raumplanerische Leitbilder aus einem übergeordneten Bezugsrahmen ableiten, bzw. beurteilen und gegebenenfalls korrigieren lassen.

Analytische Grundlagenkarten

Die Erstellung spezifischer Klimaeignungskarten setzt genaue Kenntnisse, d.h. mitunter eine vorgängige Analyse der klimatischen Gegebenheiten eines bestimmten Raumes voraus: sozusagen als Rohprodukt einer Eignungskarte, und für die Raumplanung von unterschiedlichem Interesse, entstehen somit immer auch rein analytische oder kombinierte Grundlagenkarten, wie z.B. die "Wärmegliederung der Schweiz" (EJPD, 1977), die "Nebelkarte für die Kantone Bern und Solothurn" (WANNER, 1979) oder die Karte "Sonnenscheindauer in der Region Bern" (MATHYS und WANNER, 1975). Diese Karten sind für die praktische Planungstätigkeit sehr nützlich und wertvoll, nicht zuletzt auch, weil übersichtliche und ausführliche Legenden deren Handhabung erleichtern. Im Vergleich zu den synthetischen Eignungskarten, in welchen das Zusammenwirken verschiedener wichtiger Klimafaktoren in bezug auf eine bestimmte Nutzung dargestellt werden, sind solche analytischen Karten für gesamtplanerische Zwecke jedoch nur von beschränktem Nutzen. Vermehrte Bedeutung dürften diese Karten im Zusammenhang mit der zweiten, hier als planungsrelevant bezeichneten Kategorien von Klimagrundlagen erhalten:

Klimavorbehaltskarten

Für die praktische Planungsarbeit auf lokaler und regionaler Ebene sollten uns Klimavorbehaltskarten zur Verfügung stehen.

Im Gegensatz zu spezifischen Klimaeignungskarten, sollten sich Vorbehaltskarten nicht auf bestimmte Nutzungen oder Klimaansprüche beschränken. Vielmehr geht es darum, in einem bestimmten Raum vorerst einen Ueberblick über sämtliche planungs- und nutzungsrelevanten Informationen zum Klima zu schaffen. Das Gerippe einer regionalen Klimavorbehaltskarte könnte eine grobe Beurteilung der geländeklimatischen Gegebenheiten bilden, indem für eine erste, raumplanerische Lagebeurteilung in der Regel grobe Informationen bereits wertvolle Dienste leisten können. Von besonderem Interesse sind u.a. inversionsgefährdete Gebiete, Zonen mit häufiger Kaltluft-, Frost- oder Nebelgefährdung, Gebiete mit häufiger Windstille, Hauptwindrichtungen, Zonen mit ungenügender Besonnung, usw.

Klimavorbehaltskarten sollten aber auch Auskunft geben über bereits bestehende Belastungen, namentlich in dicht besiedelten Gebieten und in der Umgebung ausgedehnter Industriekomplexe oder Verkehrsanlagen.

Im weiteren können und sollen klimatische Vorbehaltskarten neben erforschten und gesicherten Inhalten auch Aussagen enthalten, welche sich erst auf Vermutungen oder Vergleichsgebiete mit ähnlichen Voraussetzungen stützen können. Wichtig für die Raumplanung ist vorerst eine möglichst vollständige Uebersicht als Arbeits- und Beurteilungsgrundlage.

Die wichtigsten Bestimmungsfaktoren lokaler und regionaler klimatischer Besonderheiten dürften bekannt und durch die weltweite Klimaforschung zumindest teilweise wissenschaftlich erforscht sein. Für die Raumplanung stellt sich die Frage, ob die vorhandenen Erkenntnisse ausreichen, um vorerst ohne aufwendige Untersuchungen solche Klimavorbehaltskarten für einzelne Regionen oder Landesteile zu erstellen.

Planungsrichtlinien

Klima-Richtlinien müssten zwei Funktionen erfüllen: Den regionalen Planungsträgern und den Gemeindebehörden sollten die wichtigsten Informationen über die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Klima, Gelände und Raumnutzung aufgezeigt werden. Dazu gehören z.B. die Ursachen und Wirkungen der Luftbelastung bei Inversionen, die geländebedingten Gesetzmässigkeiten des Lokalklimas, die Ursachen und Folgen des Kaltluftstaus, die Bedeutung und Voraussetzungen einer genügenden Durchlüftung der Siedlungsgebiete, usw.

Allgemeine Informationen dieser Art wären zu ergänzen mit den eigentlichen Planungsrichtlinien. Diese sollten dem Raumplaner vorerst eine grobe Beurteilung der klimatischen Verhältnisse in seinem Planungsgebiet ermöglichen. Ich gehe hier davon aus, dass mit Hilfe einer allgemeinen Checkliste, welche auch die anthropogenen Faktoren mit einschliesst, eine solche Beurteilung auch durch den Nichtfachmann möglich sein sollte. Dem Planer und damit auch den Behörden müsste im weiteren aufgezeigt werden, in welchen Fällen eine Weiterbearbeitung durch einen Klimafachmann, z.B. empfehlenswert, notwendig oder dringend notwendig sein wird und welches Verfahren einzuschlagen ist.

Mit der Klimavorbehaltskarte und allgemeinen Richtlinien wird - so scheint mir - eine zweckmässige Brücke zwischen Klimaforschung und Raumplanung geschlagen, auf welcher problembezogene Fragen ausgetauscht und behandelt werden können. Planer, Planungsträger und -behörden können es sich nicht mehr leisten, über klimatische Besonderheiten und über das Zusammenwirken zwischen natürlicher und künstlicher Umwelt nicht oder auch nur ungenügend informiert zu sein.

Klimavorbehalts- und Belastungskartierungen, zusammen mit entsprechenden Richtlinien und Planungshinweisen, auch wenn solche nur provisorischen und prophylaktischen Charakter haben, könnten nicht nur die notwendigen materiellen Informationen zur Planung liefern, sondern auch eine wertvolle Grundlage für wichtige Vorentscheide im Planungsablauf bilden.

3. Klimabewusste Zusammenarbeit - Voraussetzung für eine klimagerechte Raumordnung

Zum Informationsaustausch zwischen Klimaforschung, Raumplanung und Öffentlichkeit müssen direktere und kürzere Wege als bisher eingeschlagen werden.

Das aufskizzierte Konzept planungsrelevanter Klimagrundlagen beruht auf der Ueberzeugung, dass klimabewusstes Planen namentlich in den dicht besiedelten Gebieten, aber auch in den ländlichen Regionen mehr und mehr die direkte Mitarbeit des Klimatologen voraussetzt. Die Einflussnahme der Klimatologie auf die Raumplanung darf sich nicht weiter auf die blosse Publikation von Forschungsberichten und Gutachten beschränken. Umgekehrt dürfen sich Raumplaner und Behörden nicht weiter mit der blossen Lektüre und Zurkenntnisnahme dieser Berichte begnügen.

Als ersten gemeinsamen Schritt in Richtung gezielter und problembewusster Zusammenarbeit, z.B. auf kantonaler oder regionaler Ebene, würde ich die Erstellung der bereits erwähnten Klimavorbehaltskarte vorschlagen. Bereits in dieser Phase der Zusammenarbeit dürften sich - je nach Vorhandensein und Stand allfälliger Forschungsarbeiten im betreffenden Gebiet - eine Fülle wichtiger Informationen für die Raumplanung ergeben und Problemgebiete sowie nutzungsbezogene Vorbehalte zumindest ungefähr lokalisieren lassen. Ist ein grobes Gesamtkonzept des Kantons oder der Region bereits vorhanden, und ist der Klimatologe in der Lage, eine erste geländeklimatische Beurteilung vorzunehmen, so dürften sich auch bereits künftige Konflikte und Probleme feststellen lassen.

Schwerwiegende Vorbehalte müssten dem Planungsträger bei der Formulierung der regionalen Ziele und bei der Diskussion von Konzeptvarianten bekannt sein. In dieser Phase hat der Klimatologe die Aufgabe, die Planungsorgane über mögliche raumplanerische Massnahmen oder über allfällige zusätzliche Untersuchungen und diesbezügliche Aufwendungen zu beraten. Eine vertiefte Bearbeitung und Abklärung der Klimaverhältnisse dürfte z.B. dann in Frage kommen, wenn in einem vorbelasteten Gelände mit einer Verschlechterung des Klimas oder der Lufthygiene durch bestimmte, geplante Nutzungen zu rechnen ist.

Der Vorschlag, nebst spezifischen Klimaeignungskarten vermehrt auch mit Klimavorbehaltskarten, Belastungskarten, Richtlinien, usw. zu arbeiten, steht in direktem Zusammenhang mit der dringenden Notwendigkeit zeitgerechter und problembezogener Zusammenarbeit zwischen Klimaforschung und Raumplanung. Dabei sind allerdings zwei Dinge zu bedenken: Erstens: planungserfahrene Behörden und Organisationen sind immer weniger bereit, Aufträge für kostspielige Gesamtuntersuchungen und Studien zu erteilen. Problembezogene, räumlich und inhaltlich begrenzte Untersuchungen dürften auch im Bereich der klimabezogenen Planung mehr Aussicht auf Erfolg haben. Zudem entspricht dieses Prinzip auch eher den tatsächlichen, oft auf kleinem Raum sehr unterschiedlichen Problemstellungen insbesondere im stadtklimatischen Bereich. Für eine beweglichere Taktik in der klimabezogenen Planung spricht auch die Tatsache, dass grossräumige Klimauntersuchungen zeitlich kaum Schritt halten können mit der übrigen Raumplanung und schon deshalb nur beschränktes Interesse zu wecken vermögen.

Zweitens: In der Diskussion Klima-Raumplanung müssten die Planer und Behörden berücksichtigen, dass wissenschaftliche Forschung nie zu endgültigen Resultaten kommen kann und die Klimaforscher ihrerseits müssten bedenken, dass die Raumplanung immer auf die verfügbaren Kenntnisse der Gegenwart angewiesen sein wird, wenn sie ihren Auftrag erfüllen will. Was meine ich damit? Die Raumplanung ist immer auf eine entferntere Zukunft ausgerichtet. Sollen dazumal bestimmte Ziele erreicht sein, müssen entsprechende raumwirksame, organisatorische oder auch

administrative Massnahmen bereits heute, d.h. in der Gegenwart eingeleitet werden. In bezug auf die Berücksichtigung des Klimas in der Raumplanung bedeutet dies eine fortlaufende und ständige Bereitschaft, auch "nur" Zwischenergebnisse aus der Klimaforschung soweit als möglich und verantwortbar im konkreten Falle anzuwenden. Hier stossen wir erneut auf den Leitgedanken unserer Ausführungen, auf die Zusammenarbeit zwischen Klimaforschung und Raumplanung. Denn, im konkreten Fall und dazu auf die Zukunft ausgerichtet, kann das mögliche und verantwortbare Mass der praktischen Anwendung vorläufiger und noch nicht gesicherter Zwischenergebnisse der allgemeinen Klimaforschung nur in der direkten Zusammenarbeit zwischen Klimaforscher und Raumplanung einerseits und den betroffenen Planungsträgern und Behörden andererseits bestimmt werden.

Mit der Berücksichtigung des Klimas in der Raumplanung allein ist eine "klimagerechte" Raumordnung allerdings noch nicht gewährleistet, denn festgestellte und erkannte klimatische Vorbelastungen eines Raumes können auch erst mit späteren und noch nicht voraussehbaren Entwicklungen und Nutzungsansprüchen in Konflikt geraten und es stellt sich die Frage, welche Möglichkeiten der raumplanerischen Einflussnahme auf zukünftige Verhältnisse bestehen.

Klimabezogene Richtpläne

Die Einführung, Ausgestaltung und Anwendung geeigneter Instrumente und Verfahren, welche eine frühzeitige Berücksichtigung der klimatischen Bedingungen und Vorbehalte in der Raumordnungspolitik ermöglichen oder allenfalls erzwingen, sind u.E. gemeinsame Aufgabe der angewandten Klimatologie, der Raumplanung und schliesslich auch der Verwaltung und der Behörden.

Eine Möglichkeit, welche sich von der Raumplanung her bietet, sei hier kurz aufgezeigt.

Mit dem kommenden Bundesgesetz über die Raumplanung werden Bund, Kantone und Gemeinden u.a. dazu verpflichtet, mit Massnahmen der Raumplanung den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Luft, Wasser, Wald und die Landschaft zu unterstützen.

In kantonalen, in regionalen wie in lokalen Nutzungsrichtplänen liessen sich Informationen zum Klima und vor allem lokalklimatische Problemgebiete je nach dem Stand der örtlichen Kenntnisse, zumindest als provisorischer Vorbehalt oder auch als verbindliche Nutzungseinschränkung mit entsprechenden Richtlinien und Hinweisen verankern. Nach dem Baugesetz des Kantons Bern sind solche Richtpläne verwaltungsanweisend, d.h. für die Verwaltung und Behörden soweit verbindlich, als diese den Planinhalten zugestimmt haben. Die Richtpläne sind für den Grundeigentümer nicht verbindlich.

In der Regel werden für verschiedene Sachbereiche, z.B. für die Landschaft, die Siedlung oder den Verkehr, usw. separate Richtpläne erstellt.

Klimabezogene Informationen sowie Hinweise auf wichtige lokalklimatische Gegebenheiten, deren Nichtbeachtung nachteilige Folgen für die betroffene Bevölkerung oder negative Veränderungen der Umweltqualität haben können, sollten ebenso Bestandteil eines Nutzungsrichtplanes sein, wie z.B. Gefahrengebiete durch Steinschlag, Ueberschwemmungen, Rutschungen, Lawinen, usw.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Raumplanerischen Zielsetzungen und Massnahmen auf lokaler und regionaler Ebene - und hier wird Raumordnung letztlich realisiert - sind durch zahlreiche, nicht klimatische Kriterien oft enge Grenzen gesetzt. Wirtschaftliche und nicht selten auch lokalpolitische Ueberlegungen verdrängen Kriterien der Lebensqualität oder diese werden einfach vernachlässigt, weil potentielle Gefahren, wie z.B. die zunehmende Luftverschmutzung in Inversionslagen, noch allzu oft unterschätzt werden.

Aus den Ueberlegungen zu den planungsrelevanten Klimagrundlagen ergeben sich Konsequenzen in bezug auf die Zusammenarbeit zwischen Klimaforschung und Raumplanung. Es genügt nicht, durch lufthygienische Vorschriften Fehlentwicklungen der Vergangenheit behelfsmässig korrigieren zu wollen.

Solange immer mehr Ansprüche an die Boden- und Raumnutzung gestellt werden, solange ist auch das Klima in Gefahr. Hinzu kommt die Tatsache, dass wir kaum mehr die Wahl haben, zwischen dicht und weniger dicht besiedelten, d.h. klimatisch und lufthygienisch mehr oder weniger gefährdeten Räumen unterscheiden zu können.

Die Grundgedanken und Vorschläge zum Verhältnis Klima-Raumplanung möchte ich in den folgenden fünf Punkten zusammenfassen:

1. Klimatische Gegebenheiten können kantonale und regionale Planungskonzepte wie auch Orts- und Quartierplanungen entscheidend beeinflussen, vorausgesetzt, dass nicht nur die Planer, sondern auch die Planungsträger und Behörden darüber genügend informiert sind und der Wille zur Bewältigung, bzw. zur Vermeidung klimabedingter oder lufthygienischer Probleme vorhanden ist.
2. Landesweite Klimaeignungskarten für flächenextensive und klimaabhängige Nutzungen wie Landwirtschaft, Tourismus, Siedlung und Erholung sind für die Nutzungsplanung auf regionaler Ebene nur sehr beschränkt verwendbar, bilden dagegen als übergeordnete Bezugs- und Vergleichsrahmen eine wertvolle und nützliche Grundlage zur Festlegung regionaler Gesamtkonzepte.
3. Klimagerecht planen heisst vorerst informiert sein. Als Grundlage für raumplanerische Arbeiten auf regionaler oder lokaler Ebene sind deshalb regionale Klimavorbehaltskarten zu erstellen, welche Auskunft geben sowohl über gesicherte als auch über vermutete lokalklimatische Besonderheiten, geländeklimatische Voraussetzungen und lufthygienische Belastungen, usw.
4. Auch klimagerecht entscheiden heisst vorerst informiert sein. Wichtigste Informationsträger der Raumplanung sind die Richtpläne. Gesicherte Klimavorbehalte sind deshalb in die regionalen Nutzungsrichtpläne aufzunehmen und mit entsprechenden Richtlinien, Empfehlungen und Planungshinweisen zu versehen.
5. Die Berücksichtigung des Klimas in der Planung heute könnte zur Ueberlebensfrage für nachfolgende Generationen werden. Vermehrte Aufklärung und Information der Oeffentlichkeit, der Behörden und Planungsträger ist eine gemeinsame Aufgabe und ebenso wichtig wie das Sammeln von Klimadaten oder das Plänemachen.

Literaturverzeichnis

- JEANNERET, F., 1975: Grundlagen zum Klima der Schweiz: Klimatologische Bibliographie 1921-1973
- JEANNERET, F., 1977: Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz. Grundlagen für die Raumplanung (mit Kartenbeilagen: 4 Blätter "Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft" im M. 1:200'000, 1 Blatt "Klimaeignung für Getreide" im M. 1:500'000, 1 Blatt "Niederschlagshaushalt" im M. 1:500'000)
- EJPD, 1977: Eidg. Justiz- und Polizeidepartement - Der Delegierte für Raumplanung. Wärmegliederung der Schweiz
- WANNER, H., 1979: Zur Bildung, Verteilung und Vorhersage winterlicher Nebel im Querschnitt Jura-Alpen. Geographica Bernensia, G7
- MATHYS, H. und WANNER, H., 1975: Die Besonnungsverhältnisse in der Region Bern. Beiträge zum Klima der Region Bern Nr. 5, Bern

G. Grosjean:

Wie ist das Problem Konzentration - Dezentralisation von Siedlung, Industrie und Verkehr auf hoher (im Prinzip nationaler) Ebene vom Klima, speziell Bioklima, her zu beurteilen (Anregung eines interdisziplinären Forschungsprojektes) ?

B. Berz:

Die Frage ist an die Klimatologen gerichtet, berührt jedoch eine Problemstellung mit zunehmender raumordnungspolitischer Aktualität: die Möglichkeiten und Grenzen der Zentralisation - Dezentralisation werden nicht allein durch wirtschafts- und gesellschaftspolitische, sondern auch durch soziale und kulturelle Gegebenheiten und namentlich durch die Belastungsgrenzen der natürlichen Landschaftselemente (Luft, Wasser, Vegetation) bestimmt. Auf regionaler Ebene stellt sich die Frage nach gezielter Ausscheidung von "Absonderungsgebieten" für die Zuordnung spezifischer, z.B. emittierender bzw. immissionsempfindlicher Nutzungen. Die Klimatologie ist somit auch auf regionaler Ebene angesprochen.

H. Wanner:

Ohne klimatisch-lufthygienische Felduntersuchungen und Prognosemodelle ist kaum eine Antwort zu finden. Doch dürfte der Konflikt auch nach derartigen Forschungsarbeiten nicht gelöst sein: Sollen wir die genannten Konzentrationen anstreben und die in derartigen Gebieten ansässige Bevölkerung während mehrerer Stunden pro Tag einer hohen Belastung aussetzen, oder soll diese lufthygienische Belastung auf einen möglichst grossen Teil der vorhandenen Wohn- und Arbeitsgebiete und somit der Bevölkerung abgewälzt werden? Mit dieser Frage sind auch Mediziner und Politiker angesprochen!

H. Schirmer:

Eine Optimierung der Standortwahl liesse sich durch Bewertung mehrerer Standorte erreichen. Leider liegt meist ein Standort bereits fest, eine Optimierung ist dann nicht mehr möglich. Wie sieht die Praxis in der Schweiz in diesem Bezug aus?

B. Berz:

Die Standortwahl für ein Bauvorhaben wird erfahrungsgemäss ausschlaggebend beeinflusst durch das Grundeigentum, sowie durch Kriterien der Wirtschaftlichkeit und der Infrastruktur. Standortvergleiche erfolgen häufiger bei öffentlichen oder bei wichtigen, regionalen Bauvorhaben der Privatwirtschaft, wobei in der Regel wirtschaftliche Überlegungen den Ausschlag geben. Sehr oft werden eine Standort-Nachbeurteilung oder die Prüfung von Alternativ-Standorten erst im Verlaufe eines behördlichen Bewilligungsverfahrens, das heisst, auf Anordnung der Verwaltung oder aufgrund einer Opposition in der Öffentlichkeit hin, durchgeführt. Nachträglich angeordnete Standortplanungen laufen jedoch zwangsläufig auf eine Zementierung vorgefasster Meinungen hinaus, und eine Optimierung in der Standortwahl lässt sich so kaum mehr herbeiführen.

Inbezug auf die Belange des Klimas bzw. der Raumplanung allgemein, könnten hier "Vorbehaltskarten" frühzeitig auf standortspezifische Probleme und Gegebenheiten aufmerksam machen und eine Standortevaluation u. U. auslösen helfen.

B. Messerli:

Wenn die Planungsentscheide keine Zeit lassen für die sorgfältige Erstellung von Klimaeignungs- oder "Klimavorbehalts-Karten", müsste man dann nicht eine spezielle "Klima-Gefahren-Karte" entwickeln, die rein auf Erfahrungen basiert und in kürzester Zeit erste hypothetische Grundlagen bereitstellen könnte?

B. Berz:

Wir gehen davon aus, dass es nicht sinnvoll und auch nicht realisierbar ist, für jede mögliche Art der Raumnutzung und -beanspruchung auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebaute Klimaeignungskarten herzustellen, welche - wohlverstanden - im konkreten Fall und im lokalen Bezugsrahmen noch aussagekräftig bleiben müssten. Andererseits fehlen die notwendigen planungsrechtlichen Grundlagen, welche z.B. bereits für die Ausscheidung von Industriezonen, für bauliche Veränderungen der Landschaft (Verkehrsbauten) oder für die Standortplanung einer Asphaltauflaufbereitungsanlage klimabezogene Situations- und Standortanalysen vorschreiben.

Die Raumplanung benötigt demnach ein Instrument, mit dessen Hilfe in einem bestimmten Gebiet erstens die Notwendigkeit konkreter klimabezogener Untersuchungen (z.B. lokale Inversionen im Siedlungsraum) und zweitens ggf. bereits konkrete Massnahmen (z.B. Windschutz) erkannt und begründet werden können. Die vorgeschlagene "Klimavorbehaltskarte" sollte demnach Auskunft geben sowohl über bekannte als auch über nur vermutete Besonderheiten des Klimas im betreffenden Gebiet und in erster Linie als Arbeitsinstrument konzipiert sein.

Die Inhalte der von Ihnen erwähnten "Klimagefahrenkarte" wären demnach eigentlich Bestandteil der sog. "Klimavorbehaltskarte", und die Erstellung einer solchen Karte auf regionaler Ebene sollte m. E. jederzeit und ohne allzugrossen Aufwand möglich sein. Ueber mögliche Inhalte und über eine zweckmässige Bezeichnung solcher Karten (Planungsgrundlagen) müssten wir uns gemeinsam noch Gedanken machen.

A. Junod:

1) Es gilt, den Stellenwert der meteorologisch klimatologischen Abklärungen zu erhöhen, so dass nicht nur die Tragbarkeit eines einzelnen Projektes zu beurteilen ist.

2) Betreffs Auswahlmöglichkeiten der KKW-Standorte: Hier muss der Hinweis auf die geringe Verfügbarkeit von geeignetem Gelände sowie auf mögliche Einflüsse der Bodenpreise hingewiesen werden.

B. Berz:

Sie schneiden hier ein sehr wichtiges Problem an: es genügt tatsächlich nicht, wenn wir unter uns einig sind, Klima und Wettergeschehen seien wichtige Planungsfaktoren. Wir müssen uns auch gemeinsam anstrengen, um dem Planungsfaktor Umwelt, d.h. mitunter auch Klima zu einer stärkeren Integration in den Planungs- und Entscheidungsprozessen der Behörden und Politiker verhelfen. Ich meine, es genügt nicht, wenn nach erfolgter Planung jeweils noch ein Klimagutachten erstellt wird, denn ein solches wird sich regelmässig gegenüber z.B. wirtschaftlichen Expertisen kaum behaupten können. Wir müssen also vermehrt versuchen, die klimatischen Aspekte bereits im eigentlichen Planungsprozess zu berücksichtigen. Dies gelingt uns wiederum nur, wenn wir entsprechende Grundlagen, z.B. in Form der Klimavorbehaltskarten vorbereiten und wie andere Grundlagen, z.B. ein Inventar über die physischen Gegebenheiten in der Landschaft, in die betreffende Planung von Anfang an miteinzubeziehen. Die Mitarbeit der Klimatologie in einem interdisziplinären Rahmen mag weniger spektakulär sein als die Erstellung von speziellen Fachgutachten, ich bin aber überzeugt, dass diese direkte Mitarbeit schliesslich wirkungsvoller ist. Der Planungsfaktor Landschaft - wie das Klima auch nur ein Teilaspekt der Umwelt - hat sich auf diese Weise bereits auf allen Stufen der Raumplanung mehr oder weniger durchgesetzt und sich einen gewissen Stellenwert bereits gesichert.

T. Ginsburg:

Welche Priorität wird schlussendlich klimatologischen Gutachten zugewiesen? Haben sie nicht lediglich Alibifunktion: wirtschaftliche Aspekte sind meist dominierend.

B. Berz:

Leider trifft dies zu und wahrscheinlich noch so lange, bis die Luft als Gemein- und Gebrauchsgut gleichgestellt ist wie z.B. das Wasser, für dessen Gebrauch und Reinigung wir Gebühren bezahlen. Gestatten Sie mir die etwas triviale Bemerkung, Klimagutachten werden dann nicht zur Alibiübung, wenn sie erst gar nicht erstellt werden. Je mehr es uns gelingt, das Klima als einen unter vielen anderen Faktoren in die Planung und Vorbereitung raumrelevanter Massnahmen zu integrieren, die Klimatologie als interdisziplinären Bestandteil der Raumplanung allgemein zu behandeln, desto weniger werden solche (Alibi)-Gutachten verlangt werden können. Die Klimatologie ihrerseits müsste bereit sein, in vermehrtem Masse weg vom bequemeren Gutachterstatus zur vielleicht schwierigeren und wie bereits erwähnt, auch weniger spektakulären, interdisziplinären Zusammenarbeit zu gelangen.

W. Spring:

Die Definition von Problemen und die Bewertung von Alternativen erfordert Sollwerte und Grenzwerte. Diese können ev. doch mit Vorbehalten gegeben werden. Keine neuen Sonderinstrumente, dafür auch aktuelle Daten.

B. Berz:

Ich zweifle nicht daran, dass wir auch inbezug auf das Klima Bewertungsdaten wie Soll- und Grenzwerte in der Planung anzuwenden wüssten. Weil jedoch das Klima für sich allein betrachtet kaum, sondern immer nur im Zusammenhang mit einer bestimmten Nutzung oder Veränderung der Umwelt zu einer bestimmten Zeit und an einem bestimmten Ort interessiert, stellt sich die Frage, ob sich das Klimageschehen in einem für die Raumplanung brauchbaren Datensystem überhaupt festhalten lässt.

"Klimarichtwerte" müssten auf jeden Fall in interdisziplinärer Zusammenarbeit gesucht werden. Als Planer, d.h. als Koordinator verschiedenster Umweltdisziplinen bin ich auf die direkte und problembezogene Mitarbeit des Klimatologen angewiesen und deshalb vor allem an dieser interessiert. Die postulierte "Klimavorbehaltskarte" soll nicht als Sonderinstrument Selbstzweck bleiben, sondern vielmehr als Vehikel dienen, um diese Zusammenarbeit in Gang zu bringen und aufrechtzuerhalten.

K. Aerni:

Herr Berz möchte im idealen Fall die Flächennutzung aus der Klimavorbehaltskarte ableiten. Herr Schirmer wies seinerseits darauf hin, dass in der Regel das Klima nicht das entscheidende Kriterium in der Beurteilung einer vorgesehenen Nutzungsänderung (Ueberbauung) darstelle. Aus den beiden Aussagen geht hervor, dass sich in der Praxis beim Vorliegen von "Klimavorbehaltskarten" selten Ueberbauungen verhindern lassen. Es ist jedoch möglich, aus der Karte die Konsequenzen zu ziehen (Baukuben und deren Anordnung), sowie Vorschriften für die Infrastruktur zu erlassen (Erschliessung, Versorgung, speziell Heizungsart). Beispiele für derartige Einbezüge klimatischer Randbedingungen finden sich in den Bauvorschriften der Gemeinde Bremgarten b. Bern.

B. Berz:

Das Beispiel Bremgarten verdient unser Interesse. Klimavorbehalte, die Ergebnisse einer lokalen Klimastudie, führten zu einer teilweisen Beeinflussung der Ueberbauungsart. Der Klimastudie kam unter den gegebenen Umständen jedoch nicht mehr Bedeutung zu als einer nachträglichen Expertise, denn das betreffende Land war bereits früher eingezont. Die Klimavorbehalte hätten die finanziellen Konsequenzen einer Auszonung für die Gemeinde kaum aufzuwiegen vermögen. Anders wären die Dinge verlaufen, wenn die besonderen klimatischen Verhältnisse bereits vor der Einzonung bekannt (und z.B. in einer "Vorbehaltskarte" aufgeführt) gewesen wären: u.U. hätte die Gemeinde zumindest teilweise oder sogar ganz auf eine Einzonung des fraglichen Gebietes verzichtet.

DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG AMERIKANISCHER PRÄGUNG. EIN INSTRUMENT ZUR UMFASSENDEN BERÜCKSICHTIGUNG VON UMWELTFOLGEN.

Dr. Laurent F. Carrel, Bern

I. Entstehung und Zweck der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

1. Entstehung

Am 1. Januar 1970 trat in den USA der "National Environmental Policy Act of 1969" (NEPA) in Kraft, welcher die UVP (Environmental Impact Statement Procedure) als wichtigstes Instrument zum Vollzug seiner umweltpolitischen Zielsetzungen vorsieht. Mit Inkrafttreten des Bundesgesetzes übernahm die gesamte Bundesregierung die wegweisende Pflicht, vor ihren Entschieden die Umweltverträglichkeit aller wichtigen Massnahmen, welche auf die Beschaffenheit der menschlichen Umwelt bedeutsame Auswirkungen haben, zu überprüfen.

2. Zweck

Der Umweltverträglichkeitsbericht (UvB) ist ein Dokument, welches die Überprüfung der Umweltfolgen neuer Gesetzesvorschläge und "anderer wichtiger Massnahmen, welche die Beschaffenheit der menschlichen Umwelt bedeutsam beeinflussen" zum Inhalt hat.

Drei Hauptzwecke werden mit ihm verfolgt:

1. Die Bundesbehörden zu einer umfassenden und genauen Offenlegung der Umweltfolgen einer vorgesehenen Massnahme anzuhalten.
2. Der UvB soll der zuständigen Bundesbehörde als ökologische Entscheidungsgrundlage dienen.
3. Er bezweckt die Informierung der am Entscheidungsverfahren nicht unmittelbar Beteiligten.

Erfüllt der UvB diese drei Hauptzwecke, dient die Überprüfung

- a) der Koordinierung umweltbeeinflussender Handlungen der Bundesverwaltung
- b) und letztlich der Koordinierung der gesamten Bundesumweltpolitik.

II. Inhalt des UvB

Zwar bestimmt der NEPA selbst den notwendigen Inhalt jedes UvB. Weder das Bundesgesetz noch die begleitende Vollziehungsverordnung des "Council on Environmental Quality" (CEQ, dies ist der einflussreiche Rat für Umweltbeschaffenheit im "Executive Office" des Präsidenten) berücksichtigten jedoch, dass die UvB für gänzlich verschiedenartige Massnahmen zu verfassen sind. Deshalb gesteht das Richterrecht den Behörden bei der Bestimmung des notwendigen Inhaltes je nach vorgesehener Massnahme einen gewissen Ermessensspielraum zu. Gestützt auf die Vielzahl verfasster UvB (-31.12.1977 über 10'000) kann generell gesagt werden, dass sich diese inhaltlich in ungefähr neun Kapitel gliedern:

1. Beschreibung der vorgesehenen Massnahme
2. Beschreibung der Umwelt
3. Umweltauswirkungen (=Zustandsprognose unter Einbezug der geplanten Bundesmassnahme)
4. Schadensmindernde Vorkehrungen
5. Unvermeidbare nachteilige Umweltauswirkungen
6. Das Verhältnis zwischen örtlich kurzfristiger Nutzung der menschlichen Umwelt und der Wahrung und Hebung langfristiger Produktivität
7. Die irreversible und unwiederbringliche Bindung von

Hilfsquellen 8. Alternativen zur vorgesehenen Bundesmassnahme 9. Die bei der Durchführung der UVP notwendigen Konsultationen bzw. die veranlasste Koordination mit einzelstaatlichen UVP.

III. Arten und Gegenstand des UvB

In den Jahren seit Inkrafttreten des NEPA haben sich folgende Typen gebildet: Der Projekt-UvB, der Programm-UvB und schliesslich als neuste Errungenschaft, die sogenannten Schicht-UvB. Projekt-UvB werden für die grosse Mehrzahl von Massnahmen verfasst. Der Begriff weist darauf hin, dass sich die Ueberprüfung der Umweltfolgen auf eine selbständige Massnahme beschränkt, ohne dass ein weiterer Kreis von Umweltauswirkungen verwandter oder in Zukunft geplanter Massnahmen miteinbezogen werden muss. Demgegenüber erfährt der Umfang (scope) des UvB bei Programmen eine wesentliche Erweiterung. Der Programm-UvB will die Bundesverwaltung anhalten, beim Entscheid über die Durchführung einer Massnahme deren Bedeutung bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt im Zusammenhang mit den Auswirkungen verwandter Bundesaktivitäten zu sehen und damit die kumulativen Gesamtfolgen sich zeitlich wiederholender oder örtlich anhäufender Umweltfolgen in einem umfassenden UvB zu erfassen. Programm-UvB sind ein vorzügliches Instrument, um vorerst die Umweltverträglichkeit von Grundsatzfragen und -entscheidungen zu ermessen und damit verschiedene Prioritäten miteinander in Einklang zu bringen. Deshalb ist die Anzahl und Bedeutung der verfassten Programm-UvB in den letzten Jahren stark gestiegen. Der Begriff Schicht-UvB schliesslich weist auf sich folgende Berichte, welche auf verschiedenen Stufen der Verwaltungstätigkeit mit unterschiedlichem Umfang verfasst werden. Das Konzept hat sich aufgrund praktischer Erfahrungen entwickelt. Das schrittweise Verfassen von Schicht-UvB bringt der Bundesverwaltung wirtschaftliche und praktische Vorteile, weil es sich als äusserst aufwendiges Unterfangen erwies, auf einer einzigen Stufe sämtliche sachdienliche Fragen gleichzeitig überprüfen zu wollen. Demgegenüber erlaubt das Verfassen von Schicht-UvB, das Ueberprüfungsverfahren kontinuierlich mit Planung und Entscheidungsvorbereitung der Bundesmassnahme in Einklang zu bringen.

IV. Umweltverträglichkeitsprüfung, Planung und Klima

1. Anwendung der UVP auf die Planung

Folgender allgemeiner Begriff der Planung soll den kommenden Ausführungen zu Grunde gelegt werden: "Die Planung ist im Prinzip Gedankenarbeit; sie fusst auf Zielsetzungen und Prognosen, auf Bilanzen zwischen Bedarf und Angebot, auf Entscheidungen... Es werden Massnahmen oder Systeme von Massnahmen vorgeschlagen, die zum Ziel der Planung führen. Dieses Ziel ist in Art. 2 der schweiz. BV eindeutig mit der 'Beförderung der gemeinsamen Wohlfahrt' festgelegt." (Landesplanerische Leitbilder der Schweiz, 1. Zwischenbericht, S.1). Die Beschäftigung mit dieser Art Planung ist eine ausgesprochen interdisziplinäre Aufgabe. Es sollen nun verschiedene Betrachtungen angestellt werden, um die Frage zu beantworten, ob die UVP für die Planung nutzbar gemacht werden kann. ZB:

a) Der richtige Zeitpunkt zur Durchführung einer Umweltanalyse

Im Urteil *Kleppe v. Sierra Club* des Supreme Court der Vereinigten Staaten (28.6.1976) steht: "der frühzeitige Beginn eines UvB ist mehr als ein Verfahrenserfordernis. Die frühzeitige Beachtung von Umweltkonsequenzen mittels Abfassung eines UvB ist das zentrale Ziel des NEPA...". Im Lichte dieser strengen, richterlichen Auslegung des Bundesgesetzes

ist die verwaltungsanweisende Richtlinie des CEQ zu verstehen, welche die Bundesbehörden auffordert: "im frühest möglichen Zeitpunkt in ihr Entscheidungsverfahren eine angemessene und sorgfältige Berücksichtigung der Umweltaspekte einer vorgeschlagenen Bundesmassnahme einzubauen." Ein verspätet abgeschlossener Bericht macht den Zweck der UVP zunichte, denn diese hat abgeschlossen zu sein bevor über die Durchführung der Massnahme entschieden wird. Viele UvB wurden gerichtlich angefochten und zu Fall gebracht, weil sie verspätet verfasst und als "ex post facto Rechtfertigung" benutzt wurden. Sie ersehen, dass allein schon das Erfordernis der frühzeitigen Beachtung von Umweltkonsequenzen die Planung zum Gegenstand der UVP macht. Diese Lösung ist sinnvoll, weil einem grundsätzlichen Entscheid im frühen Stadium der Planung zB eines Forschungs- und Entwicklungsprogrammes weittragendere Bedeutung zukommt und diese tiefgreifendere Auswirkungen auf die Umwelt haben kann, als spätere Einzelentscheide über die Ausführung gewisser Teile des Programms. Auch ist zu diesem Zeitpunkt die Ueberprüfung eines weiten Kreises von Alternativlösungen möglich, welcher sich im Laufe der Realisierung der Planung immer mehr verengen wird.

b) Zweck des UvB

Wie erwähnt ist ein Zweck des UvB, dass er der zuständigen Behörde als ökologische Entscheidungsgrundlage dienen soll. Keine Gesamtplanung, sei es auf dem Gebiet der Energie, des Verkehrs, des Tourismus usw. kann es sich heute leisten, den Umweltbelangen nicht Tribut zu zollen. So haben in das Zielsystem GVK-CH die Umweltaspekte Eingang in den dritten Zielblock gefunden und im schweiz. Energiekonzept bildet die "umweltgerechte Energieversorgung" Teil der unmittelbaren Ziele der Energiepolitik. Was bedeutet aber im konkreten Fall "umweltgerechte Energieversorgung"? Die GEK sagt hiezu: "eine umweltgerechte Energieversorgung dient nicht nur dem Schutz der Landschaft, der Gewässer und der Luft, sondern wird der Umwelt im umfassenden Sinn gerecht, zB auch im Hinblick auf die Ressourcen und die Nachwelt."

Wie aber kann dieses umfassende Postulat in der Energieplanung Berücksichtigung finden? Auch hier bietet sich die UVP als operationelles Instrument an, welches der für die Planung zuständigen Stelle die ökologische Entscheidungsgrundlage liefern kann.

c) Die Ausgestaltung der UVP

Aus den oben erwähnten Gesamtplanungen geht weiter hervor, dass es einerseits darum geht die Umwelt nicht mehr sektoriell sondern in gesamtökologischer Betrachtungsweise zu berücksichtigen, andererseits aber auch weitere, oftmals divergierende Zielsetzungen, in die Betrachtung miteinzubeziehen. Die Energieversorgung hat, wie erwähnt, der Umwelt im umfassenden Sinn gerecht zu werden, gleichzeitig hat sie aber auch sicher und ausreichend sowie volkswirtschaftlich optimal zu sein.

Oder am Beispiel der Raumplanung, deren Massnahmen (gem. Art. 1 RPG) zu berücksichtigen haben:

- die natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Luft, Wasser, Wald; den Landschaftsschutz; wohnliche Siedlungen und die räumlichen Voraussetzungen für die Wirtschaft; das soziale, wirtschaftliche und kulturelle Leben in den einzelnen Landesteilen; eine angemessene Dezentralisierung der Besiedlung und der Wirtschaft; eine ausreichende Versorgungsbasis des Landes und schliesslich die Gesamtverteidigung.

Ein Fächer von Erfordernissen, welcher wahrlich die Sicht der Zusammenhänge erfordert und den Interessenausgleich verlangt.

Um als Entscheidungsvorbereitungshilfe dienen zu können benötigen wir eindeutig ein Arbeitsverfahren, welches die Probleme aus dem Gesamtzusammenhang heraus angeht. Diesem Erfordernis trägt die amerikanische UVP Rechnung. Nach geltendem Richterrecht haben die Behörden bei der Abfassung des Berichtes die Bundesmassnahme sowie die Umweltfolgen u.a. einer interdisziplinären, gesamtheitlichen Ueberprüfung zu unterziehen. Die UVP hat in den USA eine systematische und umfassende Fragestellung bezüglich der Umweltkonsequenzen vorgeschlagener Massnahmen eingeleitet und unbestrittenermassen zu einer bis anhin unerreichten, interdisziplinären Arbeitsweise innerhalb der Bundesverwaltung geführt. Durch die Berücksichtigung eines weiten Kreises von Alternativen und der vorgesehenen Konsultations- und Kommentierungspflicht, welcher der Bericht unterworfen ist, wurde der Entscheidungsprozess verfeinert, gleichzeitig die bundesverwaltungsinterne Zusammenarbeit und Koordination verbessert. Die UVP hat sich zudem als wertvolles neues Instrument erwiesen, bundesbehördliche einzelstaatliche und kommunale Bestrebungen aufeinander abzustimmen.

d) Der Geltungsbereich der UVP

Es ist allg. anerkannte Rechtsauffassung, "dass NEPA entworfen wurde, um praktisch jede Form wichtiger Bundesaktivität zu umfassen." (Calvert Cliffs Coordinating Committee v.AEC). Daraus folgt zwingend, dass jegliche Planung, welche bedeutsame Umweltauswirkungen zur Folge hat, der UVP unterliegt.

V. Das Klima als Bestandteil der UVP

Das Klima als Bestandteil des abiotischen Bereichs der natürlichen Umwelt muss primär im UvB erfasst werden:

1. In der Zustandsanalyse der bestehenden Umwelt 2. in der Zustandsprognose über die künftige Umweltbeschaffenheit ohne Ausführung der vorgeschlagenen Massnahme 3. in der Darstellung der Umweltauswirkungen als Zustandsprognose unter Einbezug der geplanten Bundesmassnahme (insb. weil auch sekundäre, indirekte od.kumulative sowie ungewisse Umweltauswirkungen erfasst werden müssen, welche für die Beeinflussung des Klimas vor allem von Bedeutung sein dürften). Nun habe ich aufgezeigt, was möglich ist und Ihnen gewissermassen den Speck durch den Mund gezogen, wie die UVP auch in der Schweiz bei der Planung Anwendung finden könnte. Dabei müsste das Klima in jedem Fall als Teil der natürlichen Umwelt Berücksichtigung finden. Ich muss Sie nun auf den Boden der Realität zurückführen: Das kommende schweiz.Bundesgesetz über den Umweltschutz beschränkt die Anwendung der UVP auf ortsfeste öff. und priv. Anlagen, die die Umwelt erheblich belasten. Der Kreis der betroffenen Anlagen wird vom Bundesrat auf dem Verordnungsweg festgelegt. Allein die Planung dieser konkreten Anlagen (wie Verkehrsanlagen, grosse Industrieanlagen, Energietransportanlagen, Schiessplätze usw.) soll der UVP unterstellt werden, wobei Gesamtplanungen im allg.Sinn meiner Begriffsbestimmung auf regionaler, kant. oder Bundesebene nicht erfasst werden. Die Berücksichtigung des Faktors Klima wird sich bei der UVP schweiz. Musters also auf die in der Verordnung zu bestimmenden "Anlagen" beschränken.

Kurzzusammenfassung: 1. Der UvB enthält die umfassende Ueberprüfung der Umweltfolgen einer vorgesehenen Bundesmassnahme und dient der zuständigen Bundesbehörde als ökologische Entscheidungsgrundlage. 2. Die UVP bietet sich als Instrument an, planerische Prinzipien operationell zu machen. 3. Der Faktor Klima muss in der UVP unter den abiotischen Faktoren der natürlichen Umwelt Beachtung finden.

B. Messerli:

Wenn die Schweiz ein rechtliches Instrument im Sinne der amerikanischen UVP hätte, würde man dann Planungsentscheide ohne sorgfältige Grundlagenbearbeitung (ökologische und insbesondere klimatologische Grundlagen) verhindern können (z.B. Industriezone und Autobahn bei Biel gemäss den Ausführungen von Herrn Berz)?

L. Carrel:

Wie erwähnt, macht ein verspätet abgeschlossener Bericht den Zweck der UVP und damit die Zielsetzung des NEPA zunichte. Der gesetzliche Auftrag an die Bundesbehörden ist eindeutig: der Bericht muss abgeschlossen sein, bevor über die Durchführung der Massnahmen entschieden wird. Wird diese Verfahrensbestimmung missachtet, kann der Bericht gerichtlich angefochten werden, wobei die Gerichte es als eine ihrer vordringlichsten Aufgaben angesehen haben sicherzustellen, dass die UVP nicht zur nachträglichen Rechtfertigung eines bereits beschlossenen Vorhabens benutzt wird. Nach Abschluss der UVP kann ein Entscheid der Bundesbehörde gerichtlich am erfolgreichsten mit der Behauptung angefochten werden, der Bericht sei "unzulänglich". Nach geltendem Richterrecht haben die Behörden bei der Abfassung des Berichts die Massnahme sowie die Umweltfolgen nach einer interdisziplinären, systematischen Ueberprüfung in angemessenem Umfang, sachlich, verständlich, ausführlich, zeitgerecht, unter Berücksichtigung der Oeffentlichkeit und negativer Kommentare darzustellen.

H. Karrasch:

Sie haben die positiven Aspekte der "Environmental Impact Statements" betont, die Modellcharakter auch für andere Länder besitzen. Man sollte freilich nicht übersehen, dass auch in den USA methodische Unzulänglichkeiten - vor allem in der Prognose - die Praxisrelevanz in Frage stellen, z.T. auch ein zu geringer Zeitaufwand für notwendige Untersuchungen. Aber das sind Anfangsschwierigkeiten. In welchem Verhältnis stehen eigentlich die Kosten der EIS zu den Gesamtkosten des Projektes?

L. Carrel:

Die Qualität der Berichte liess in den ersten Jahren nach Inkrafttreten des Bundesgesetzes tatsächlich zu wünschen übrig. Eine Ende 1975 abgeschlossene, umfangreiche Studie des "Council on Environmental Quality" kommt zum Schluss, dass sich die Qualität der Berichte bedeutend verbesserte. Dies hatte auch zur Folge, dass die Gerichte weniger häufig einschreiten mussten. Mit zunehmender Fachkenntnis und Erfahrung nimmt zudem die Ausführlichkeit der Berichte sowie die Kosten zu ihrer Erstellung ab. Zur weiteren qualitativen Verbesserung der Berichte hat Präsident Carter den Council on Environmental Quality angewiesen, neue Ausführungsbestimmungen zu erlassen, welche die übermässige Ausführlichkeit zugunsten einer wirkungsvollen UVP eindämmen sollen. Ein Entwurf liegt seit dem 31.5.78 vor: es ist vorgesehen, die Seitenzahl der Berichte auf 150 bzw. 300 S. für komplexe Untersuchungen zu beschränken. Die Kosten der Behörden für die Abfassung eigener Berichte und Kommentierung von Berichten anderer Bundesbehörden, bewegen sich durchschnittlich bei 1 % des jeweiligen jährlichen Budgets. Die Bundesverwaltung beurteilt die von der UVP zusätzlich verursachten Kosten im Vergleich zu denjenigen Umweltkosten, welche aus der Nichtberücksichtigung von Umweltfaktoren resultieren können, als nicht ins Gewicht fallend.

KLIMAGERECHTE S PLANEN

F. HADER, Perchtoldsdorf , Österreich.

Klimagerechtes Planen beachtet den Umstand, daß sich Wetterwirkung an allen in der Lufthülle lebenden Organismen beobachten läßt, weil hier das Wetter eine Funktion ständigen Wechsels zwischen Wassergehalt und Luftwärme darstellt (1). Die Rückwirkung des Lebens auf die Umwelt und das Wetter erfolgt im Niveau gehobener menschlicher Tätigkeit indirekt mittels Technik und Wirtschaft in dem Bestreben den Organismus vor Wetterunbill im weitesten Sinne der Bedeutung zu schützen.

Demnach bedeutet klimagerechtes Planen jegliche Aktivität zur Erhaltung optimaler Klimagunst oder deren Begründung durch wohlüberlegte Eingriffe in die jeweiligen landschaftlichen Gegebenheiten durch zeitgerechtes Erkennen des klimabedingten Risikos. Deshalb muß schon von der Auftraggebenseite her Bereitschaft bestehen mehrere Varianten auf ihr klimabedingtes Risiko zu überprüfen. Wie K. GERTIS (2) in Merksätzen über klimagerechtes Bauen aufzeigt, ist jegliche Planung unseriös, die keine Varianten anbietet. Erst die Vorgabe von Varianten kann Verhärtungen im Planungsprozeß entschärfen.

Überlegungen zum klimabedingten Risiko (3) gründen sich im Stadium der Regionalplanung (Landes- und Stadtplanung) überwiegend auf Daten aus dem Makroklima. Besonders bei Planungen im Bergland dürfen jedoch ergänzende Daten aus dem Mesoklima nicht fehlen. Zweifelsohne dominieren Werte des Mesoklimas im Städtebau, dem zweiten Planungsstadium. Ist doch das Stadtklima ein Prozeß, der der jeweiligen technischen und wirtschaftlichen Entwicklung nachfolgt.

Erst das dritte Planungsstadium, Standortwahl und Bauplanung im engeren Sinne, verlangt vorwiegend Daten des Mikroklimas. Da das Mikroklima witterungsabhängig wechselhafte Ausformungen zeigt, bedarf es in diesem Planungs-

stadium außerdem hinreichender Versorgung mit Angaben aus dem Makro- und Mesoklima. Wenn allerdings von Regionalplanung und Städtebau Vorleistungen zur Bewertung des klimabedingten Risikos unterblieben sein sollten, dann können solche Risiken bei einer klimatologisch noch so gut fundierten Bauplanung oft kaum ausreichend gemildert werden.

Zu wenig Bedeutung wird dem Umstand beigemessen, daß die Realisierung von Planungsvorhaben dem meist beengten Finanzierungsspielraum gerecht werden muß, dessen wirtschaftliche Nutzung auch einer Optimierung der Bauzeit bedarf. Klimagerechtes Planen setzt Methoden voraus, die es gestatten das aus der Witterungskomponente zu erwartende durchschnittliche Erfordernis finanzieller und/oder bautechnischer Art besonders für den Straßenbau und Bauvorhaben im Gebirge prozentuell abzuschätzen und regional zu vergleichen.

Führt doch die zunehmende Mobilität bei der Übernahme von Bauaufträgen zu Fehleinschätzungen des Zeit- und Kostenaufwandes, weil ortsfremde Anbieter geneigt sind den Arbeitsablauf nach den klimatischen Gegebenheiten des jeweiligen Firmenstandortes zu beurteilen. Soweit sich Bauunternehmer dieses Mangels bewußt sind, unterschätzen sie die erforderliche Länge des Beobachtungszeitraumes. So H. LEITHÄUSL (4), der vorschlug den Amortisationszeitraum der Baumaschinen für die Abschätzung des klimabedingten Risikos heranzuziehen und der Einfachheit halber zehnjährige Beobachtungsreihen daraufhin auszuwerten.

Dazu kommt, daß es sich im Laufe der Bauzeit um fallweise eintretende witterungsbedingte Arbeiterschwernisse handelt, die jede für sich keinen arbeitshemmenden Schlechtwettertag ergeben müssen. Divergierende Auffassungen darüber sind deshalb zwischen Bauschaffenden und Bauherrschaft die Regel, weshalb auch hierfür außer Streit zu stellende kombinierte Klimadaten für Bauauschreibungen erforderlich erscheinen.

Es wurden deshalb Überlegungen zu einer Gewichtung solcher Klimadaten angestellt, die zur Festlegung einer witterungs-

bedingten Zahlenangabe führten (5). Hierzu wurden Daten gewählt, die von staatlichen Wetterdiensten laufend publiziert werden und so leicht zugänglich sind. Die Gewichtung erfolgte so, daß die in den Alpenländern der gängigen Vorstellung von Schlechtwetter zugeordneten Klimadaten (Zahl der Tage mit Niederschlagshöhen ≥ 0.1 mm: Gewicht 0.1, vermehrt um die mit Niederschlagshöhen ≥ 1.0 mm: Gewicht 0.5, Schneefall: Gewicht 0.2, Nacht- und Morgenfrost: Gewicht 0.2) ein Gesamtgewicht von 1.0 ergeben, daher bei gemeinsamen winterlichem Auftreten einen Schlechtwettertag ergeben.

Die Tagesniederschlagshöhen wurden deshalb bereits ab 0.1mm berücksichtigt, weil auf kurze Distanzen oft erhebliche Unterschiede in der Niederschlagsergiebigkeit vorkommen, das Meßergebnis jedoch auch für Arbeitshemmnisse in weiterer Umgebung des Meß-Standortes repräsentativ bleiben soll, was die Außer-Streit-Stellung einfacher gestaltet. Zu den verwendeten Klimadaten kommen noch, sozusagen als Verstärkereffekte, mit je 0.1 Gewicht die Zahl der Tage mit Dauerfrost, Schneedecke, Nebel, Sturm und mit Hitze (Sommertage), die jeweils für sich allein aber auch gemeinsam mit anderen gewichteten Klimadaten vorkommen können. Die Gesamtauswahl erfolgte so, daß diese kombinierten Klimadaten jeweils auch andere Ereignisse implizieren, wie Glatteis, witterungsbedingte Änderungen in der Tragfähigkeit des Bodens, Abfall der Motorenleistung u.a.m.

Der für einen Zeitabschnitt von mindestens Monatslänge berechnete Wert drückt den Witterungseinfluß als eine Summe von Tagen aus, der die Gesamtzahl der Kalendertage des gleichen Zeitabschnittes als theoretische wetterunabhängige Soll-Leistung gegenübersteht. Die Differenz beider Größen gibt die witterungsbedingte Leistung in Tagen an. Um den Eindruck zu vermeiden, daß es sich hierbei für den Rest dieses Zeitraumes um Schlechtwettertage handeln könnte, während tatsächlich nur die über den ganzen Zeitraum verteilten, graduell unterschiedlichen, witterungsbedingten Arbeitshemmnisse zu Tagen summiert werden, wurden die An-

gaben über die jeweilige witterungsbedingte Leistung in Prozent oder Promille der wetterunabhängigen Soll-Leistung gemacht.

Für das in Arbeit befindliche Projekt "Das österreichische Klimadatenbuch" (6) wurden für 144 Standorte "Tafeln örtlicher Witterungs-Indices" berechnet, die den für Klimadaten bundesdeutscher und österreichischer Normen derzeit verwendeten 20jährigen Beobachtungszeitraum 1951-1970 umfassen (7). Ein Ausführungsmuster dieser Tafeln bringt vorliegender Bericht. Die Tafeln umfassen nicht nur das Dauersiedlungsgebiet, sondern auch Mittel- und Hochgebirgsstandorte (8).

Literatur:

- (1) H. KÜGLER, Medizin-Meteorologie nach den Wetterphasen.- München 1972
- (2) K. GERTIS u.a., Klimagerechtes Bauen.- Die Bautechnik 54 (1977), Berlin.
- (3) F. HADER, Die Verwertung klimatischer Grundlagen für die Bauplanung in größeren Ansiedlungen.- Wohnbauforschung in Österreich Jg. 1967, Wien.
- (4) H. LEITHÄUSL, Zur Klimakomponente im Erdbau.- In: Beiträge zu Problemen der Bodenmechanik im modernen Straßenbau, Linz 1961.
- (5) F. HADER, Transformierte Klimadaten in der Zeitplanung von Außenarbeiten im Bauwesen.- Wetter und Leben 30 (1978), Wien.
- (6) S. SCHWARZL, Anforderungen an Klimadatenbücher.- Wohnbauforschung in Österreich Jg. 1979, Wien.
- (7) F. HADER, Tafeln örtlicher Witterungs-Indices für die Bauzeitbemessung in Österreich. - (Manuskript für das Projekt "Das österreichische Klimadatenbuch").
- (8) F. HADER, Transformierte Klimadaten als Entscheidungshilfen bei der Bauzeitbemessung in alpinen Hochlagen.- (Beitrag für "Interprävent 1980-Bad Ischl", z.Zt. im Druck).

INNSBRUCK - Flughafen, 47°16 N, 11°21 E, 578 m: 1951-1970

Witterungsbedingte Leistung in Promille der wetterunabhängigen Soll-Leistung.

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Jahr	Wi	Fr	So	He	WS	SS
Mittel- und Extremwerte (%)																			
Mittel	405	438	589	684	713	635	662	665	749	758	636	456	614	443	662	649	715	540	694
Maximum	597	732	790	783	829	720	771	761	833	906	780	684	665	640	732	696	805	623	749
Minimum	239	86	381	523	619	510	597	590	623	574	407	190	561	342	529	615	573	423	660
Häufigkeitswerte																			
Zahl der Fälle																			
Promille von bis																			
0 124	•	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
125 249	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•
250 374	8	4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3	•	5	•	•	•	•	•
375 499	7	7	2	•	•	•	•	•	•	•	3	6	•	12	•	•	•	3	•
500 624	4	6	11	3	1	8	7	6	1	4	4	9	12	2	4	5	1	17	•
625 749	•	1	6	12	14	12	12	12	9	5	10	1	8	1	16	15	14	•	20
750 874	•	•	1	5	5	•	1	2	10	10	3	•	•	•	•	•	5	•	•
875 999	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1951-1970: Fr=Frühling(03-05), So=Sommer(06-08), He=Herbst(09-11), SS=Sommersaison(05-10)																			
1950/51-1969/70: Wi=Winter(12-02), WS=Wintersaison(11-04).																			

LE ROLE DE LA CLIMATOLOGIE DANS LA GESTION DE L'AIR

A. Junod

Institut suisse de météorologie, Payerne

1. Introduction

Le titre de cet exposé et le thème général du présent Congrès font intervenir trois notions fondamentales

- climat / climatologie
- planification
- gestion de l'air

Suivant le contexte dans lequel elles sont employées, ces notions peuvent prendre des significations différentes et embrasser des domaines plus ou moins vastes. Pour la bonne compréhension de cet exposé, il est indiqué de préciser, par les commentaires qui suivent, le sens retenu pour ces trois notions.

1.1. Notion de climat

Selon une définition de l'Organisation météorologique mondiale /1/,

"Climat: ensemble fluctuant des conditions atmosphériques caractérisé par les états et les évolutions du temps au cours d'une période suffisamment longue dans un domaine spatial déterminé".

Bien que cette définition se trouve dans un document datant de 20 ans passés, elle contient certains éléments essentiels qui conservent toute leur pertinence. Ainsi, sans préjuger des méthodes utilisées pour décrire un climat, la définition de l'OMM relève le caractère fluctuant intrinsèque du climat, qui devrait donc apparaître dans toute description, par des écarts-types par exemple, sachant qu'une représentation à l'aide de moyennes seulement serait insuffisante. Par ailleurs, la mention des évolutions du temps, et pas seulement de ses états, est importante car elle souligne que les états du temps (représentés par des valeurs horaires par exemple) ne sont pas interchangeables, comme le laisserait supposer une représentation du climat réduite à des distributions de fréquences. La prise en considération d'épisodes, formés de successions typiques d'états du temps, fait partie intégrante d'une description de climat.

Essentielle également est la mise en relation de la notion de climat avec un domaine spatial déterminé. Il convient d'emblée de remarquer que l'espace comporte 3 dimensions et que la prise en considération de la verticale se révèle comme étant essentielle dans un nombre croissant d'applications, notamment chaque fois que les

échanges verticaux de masse ou d'énergie sont en cause. D'autre part, les données provenant du domaine spatial choisi doivent permettre d'évaluer les fluctuations dans cette portion d'espace aussi bien que dans le temps. Si, dans le passé, de nombreuses études climatologiques sont restées confinées près du sol, et parfois en un lieu quasi ponctuel, c'est que les données provenant des réseaux d'observations conventionnels ne fournissaient pas d'informations permettant de briser ce cadre.

Pour déterminer le domaine spatial dont on veut étudier le climat, il convient de prendre en considération les échelles d'espace et de temps des phénomènes météorologiques qui intéressent (voir Fig. 1, adaptée de Oke /2/). Le domaine d'échelle "mésos" est qualifié parfois aussi de régional lorsqu'on se réfère à une topographie donnée, une grande vallée par exemple. Les différentes échelles comportent des plages de recouvrement, aussi bien selon l'horizontale que dans le temps. Quant à la dimension verticale des phénomènes météorologiques, elle présente une marque importante à la face supérieure de la couche limite planétaire, couche d'épaisseur variable (de 100 m à 2 km environ) dans laquelle se font sentir les influences du sol sur des périodes allant jusqu'à un jour (voir zone ombrée de la Fig. 1).

Revenant à la définition du climat selon l'OMM, on peut lui trouver une certaine faiblesse dans le fait qu'elle réclame sans plus "une période suffisamment longue" pour la prise en considération de l'ensemble fluctuant des conditions atmosphériques. S'il est vrai qu'un cycle annuel constitue une limite inférieure pour une description climatique, il convient de se montrer critique à l'égard de notions telles que des "normales" climatiques, des moyennes étendues sur des périodes arbitraires de 30 ans ou leurs multiples. Les études de ces dernières années sur les changements climatiques, en particulier sur ceux dus aux activités humaines, ont montré que l'analyse des variations climatiques devait se faire sans idée préconçue sur une soi-disant stabilité du climat, mais en exploitant au mieux les possibilités offertes par les méthodes statistiques d'une part, les modèles climatiques d'autre part.

La notion de climat ne se restreint pas aux considérations physiques qui précèdent. Il est d'usage également (voir par exemple Oke, loc. cit.) de parler du climat d'un couvert végétal, ou du climat d'un animal, en faisant intervenir explicitement les échanges (d'énergie, d'eau, etc) entre l'environnement atmosphérique et l'espèce vivante considérée. Notons enfin, mais sans prétendre être complet, que les caractéristiques topographiques d'un domaine, et pas seulement son extension spatiale, sont déterminantes pour la description du climat. On distingue ainsi les climats d'un désert de sable, d'un lac, d'une zone montagneuse, d'une grande vallée.

Cette diversité d'acceptations de la notion de climat se retrouve dans une autre définition de l'OMM /1/,

"Climatologie: étude des climats (causes, variations, répartitions, types, etc)."

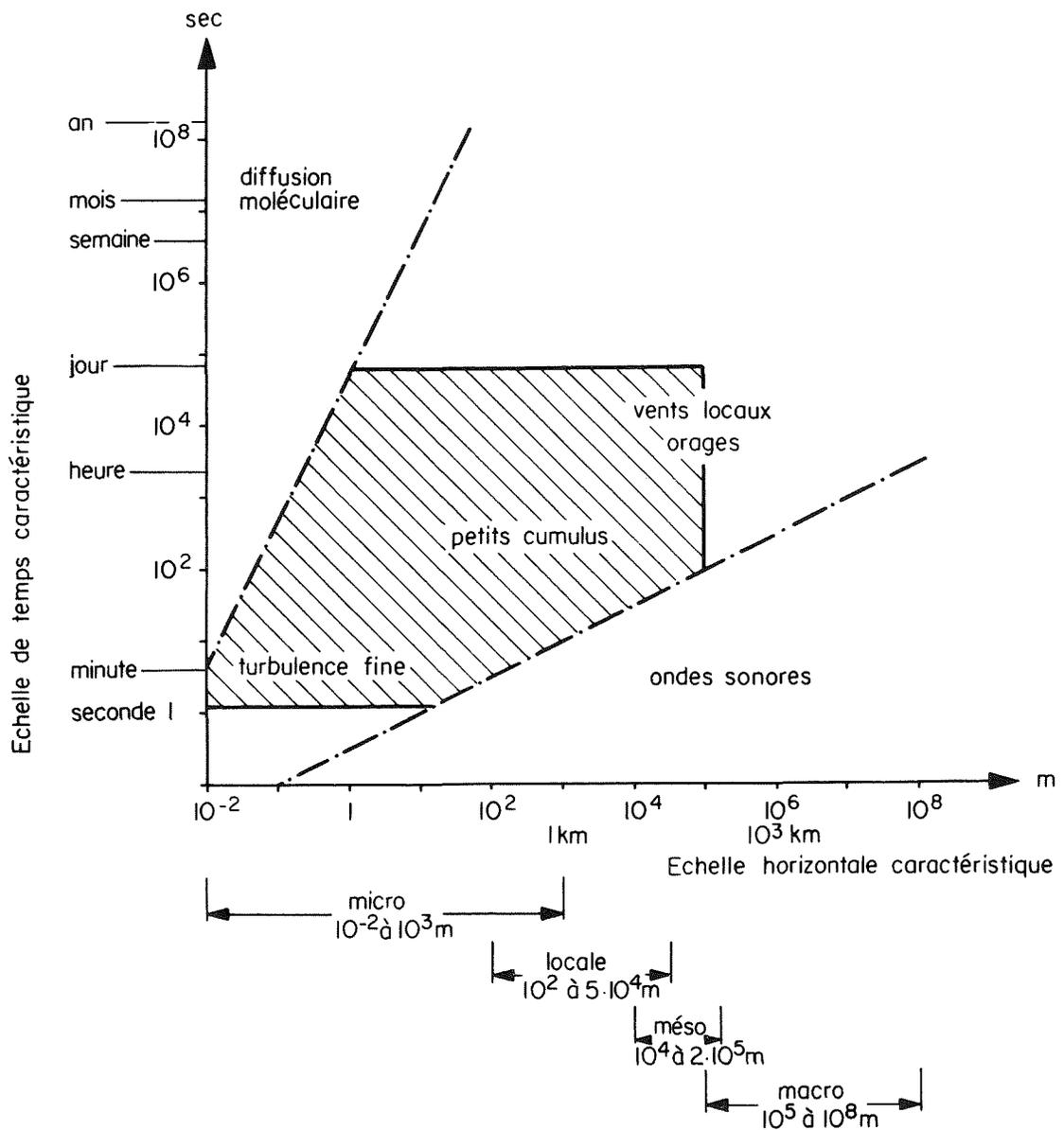


Figure 1

Echelles de temps et d'espace caractéristiques de quelques phénomènes atmosphériques. La zone ombrée désigne le domaine particulier de la couche limite planétaire.

1.2. Notion de planification

Cette notion très générale demeure abstraite si l'on s'en tient à la définition courante, organisation selon un plan, mais s'éclaire quelque peu lorsqu'on note qu'elle "consiste à déterminer des objectifs précis et à mettre en oeuvre les moyens propres à les atteindre" /3/. Les divers exposés de ce Congrès permettront de se faire une image concrète de la planification au travers des diverses applications où interviennent les connaissances et données climatologiques. Je me bornerai ici à une remarque fondamentale: les objectifs de la planification visent non seulement des aménagements (urbains, industriels, agricoles, etc) quant à leur localisation et leur structure mais s'adressent tout aussi bien à la préparation des modalités d'utilisation, d'exploitation de ces aménagements (par exemple, contrôle des émissions d'une installation polluante). Cette précision doit faciliter la connexion avec la troisième notion qui sera brièvement commentée, celle de gestion de l'air.

1.3. Notion de gestion de l'air

Dans un exposé présenté à la Conférence mondiale sur le climat (Genève 1979), des auteurs chinois /4/ utilisent systématiquement l'expression "ressources climatiques", qui désigne notamment l'énergie solaire parvenant au sol ainsi que les précipitations. La conception du climat, et dès lors de l'atmosphère, en tant que ressource naturelle se heurte à diverses critiques sitôt que l'on cherche à tirer un parallèle entre l'air et l'eau. Bien que le cycle de l'eau comporte une phase atmosphérique qui échappe complètement aux influences humaines (essais de modification des précipitations mis à part), les phases terrestre de ce cycle se prêtent bien à l'aménagement et à l'exploitation rationnels par l'homme, donc à une activité de gestion typique d'une ressource. Il s'agira par exemple de disposer de quantités données d'eau potable ou d'eau à des fins d'irrigation durant certaines périodes. Dans le cas de l'air, il n'est pas question de disposer de telle ou telle quantité d'air à des fins de consommation ou autre. A vues humaines, l'air devrait encore longtemps suffire quantitativement aux besoins humains! Ce qui est en jeu, c'est d'une part la qualité de l'air, c'est-à-dire sa composition, et d'autre part l'adéquation des conditions atmosphériques, et de leur ensemble: le climat, au bien-être et aux activités de l'homme dans son milieu. Mais il est vrai également que l'atmosphère recèle un potentiel d'utilisation, en matière de production d'énergie notamment. Outre l'énergie solaire déjà mentionnée, on citera ici l'énergie éolienne.

Les climats des différentes parties du globe sont interdépendants. L'homme moderne a d'ores et déjà acquis le pouvoir de modifier, volontairement ou pas, le climat à l'échelle locale et, dans une moindre mesure, à l'échelle régionale. On peut sérieusement penser que la poursuite du développement des activités humaines pourrait bientôt conduire à des modifications de climat touchant l'ensemble

du globe, mais se manifestant de façon différente d'une région à l'autre. Dans cette perspective, la notion de gestion de l'air s'applique à l'utilisation rationnelle des connaissances météorologiques en vue d'exploiter sans dommage les ressources de l'atmosphère, et afin de sauvegarder la qualité de l'air et le climat.

Le rôle de la climatologie à proprement parler dans la gestion de l'air sera illustré par deux exemples, le premier relatif à un problème d'atteintes éventuelles au climat d'une région, le second touchant l'exploitation de l'énergie éolienne.

2. Influences des activités humaines sur un climat régional

Les activités humaines interfèrent avec les flux d'énergie naturels et peuvent dès lors influencer sur le climat tel qu'il a été défini précédemment. Si l'on considère le problème à l'échelle globale, il est évident que les moyennes, écarts-types, distributions et autres grandeurs statistiques décrivant le climat pourront être calculées de façon consistante alors que des difficultés surgissent lorsqu'on considère l'échelle régionale. Dans ce dernier cas, les processus se déroulant à l'extérieur de la région influent sur les phénomènes se produisant à l'intérieur, ce qui rend moins significatives les grandeurs statistiques rapportées à la région. Des limites physiques ainsi que des conditions aux limites appropriées doivent être définies.

C'est avec ces difficultés à l'esprit qu'a été lancée l'étude CLIMOD, dès 1975, qui s'attache à évaluer les possibilités de modifications climatiques dues aux activités humaines dans la région du haut Rhin située entre Bâle et l'embouchure de l'Aar - soit environ 50 km d'extension horizontale - et comprise entre Jura et Forêt-Noire. La motivation de cette étude tient essentiellement au fait que trois centrales nucléaires équipées de tours de refroidissement sont, l'une, en construction, les deux autres, projetées, dans la région considérée. D'autre part, une comparaison s'impose avec les effets climatiques des projets de développement urbain et industriel de cette même région. Les moyens d'investigation retenus comprennent la modélisation physique et mathématique des écoulements régionaux dans la couche limite planétaire ainsi que l'acquisition des données météorologiques pertinentes dans cette tranche d'atmosphère. Ces données comprennent aussi bien les longues séries disponibles de données conventionnelles près du sol (la série de mesures de la température à l'Observatoire de Bâle remonte à 1755) que des séries récentes de données spéciales (vent, température, humidité) obtenues sur tours météorologiques jusqu'à 150 m/sol et par ballon captif dans toute l'épaisseur de la couche d'échange.

Les résultats obtenus à ce jour /5/ montrent que les modifications climatiques possibles concernent essentiellement les régimes de vent locaux près de Bâle, l'extension des brouillards élevés dus à une superposition éventuelle des panaches des tours de refroidissement et, bien que plus improbable, le déclenchement de précipitations. Les si-

tuations météorologiques où de tels effets peuvent se produire sont appelées "situations critiques" et se résument aux trois catégories principales

- a) haute pression avec subsidence et inversion
- b) faibles gradients horizontaux de pression et vents faibles
- c) faibles vents et ciel couvert

Un trait commun de ces trois situations est l'absence de vent fort lié à la circulation générale, qui oblitérerait tout effet anthropogène observable.

Outre les difficultés propres à la modélisation, sur lesquelles nous ne nous étendrons pas ici, des obstacles surgissent quant aux possibilités d'évaluer quantitativement l'importance des modifications climatiques dues aux activités humaines et d'en donner une interprétation climatologique fiable. Ces obstacles sont de diverses natures, comme le montrent les exemples qui suivent.

Admettons que, dans des situations dites critiques, les précipitations sous le vent d'une ville augmentent par suite de ses rejets de chaleur et de polluants. Il s'agirait d'établir, non seulement quelle est la fréquence de telles précipitations supplémentaires, mais aussi de quelle façon la répartition spatiale des précipitations est modifiée et quelles sont les répercussions sur la statistique correspondante aux différents endroits de la région. A cet égard, il est clair qu'on ne saurait considérer seulement les moyennes, mais que les extrêmes notamment auront une grande importance.

Comme déjà indiqué, les diverses données météorologiques à disposition appartiennent à des séries de longueur très différente, et proviennent de stations plus ou moins proches et plus ou moins bien équipées. Le problème posé étant: évaluer les modifications éventuelles du climat par rapport aux conditions actuelles, on se trouve confronté à la question: jusqu'à quel point les longues, voire très longues séries ponctuelles sont-elles adéquates pour définir ces "conditions actuelles", et comment tirer le meilleur parti, à la fois de ces données anciennes, isolées dans l'espace, et des données récentes, plus denses et plus complètes. La réponse ne peut, à notre avis, se trouver par des voies purement statistiques mais doit s'appuyer sur des possibilités suffisantes de modélisation des processus météorologiques importants à l'échelle de la région.

Malgré les efforts considérables accomplis pour rassembler les données météorologiques requises lors des situations critiques, des lacunes importantes subsistent qui entravent la comparaison des "outputs" des modèles avec la réalité, en particulier celle des écoulements tridimensionnels dans la région étudiée. Les profils de vent et de température sont, vu les limitations pratiques, échantillonnés de façon discontinue dans le temps et restent localisés. Les données en altitude obtenues selon des traverses horizontales par planeur motorisé sont aussi limitées. Ces lacunes dans les données en altitude, déjà gênantes lorsqu'il s'agit de documenter une situation particulière, le sont encore davantage lorsqu'on se propose de faire une élaboration climatologique.

Malgré toutes ces difficultés, des progrès peuvent être attendus des

études qui se poursuivent dans le cadre du projet CLIMOD, en particulier en ce qui concerne l'intégration des données microaérogologiques dans les descriptions climatiques de la région.

3. Exploitation de l'énergie éolienne

Dans son rapport de 1977 à l'OMM sur les aspects météorologiques de l'exploitation de l'énergie éolienne, L. Olsson/6/relève que l'information météorologique requise est la plupart du temps très insuffisante, car elle est encore basée essentiellement sur des données de vent conventionnelles obtenues généralement à 10 m/sol. Or le développement de systèmes modernes de générateurs à énergie éolienne fait appel à la connaissance détaillée de la structure du vent dans la couche de 50 - 200 m/sol. Des informations complémentaires sur d'autres paramètres que le vent, tels que température, humidité, précipitations sont également nécessaires pour les besoins de la construction des éoliennes.

Le calcul des données pertinentes de vent à 50 - 200 m/sol à partir des données recueillies à 10 m/sol est en principe possible si l'on connaît la forme du profil vertical du vent et ses variations dans l'espace et dans le temps en fonction de la nature (rugosité) du sol et de la stabilité thermique de l'atmosphère, notamment. Ces relations font partie des modèles de la couche limite planétaire, y compris ceux qui rendent compte des brises et autres systèmes de vents locaux et régionaux. Si d'importants progrès ont été accomplis dans ce domaine au cours des dernières décennies, l'application des connaissances actuelles ne permet pas de passer, de façon routinière, du climat du vent près du sol à la connaissance appropriée de l'écoulement atmosphérique à 50 - 200 m/sol, s'il l'on considère l'ensemble d'un territoire topographiquement aussi diversifié que celui de la Suisse. Une méthode développée en Suède pour effectuer ce passage est prévue essentiellement pour la partie non montagneuse du pays.

Dans le sens de la gestion de l'air - ici de l'exploitation des ressources énergétiques éoliennes - une analyse particulièrement importante est celle de la fréquence d'occurrence des faibles vitesses du vent, soit celles inférieures au seuil de démarrage des génératrices éoliennes. Plus précisément, il s'agit d'évaluer la probabilité pour que la vitesse du vent dépasse ce seuil en au moins un site de production d'énergie éolienne, parmi plusieurs, dans une région donnée. La "probabilité de superposition" ainsi définie peut être exprimée selon différentes échelles temporelles: heure, jour, semaine et constitue une information de grand intérêt pour la planification lorsque les installations éoliennes productrices d'électricité sont interconnectées avec d'autres types de générateurs: thermiques ou hydrauliques, affectés de périodes d'indisponibilité de nature différente. Et si, de plus, il est possible de mettre en oeuvre des méthodes fiables de prévision de la vitesse du vent d'une heure à quelques jours à l'avance, d'intéressantes perspectives s'ouvrent à l'exploitation optimale d'un système de production intégré, en tirant parti des possibilités de "stockage indirect" offertes par les différentes composantes du système.

4. Conclusions

Les deux exemples traités - modifications d'un climat régional par les activités humaines et exploitation de l'énergie éolienne - ont montré l'importance capitale d'une connaissance et d'une prise en considération adéquates de la couche limite planétaire. Or les données de mesures et d'observations sur cette couche, et notamment celles qui seraient assez denses, dans le temps et dans l'espace, pour convenir à une description climatologique d'ensemble font singulièrement défaut. Comme la mise en oeuvre des moyens instrumentaux propres à combler entièrement cette lacune serait d'un coût prohibitif, sans parler d'autres inconvénients, il semble que la méthode la plus judicieuse pour élaborer l'information climatologique requise consiste à combiner des séries discrètes de mesures et d'observations spéciales, en altitude particulièrement, avec les longues séries de mesures près du sol en utilisant une modélisation semi-empirique de la couche limite atmosphérique dans un domaine présentant une homogénéité topographique suffisante.

Cette procédure peut cependant être assez longue, car elle demande une validation soigneuse, impliquant une variété étendue de situations, de la modélisation développée.

Pour terminer, je citerai une définition très récente du climat, puisque datant de février 1979, adoptée par le groupe d'experts chargé de tirer les conclusions de la Conférence mondiale sur le climat/7/:

"Le climat est la synthèse des conditions météorologiques régnant durant une période suffisamment longue pour qu'il soit possible d'établir des propriétés statistiques (valeurs moyennes, variances, probabilités d'occurrence de conditions extrêmes, etc.), et il ne dépend guère d'un quelconque état instantané".

Comparée à l'ancienne définition de 1959 citée au début de cet exposé, la nouvelle version apporte quelques précisions sur l'usage de la statistique et la notion intéressante d'indépendance à l'égard d'un état instantané, mais elle oublie de façon curieuse la référence, à notre avis essentielle, à un domaine spatial déterminé.

Bibliographie

- /1/ Organisation météorologique mondiale: Vocabulaire météorologique international, Genève, 1959.
- /2/ T.R. Oke: Boundary Layer Climates, Methuen & Co Ltd, London, 1978.
- /3/ Petit Robert, Paris, 1973.
- /4/ Chang Chia-cheng et al.: Etude des changements climatiques et exploitation des ressources climatiques en Chine, Conférence mondiale sur le climat, OMM, Genève, février 1979.
- /5/ Eidg. Kommission Meteorologie des schweizerischen Gebietes Hochrhein/Oberrhein: Möglichkeiten regionaler Klimaveränderungen durch menschliche Einwirkungen, 2. Zwischenbericht über das Projekt CLIMOD, September 1978.
- /6/ L.E. Olsson: Applications of meteorology to the development of atmospheric energy resources, Report to CoSAMC VII, SMHI, Norrköping, March 1977.
- /7/ Organisation météorologique mondiale: Conférence mondiale sur le climat, Déclaration et documents ennexes, Genève, février 1979.

L. Bridel:

Vous avez souligné le progrès des connaissances météorologiques - probabilités liés à certains situations de temps - mais il reste une large part de recherche pour la géographie climatique (prévision des répartitions spatiales). Quels modèles et quelles données utiliser ou améliorer pour parvenir à ce but.

A. Junod:

Augmenter la densité spatiale et temporelle des mesures près du sol dans des régions test typiques et leur adjoindre des séries choisies de cas en cas, de données en altitude. Mettre au point un modèle semi-empirique de la couche limite de la région (même simplifié) et l'utiliser aux fins "d'interpolation" intelligente.

CH.P. Pégy:

Le conférencier a employé à deux reprises, pour qualifier le climat, le terme de "synthèse". La question à ne pas poser, en raison de ses implications logiques, et peut-être des difficultés de traduction serait peut-être de demander de définir le concept de "synthèse".

A. Junod:

Le concept est, cela est bien connu, très difficile à définir, tout au moins de façon unique, Dans le contexte de mon exposé, je dirais que la synthèse (climatologique) recherchée ne consistera en tout cas pas en la simple juxtaposition des résultats d'élaborations statistiques d'éléments séparés en de groupes d'éléments.

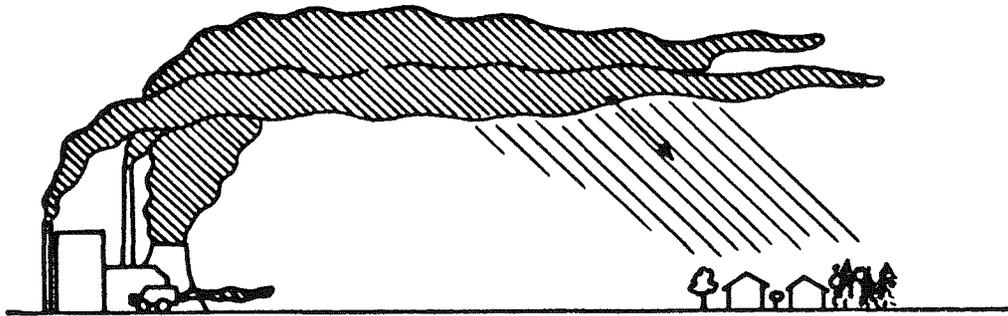
Die topographisch-klimatischen Voraussetzungen als Leitidee zu einem Luftreinhaltekonzept im Kanton Bern

H. Mathys, Bern

1. AUSGANGSLAGE

1.1 Grundlagen der Lufthygiene

Klima und Lufthygiene sind aufs engste miteinander verkoppelt: Die von Schadstoffquellen ausgehenden Luftfremdstoffe (= Emissionen) werden durch bestimmte meteorologische Elemente auf die nähere oder weitere Umgebung verteilt (= Transmission/Diffusion) und gelangen dort zur Ausfällung oder Ablagerung (= Immission). Die wichtigsten meteorologischen bzw. klimatischen Elemente sind dabei der Wind, die vertikale Temperaturstruktur in der untersten Atmosphäre sowie die Niederschläge.



EMMISSIONSQUELLEN

IMMISSIONSGEBIETE

DIFFUSIONS- UND
TRANSMISSIONSELEMENTE

HAUPTKATEGORIEN

1. HAUSBRAND (=Flächenquelle)
2. VERKEHR (=Linienquelle)
3. INDUSTRIE (=Punktquellen)
GEWERBE UND
ANDERE BETRIEBE

AUSBREITUNG/TRANSPORT

1. TOPOGRAPHIE
2. KLIMA
-WINDGESCHEHEN
-INVERSIONEN
-NIEDERSCHLAEGE

EINWIRKUNG

EFFEKTIVE EINWIRKUNG
AUF DEN MENSCHEN
UND SEINE UMWELT

FREMDSTOFFE

- GASFOERMIG
- FLUESSIG
- FEST
- AEROSOLE

WAEHREND DES TRANSPORTES:
CHEMISCHE/PHYSIKALISCHE
VERAENDERUNG DER LUFT-
FREMDSTOFFE
(SYNERGISMUS)

- GASFOERMIG
- FLUESSIG
- FEST
- AEROSOL

EMMISSIONSGRENZ- WERTE

AUSWURFBEGRENZUNG
AN DER QUELLE

MODELLRECHNUNG
MESSUNG

IMMISSIONSGRENZWERTE

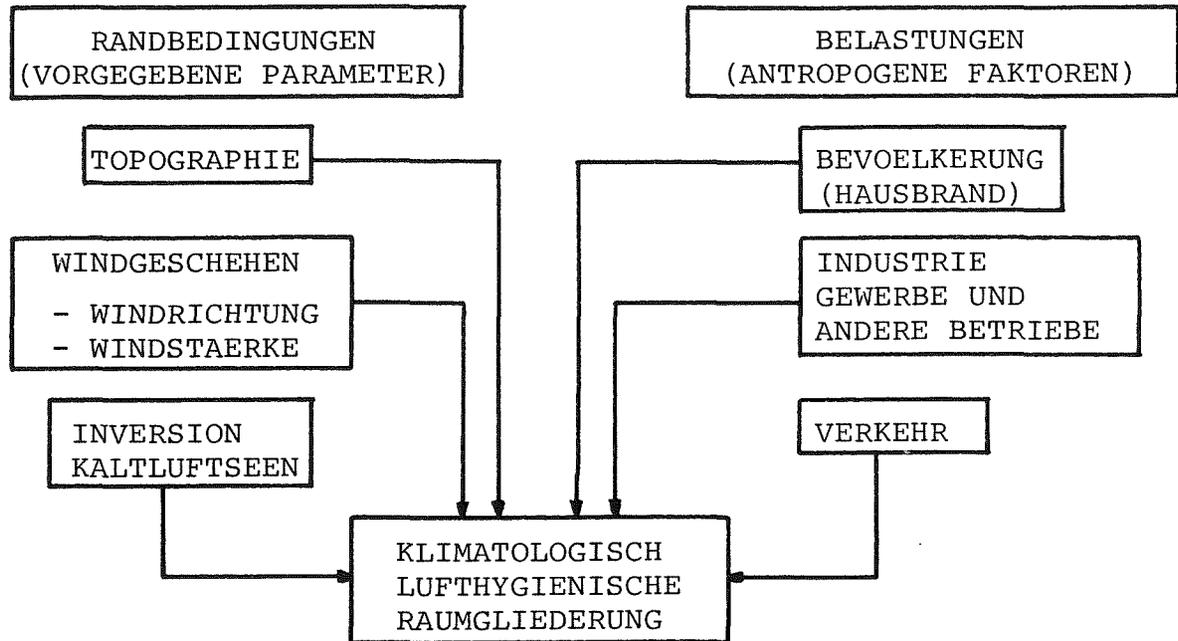
KURZ- ODER LANGFRISTI-
GE VERTRAEGLICHKEIT
FUER DEN MENSCHEN UND
SEINE UMWELT

BEEINFLUSSBAR

UNBEEINFLUSSBAR

UNBEEINFLUSSBAR

Da die für die Lufthygiene relevanten Klimaelemente ihrerseits sehr stark durch die Erdoberfläche (Relief, Bodenbedeckung etc.) geprägt und modifiziert werden, gilt es, den Komplex der Lufthygiene auch unter dem Gesichtspunkt der Topographie zu betrachten. Somit ergibt sich zur Bearbeitung der Lufthygiene folgendes Schema:



2. DIE RANDBEDINGUNGEN ODER DER METEOROLOGISCHE KATASTER

2.1 Topographie

In der Nord-Südabfolge gliedert sich der Kanton Bern in folgende naturräumliche Einheiten auf:

- Jura : Hochplateaus und Höhenzüge des Kettenjuras. Für unsere Betrachtungsweise bedeutungsvoller sind die Längstäler und Beckenzonen sowie die engen Quertäler (Klus).
- Jurafuss-Seeland : Tiefstgelegene Teile des Kantons Bern. Sie stellen einen Teil des schweizerischen Transitkorridors von Südwest nach Nordost dar.
- Tieferes Mittelland : Leicht gewelltes Relief, mit bereits deutlichen Talungen und Senken.
- Höheres Mittelland : Deutliche Höhen und Gipfel, bereits bis über 1000 m ü.M. mit starker Bewaldung (steil), dazwischen breite Sohlentäler, engere Täler und Gräben.
- Voralpen : Ausgeprägte Bergketten mit markanten Tälern; z.T. als Sohlentäler recht breit (Aaretal, Oberhasli etc.).
- Alpen : Verschiedene grössere Täler reichen in ihrem Ursprung bis in die Nordabdachung des eigentlichen Alpenkörpers hinein.

Diese Nord-Südabfolge der verschiedenen Naturräume wird durch Uebergangsformen stark aufgelockert. Die Grenzen zwischen den einzelnen Typen sind nur selten als klare Linien zu erkennen. Im weiteren ist die Durchdringung und Verflechtung der verschiedenen Naturraumtypen gross; so zieht sich beispielsweise das Aaretal als breites Sohlental vom tieferen Mittelland bis in den Alpenkörper hinein.

2.2 Die Windverhältnisse

Winde werden an der Erdoberfläche durch natürliche oder künstliche Hindernisse (z.B. Häuser, Wälder, Hügel, Berge etc.) abgebremst. Zudem werden sie auch stark eingeengt und kanalisiert (Düsen- oder Wirbel-effekte). Den grossräumigen Windsystemen untergeordnet, könne durch die Topographie oder durch die Oberflächenbeschaffenheit auch kleinräumige (lokale und regionale) Windsysteme von weit geringerer Kraft entstehen, z.B. See-Landwind, Berg-Talwind, Hangwinde etc.

Für das Gebiet des Kantons Bern gilt folgende Gesetzmässigkeit:

Am Jurafuss, im Seeland und im tieferen Mittelland herrschen die NE-SW Winde vor. Sie können praktisch unbehindert zirkulieren - wir sprechen von einer guten Ventilation. Je mehr wir uns aber dem Alpenkörper nähern (intensiveres Relief), desto dominanter werden die regionalen Winde (z.B. Bergtalwindsystem z.T. auch Föhneinflüsse) und die lokalen Windsysteme, (Hang- und Schluchtwinde etc.). Sehr oft sind diese Winde wenig mächtig, aber sehr regelmässig und deshalb spielen sie in der Luft-hygiene eine grosse Rolle (z.B. Frischluftzufuhr für einen bestimmten Raum).

2.3 Inversionen

Im Mittel nimmt die Lufttemperatur in den bodennahen Luftschichten mit zunehmender Meereshöhe ab (= negativer Temperaturgradient). Da die Luft jedoch vom Erdboden zusätzlich erwärmt (tägliche Ein- und Rückstrahlung), aber auch abgekühlt wird (nächtliche Ausstrahlung), können in der Atmosphäre Schichtungen entstehen, bei welchen die Temperatur mit zunehmender Meereshöhe ebenfalls zunimmt (= positiver oder inverser Temperaturgradient). In diesem Falle spricht man von einer Temperaturumkehr oder Inversion.

In konkaven Geländeformen (Mulden, Becken, Täler etc.) bilden sich dann eigentliche Kaltluftseen. Am besten werden solche Inversionen durch Nebel (Nebelmeer/Hochnebel, Bodennebel) und durch Reifbildung sichtbar. Mit der Tatsache, dass vertikale Luftbewegungen (Konvektion) durch diese Temperaturumkehr unterbunden werden, erhalten die Inversionen eine grosse lufthygienische Bedeutung: unterhalb und in der Inversionsschicht können sich die Luftmassen kaum mehr erneuern - einmal emittierte Luftfremdstoffe verteilen sich schlecht - das für die Verteilung und Aufnahme von Fremdstoffen zur Verfügung stehende Luftvolumen ist je nach der Mächtigkeit der Inversion stark eingeschränkt. Die Folge davon ist ein nachweisbares Ansteigen (Akkumulation) des Fremdstoffgehaltes in der Luft. Unter diesem Gesichtspunkt kann der Kanton Bern wie folgt aufgegliedert werden:

Jurafuss, Seeland und tieferes Mittelland: Vor allem im Winterhalbjahr sehr häufig, oft längerdauernde Inversionen (eher grossräumig).

Täler des höheren Mittellandes, der Voralpen und des Alpenraumes:
Häufige lokale und regionale Inversionen - eher kurzlebige und kleinräumig.

In den dazwischenliegenden Gebieten, z.B. Emmental, Schwarzenburgerland etc. ist die Inversionshäufigkeit von untergeordneter Bedeutung, sofern nicht lokale Effekte hineinspielen.

3. DIE VORBELASTUNG DURCH ANTHROPOGENE FAKTOREN (EMISSIONSKATASTER)

3.1 Hausbrand (Heizungsanlagen)

Staub (Russ) und Schwefeldioxid sind die hauptsächlichsten Luftfremdstoffe, die bei der Verbrennung an die Atmosphäre abgegeben werden. Im Kanton Bern wurden im Jahre 1977 ca. 220'000 Feuerungsanlagen gezählt.

Das heutige Verteilungsmuster dieser technischen Anlagen ist das genaue Abbild der Bevölkerungsverteilung im Kanton Bern. Diese wiederum ist das Produkt von vielschichtigen Beziehungen und Verflechtungen: Einerseits ist die Bevölkerungsverteilung stark durch die naturräumlichen Voraussetzungen (Becken, Täler, Talmündungen etc.) geprägt und andererseits in der geschichtlichen Entwicklung (Märkte, Verkehr, Industrie etc.) während Jahrhunderten gewachsen, wobei der Konzentrationsprozess in verschiedenen Ballungszentren in den letzten Jahrzehnten eine starke Beschleunigung erfahren hat. Unter dem Gesichtspunkt der Lufthygiene sind gerade diese Ballungszentren in den topographisch-klimatisch ungünstigen Räumen (schlechte Ventilation, häufige Inversionen), den Tieflagen anzutreffen; z.B. Jurafuss (Agglomeration Biel), Region Bern, Thun, Burgdorf und Langenthal.

3.2 Industrie, Gewerbe und andere Betriebe

Aus der Karte der Industriestandorte im Kanton Bern wird ersichtlich, dass die Verteilung all dieser Betriebe ebenfalls identisch mit der Bevölkerungsverteilung ist. Mit andern Worten: Es sind dieselben Konzentrationstendenzen und dasselbe Verteilungsmuster festzustellen. Mit der Summation von verschiedenartigen Emissionsquellen einerseits (Hausbrand und Industrie) und dem Zusammentreffen dieser potentiellen Emittenten mit der hohen Bevölkerungsdichte andererseits sind Konfliktsituationen im Bereich der Lufthygiene vorgegeben.

3.3 Verkehr

Als weiteres Element muss unter dem Gesichtspunkt der Luftreinhalte die Verkehrsführung im Kanton Bern betrachtet werden. Wie die Karte der wichtigsten Verkehrsachsen zeigt, besteht auch zwischen dem Verkehr und den übrigen Emittentengruppen (Industrie und Hausbrand) ein enger Zusammenhang: Unter Ausnützung der günstigsten naturräumlichen Voraussetzungen (Täler, Ebenen, Fusszonen, Uebergänge etc.) sind die Verkehrsachsen als zusätzliche lineare Emissionsquellen zu betrachten, welche sehr stark mit den Flächenquellen (Wohngebiete/Hausbrand) und den Punktquellen (Industrie und Gewerbe) zusammenfallen. Damit verstärkt sich die bereits erwähnte Summation der Luftverunreinigung um ein weiteres Element.

4. KLIMATOLOGISCH-LUFTHYGIENISCHE RAUMGLIEDERUNG

Aus der Gegenüberstellung der lufthygienischen Emissionsquellen mit den vorgegebenen Randbedingungen des Kantons Bern lässt sich folgendes erkennen:

Durch das starke Zusammenfallen der verschiedenen Emissionsquellen (Hausbrand, Industrie und Gewerbe sowie Verkehr) auf relativ kleinem Raum innerhalb des gesamten Kantonsgebietes, entstehen lufthygienisch negative Summationseffekte. Es sind aber genau diejenigen Räume, welche als klimatisch ungünstig (schlechte Ventilation und häufige Inversion) bezeichnet werden müssen. Nicht zu übersehen ist dabei, dass ausgerechnet in diesen potentiell vorbelasteten Gebieten über 60 % der Kantonsbevölkerung lebt.

Unter Berücksichtigung all dieser Faktoren ergibt sich für den Kanton Bern folgende klimatologisch-lufthygienische Raumgliederung:

Stufe 1:	Klimatologisch sehr oft ungünstig starke Vorbelastung	Jurafusszone Ballungszentren im ganzen Kantonsgebiet
Stufe 2:	Klimatologisch oft ungünstig geringe Vorbelastung	Seeland (vorwiegend ländliche Gebiete)
Stufe 3:	Klimatologisch zeitweise ungünstig mittlere Vorbelastung	Gebiet des Aaretals
Stufe 4:	Klimatologisch zeitweise ungünstig geringe Vorbelastung	Uebrige Täler z.B. Emmental, Alpentäler
Stufe 5:	Klimatologisch günstig keine Vorbelastung	Restliches Kantonsgebiet: höheres Mittelland, Emmental, Schwarzenburgerland

Klimatologisch = Inversionshäufigkeit } Durchlüftung
Ventilation

Vorbelastung = Emissionshauptgruppen : - Hausbrand
- Industrie, Gewerbe und andere Betriebe
- Verkehr

5. Schlussbemerkung

Diese Erkenntnisse, die nun auch mit Immissionsmessungen belegt werden müssen, dürfen nicht ohne Konsequenzen für eine Luftreinhaltestrategie bleiben. Die Konflikträume und die Prioritäten innerhalb des Kantons zeichnen sich deutliche ab und können mit zahlreichen Beispielen belegt werden. Damit werden aber auch die Planungsfachleute angesprochen, denn die Luftreinhalteplanung darf nicht mehr, wie allzu oft bis anhin, im Nachhinein mit grossem Aufwand betrieben werden - sie muss bereits in der Planungsphase als vollwertiges Entscheidungskriterium mitberücksichtigt werden. In diesem Sinne müssen die Erkenntnisse der Klimatologie und der Lufthygiene in den Planungsprozess integriert werden.

G. Grosjean:

Welche planerischen Konsequenzen sind jetzt zu ziehen? Dezentralisation der Industriestandorte an Stellen mit geringer Vorbelastung? (wenig sinnvoll - da dann die Vorbelastung zunehmen würde) - oder: Auflagen zur Verminderung oder Reduktion der Emissionen an den gegebenen Standorten - eventuell nur Zulassung von Industrien die wenig Emissionen erzeugen.

Wie gross ist überhaupt der Spielraum raumplanerischer Massnahmen? (mutmasslich recht gering) - und wie gross ist der Anteil, den der Ingenieur durch Beseitigung oder Verminderung der Emissionen an der Quelle leisten muss?

H. Mathys:

Es ist davon auszugehen, dass der Spielraum für planerische Massnahmen sehr klein ist; d. h. die Standorte für Industrie- und Gewerbebetriebe sind heute meistens vorgegeben (... Die Mehrzahl der bernischen Gemeinden haben ihre Ortsplanungen abgeschlossen und damit sind die heute noch möglichen Industriestandorte bezeichnet).

Für den Unternehmer und die Behörden geht es aber darum, die lufthygienischen Bedingungen eines bestimmten Standortes zu kennen, damit emissionsseitige Massnahmen von allem Anfang an in den Planungsprozess miteinbezogen werden können. In diesem Sinne ist es durchaus denkbar, dass ein emissionsträchtiger Industriebetrieb in einem stark vorbelasteten Gebiet mit restriktiveren Auflagen zu rechnen hat, als in einem schwach belasteten Raum.

L. Bridel:

Etant donné qu'il ne faudrait plus laisser s'établir d'entreprise polluante, je vois l'intérêt des cartes sur la ventilation du territoire comme un instrument pour l'assainissement de la situation actuelle: Ou va-t-on agir en premier lieu, etc. ...

H. Karrasch:

Inwieweit können Sie die aus den meteorologischen Parametern und den Emissionen abgeleitete Konfliktkarte mit Karten der derzeitigen Immissionen konfrontieren? Sind im Kanton Bern bereits Immissionskataster aufgenommen worden?

H. Mathys:

Im Kanton Bern gibt es keine zusammenhängenden Immissionsaufnahmen bzw. -karten. An verschiedenen Standorten werden seit einiger Zeit Langzeitmessungen für verschiedene Luftfremdstoffe durchgeführt; z. B. SO_2 , CO und Staub. Von einem systematischen Immissionsmessnetz oder -kataster kann aber nicht gesprochen werden.

Verschiedentlich wurden auch Immissions-Messkampagnen durchgeführt (Kurzzeitmessungen). Dabei hat sich gezeigt, dass die Resultate sehr gut mit den aus den Emissionen und der Transmission abgeleiteten Konfliktgebieten korrelieren. Aus diesem Grunde werden solche Immissionsmesskampagnen zukünftig durch die kantonale Fachstelle durchzuführen sein, denn die emissionsseitigen Massnahmen sollen auch im Immissionsbereich überprüft werden (z. B. Oelfeuerungskontrolle: Begrenzung der Russzahl und des Oelgehaltes etc.).

B. Messerli:

Industriestandorte sind heute gegeben, sei es durch vorsorgliche Landkäufe des Kantons (Wirtschaftsförderung), sei es durch die Ortsplanungen (Industriezonen). Gibt es überhaupt noch die Möglichkeit, zwischen Alternativen zu entscheiden, je nach Vorbelastung und vorhersehbarer Emission?

H. Mathys:

Der Spielraum, welcher für Alternativen im Bereich der Luftreinhaltung übrig bleibt, ist klein. Die Alternativen oder die Chancen für die Industrie liegen darin, dass die Probleme (auch im technischen Sektor) frühzeitig und am Ursprung erkannt werden, und dass diese Probleme einer echten Lösung zugeführt werden, d. h. die Probleme der Luftreinhaltung dürfen nicht in andere Umweltprobleme umgewandelt werden, z. B. Energieproblem, Wasserproblem usw.

QUELQUES ASPECTS THERMIQUES ET AEROLOGIQUES
DU CLIMAT DE FRIBOURG.

Michel Roten, professeur à l'Université de Fribourg (Suisse)

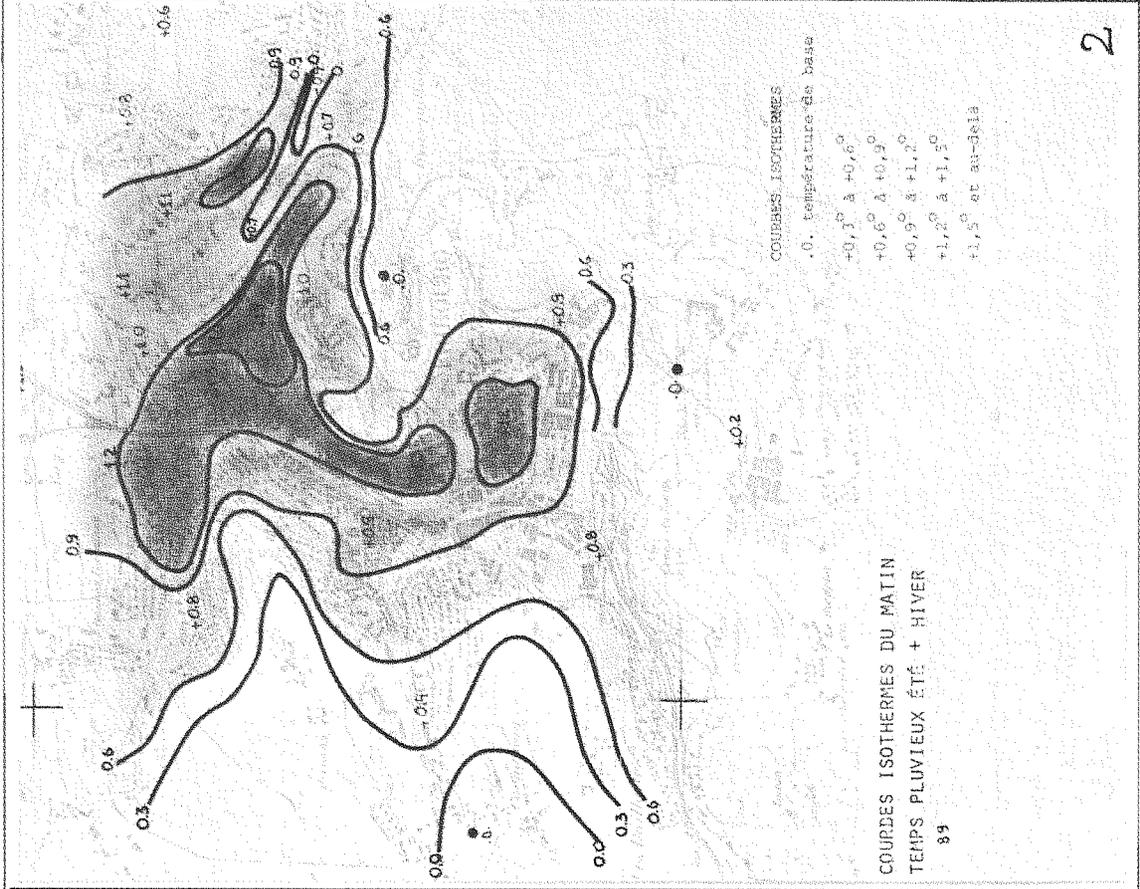
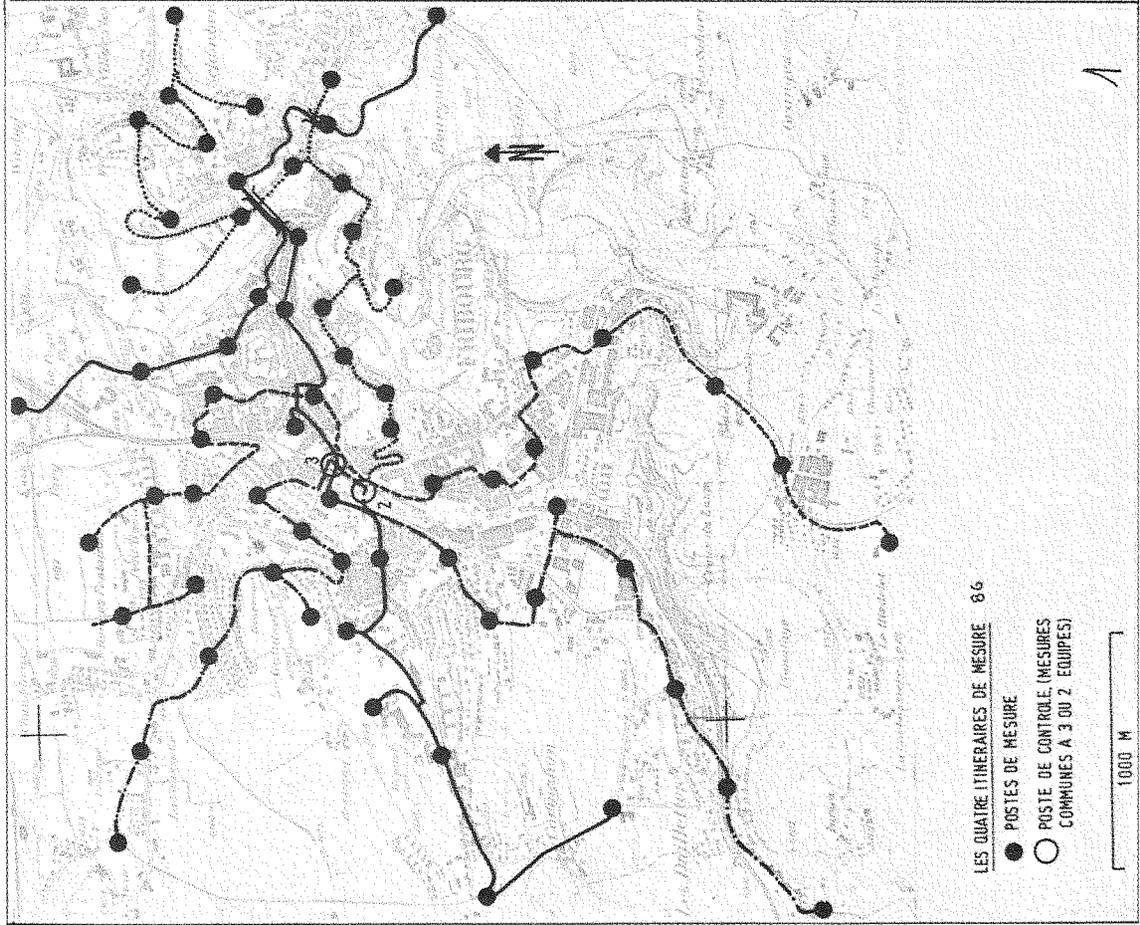
Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études climatiques urbaines ont été réalisées en Europe. Je ne citerai, en pays germaniques, que celles de Stuttgart, Kiel, Bonn, Bern et Freiburg in Brisgau qui ont en commun d'avoir eu pour objet des villes moyennes dépassant largement 150'000 habitants.

Toutes ces études ont mis en évidence un important effet thermique urbain générateur de nombreux et faibles courants au niveau de la rue. Dans les villes industrielles de cette dimension, les problèmes climatiques commencent généralement à être pris en considération par les responsables de la planification car ils sont en connexion directe avec ceux, souvent aigus, de la pollution atmosphérique.

En me penchant, il y a six ans, sur Fribourg en Suisse, ville aux dimensions bien plus modestes puisque sa population reste inférieure à 50'000 habitants, je savais les particularités que j'allais affronter. Le site escarpé offre des dénivellations dépassant 150 mètres (le niveau inférieur de la cité - le canyon de la Sarine - large de 200 à 500 mètres, serpente à 530 mètres d'altitude et les collines environnantes culminent à près de 700 mètres) ; en outre, les activités industrielles relativement restreintes de l'agglomération ne semblaient pas devoir la confronter, dans un futur prochain, à des problèmes de pollution atmosphérique particuliers. Malgré le manque de piquant du sujet, je me suis attaché pendant plusieurs années à mieux connaître les conditions climatiques d'une petite ville. Au train où vont les choses, les connaissances acquises pourraient, plus vite qu'on ne croit, trouver application.

Je me bornerai, dans cet exposé, à vous présenter quelques résultats concernant les conditions thermiques intra-urbaines de Fribourg au début et au milieu de la journée, dans des situations météorologiques différentes. Je montrerai également les relations que j'ai pu établir entre ces conditions thermiques et l'apparition de faibles courants perceptibles au niveau de la rue.

Les mesures et les observations ont été faites au cours des années académiques 1973/74 et 1974/75. Température et humidité relative ont été mesurées au moyen de psychromètres Assmann maintenus à 1 m 20 du sol ; quant aux courants, ils furent observés au moyen de fils de soie effilochés fixés au bout d'une baguette.



Les mesures thermiques matinales devaient être terminées au plus tard 30 minutes après le lever du soleil, et celles du milieu du jour étaient à réaliser entre 13 heures et 14 heures. L'observation des courants fut menée simultanément. (fig. 1)

La cité étant relativement petite, et les collaborateurs bénévoles - mes étudiants - nombreux, il me fut possible de créer quatre équipes mobiles de mesure qui, sur des itinéraires différents se recoupant au centre de la ville, procédaient chacune à 17 mesures et à autant de déterminations du vent, en 1 heure. L'observation des courants était en outre renforcée par l'action de douze postes fixes distribués sur l'ensemble de l'espace urbain. Les parcours-mesure ont été réalisés à intervalles irréguliers en fonction des types de temps suivants, caractérisés par l'absence de vent :

- Beau temps avec mer de brouillard au sol ;
- Beau temps froid et serein de l'hiver ;
- Beau temps calme et chaud de l'été ;
- Temps pluvieux de l'hiver ;
- Temps pluvieux de l'été.

Je n'ai pas retenu les situations perturbées, accompagnées de vents violents susceptibles d'effacer l'influence de l'agglomération sur la distribution des courbes isothermes, ou d'influencer nettement la circulation de l'air au niveau de la rue.

Mon premier objectif étant de déterminer les conditions thermiques auxquelles sont confrontés les gens dans la rue, pour dessiner mes cartes, je n'ai pas procédé à des corrections - en fonction de l'altitude - des valeurs mesurées. Si je l'avais fait, le fond du canyon de la Sarine apparaîtrait comme un ruban très froid sur toutes mes cartes, sauf en période pluvieuse. Le fond du canyon du Gottéron est toujours le point le plus froid ; je ne l'ai cependant jamais retenu comme base pour l'établissement de mes cartes, car il n'est pas représentatif de la cité puisque privé d'ensoleillement et couvert de prairies. Pour établir mes cartes moyennes, j'ai retenu au moins 5 cas de chacune des situations citées plus haut.

1. Distribution des courbes isothermiques pour un matin pluvieux.

Les cartes des isothermes moyennes de l'hiver ou de l'été sont, le matin, très proches l'une de l'autre, si bien que j'ai pu dessiner une seule carte pour les deux saisons. (fig. 2)

Elle permet de constater ce qui suit :

- 1.1. Les zones densément bâties de la cité apparaissent sous forme de noyaux chauds.

- 1.2. L'espace constitué par le fond du canyon est, pour tous les cas étudiés, le siège d'une inversion caractérisée. Un ruban froid se dessinerait nettement le long de la Sarine si nous apportions la correction due à la dénivellation (environ $- 0,5^{\circ}$ C par rapport à la terrasse supérieure).
- 1.3. Les collines vertes, sises au sud et au sud-ouest, sont les zones les plus froides ; elles accusent des températures inférieures de $0,5$ à 1° C à celles des collines du nord-est. (Il est vrai que de faibles vents, non perçus à l'intérieur de la cité et au niveau de la rue, inclinaient à chaque fois les hauts panaches de fumée du sud-ouest vers le nord-est)
- 1.4. L'amplitude thermique moyenne maximale s'élève à $1,9^{\circ}$ C ($3,6^{\circ}$ C pour des cas isolés). L'espace le plus chaud étant le quartier du Bourg.

2. Distribution des courbes isothermiques pour le milieu d'une journée de pluie. (fig. 3)

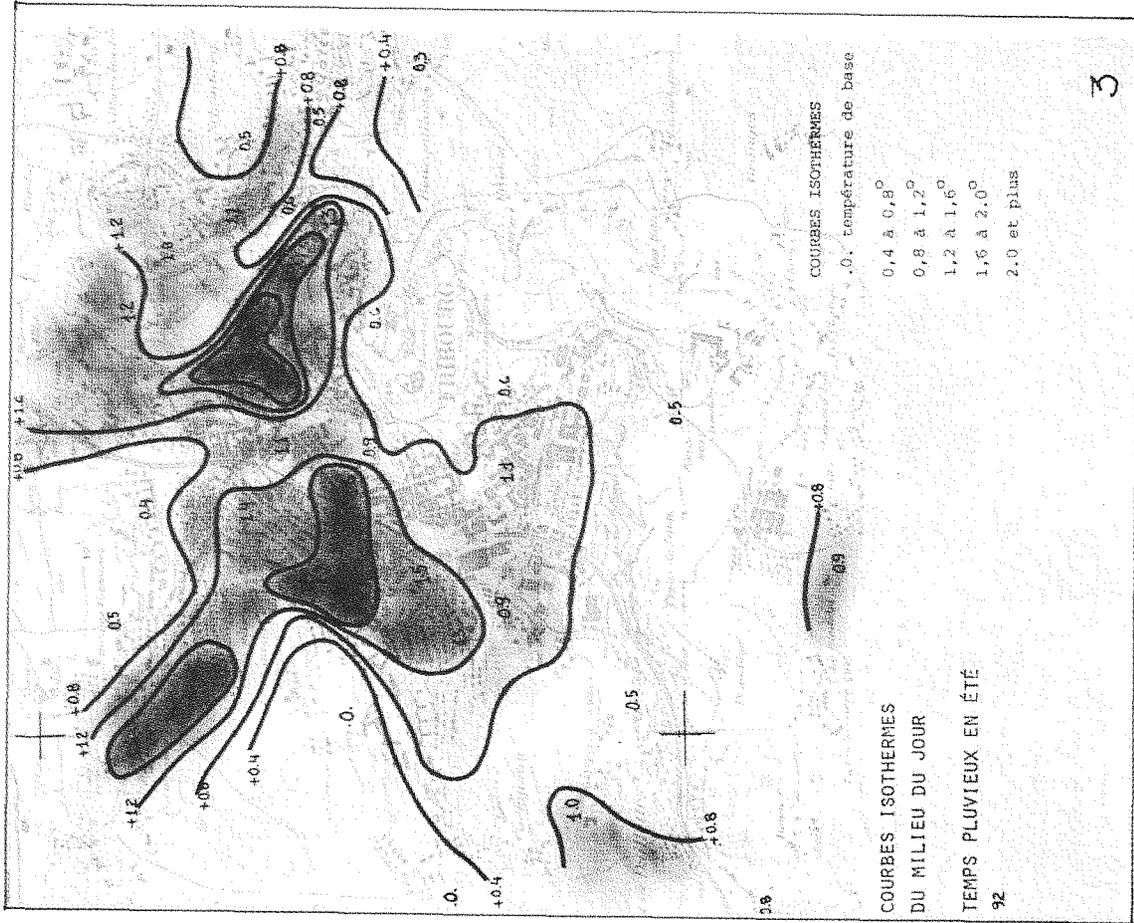
Cette carte est très semblable à la précédente ; elle présente cependant des particularités que nous retrouvons sur plusieurs autres.

- 2.1. Une interruption de l'îlot de maximum thermique du Bourg par une bande plus fraîche qui recouvre les espaces moins densément bâtis et partiellement verts qui s'étendent du nord au sud, à l'ouest de la vieille ville.
- 2.2. La zone la plus chaude est toujours le Bourg ancien, mais les espaces plus froids se trouvent sur toute la périphérie urbaine sauf au nord-est.

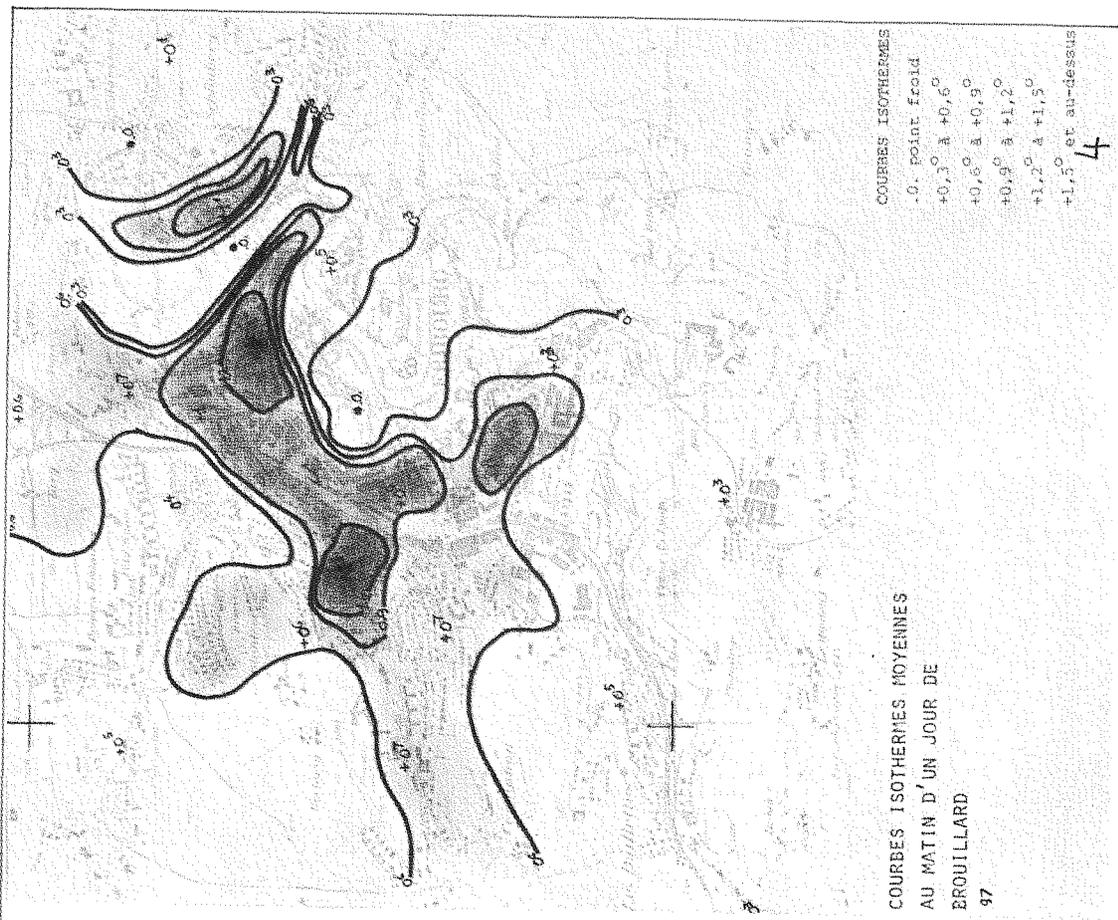
3. Distribution des courbes isothermiques quand la mer de brouillard noie Fribourg. (fig. 4 - 5)

La similitude entre la carte du matin et celle du milieu du jour est encore bien plus grande que par temps pluvieux. Les constatations les plus frappantes sont les suivantes :

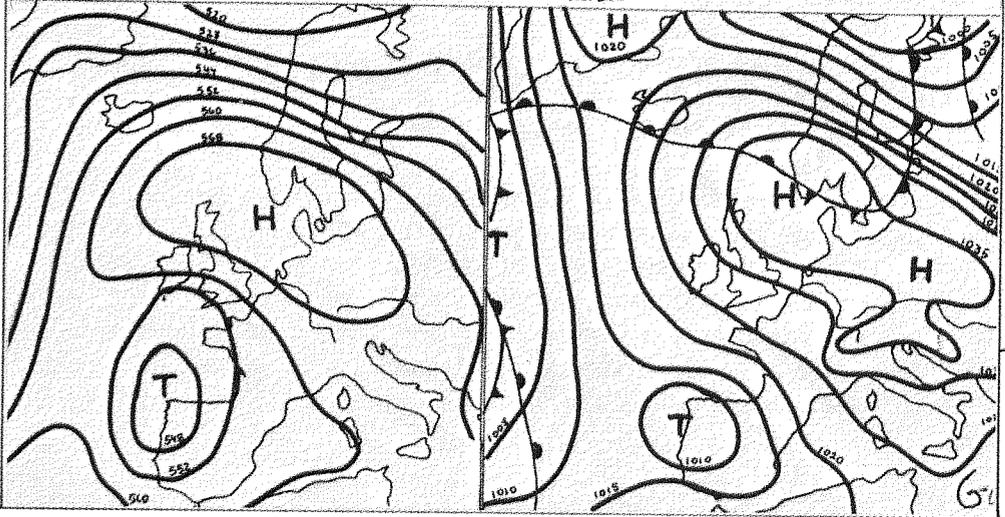
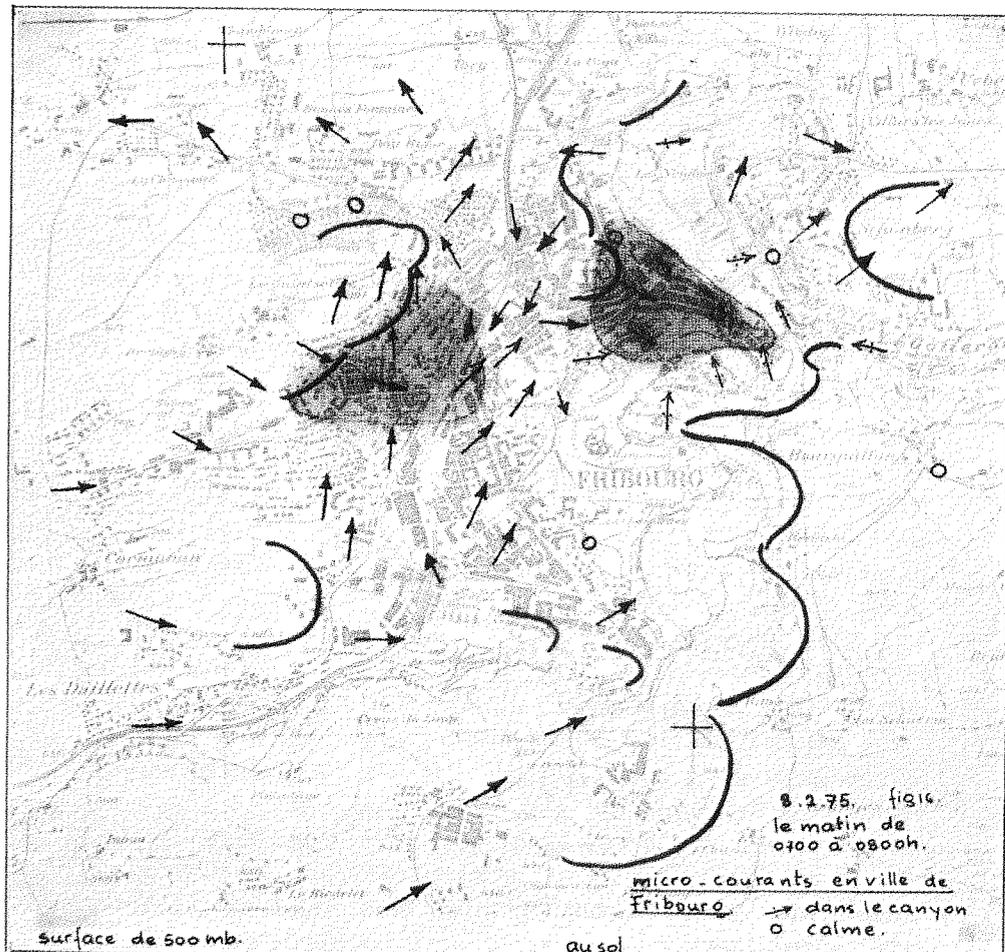
- 3.1. La zone la plus chaude est toujours l'ancien quartier du Bourg (suivi de très près par l'espace industriel de Beauregard). Son avantage est de $1,6^{\circ}$ C le matin et de $1,9^{\circ}$ C à midi ($3,6^{\circ}$ C et $3,8^{\circ}$ C pour des cas isolés) par rapport aux espaces plus froids constitués par toutes les collines vertes entourant l'agglomération.
- 3.2. Le fond de la vallée de la Sarine est aussi froid que les collines périphériques ; avec les corrections dues à la différence d'altitude, il constituerait la zone la plus froide.
- 3.3. L'air paraît généralement immobile quand le brouillard traîne sur la ville et pourtant, une observation atten-



3



4



COUBES ISOTHERMES

- .0. minimum
- +0,3 à +0,6
- +0,6 à +0,9
- +0,9 à +1,2
- +1,2 à +1,5
- +1,5 et plus

5

tive permet de remarquer des bouffées de brouillard se déplaçant ici ou là, apparemment sans direction précise.

La carte suivante donne une vue d'ensemble des faibles courants observés au niveau de la rue au matin d'une journée de brouillard. En foncé, nous reconnaissons les espaces chauds que la carte moyenne précédente faisait ressortir. (fig. 6)

Nous constatons une absence de courant au centre des espaces chauds et une convergence assez caractéristique des micro-courants vers les espaces plus chauds (les versants sud et sud-est de la colline du Gintzet, le Bourg et les flancs ouest du Schönberg), et cela malgré l'effet canalisant, impératif, des rues de la ville.

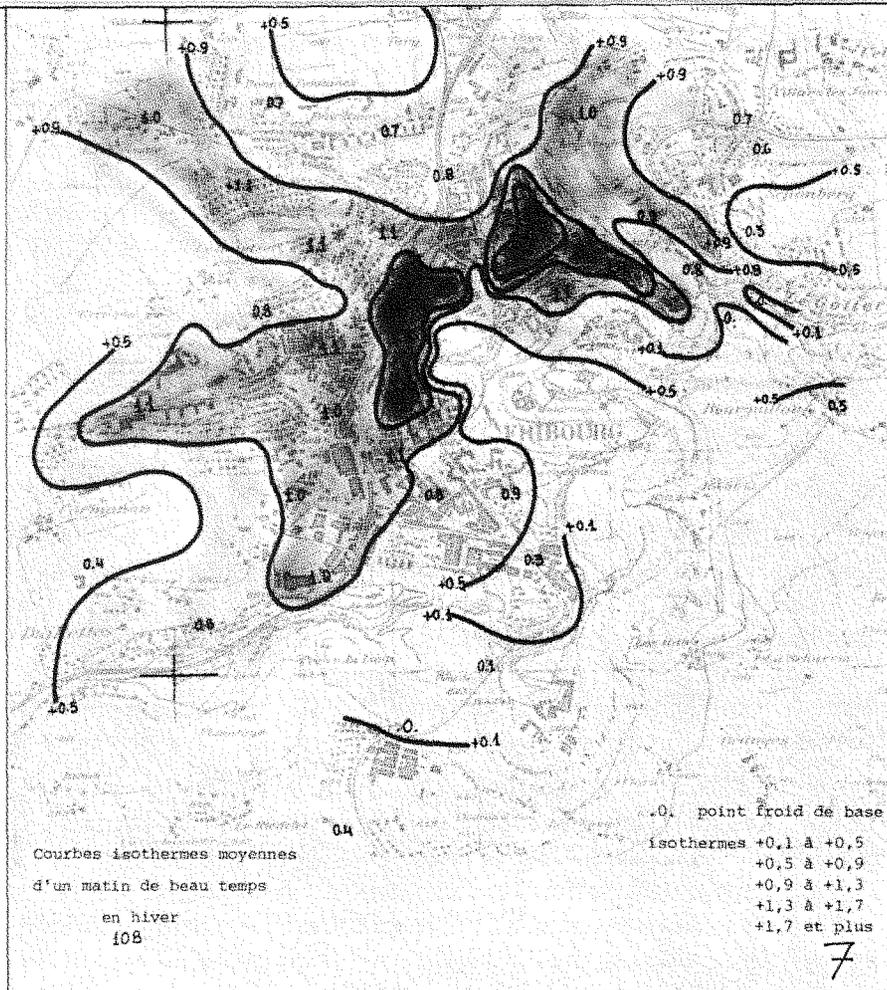
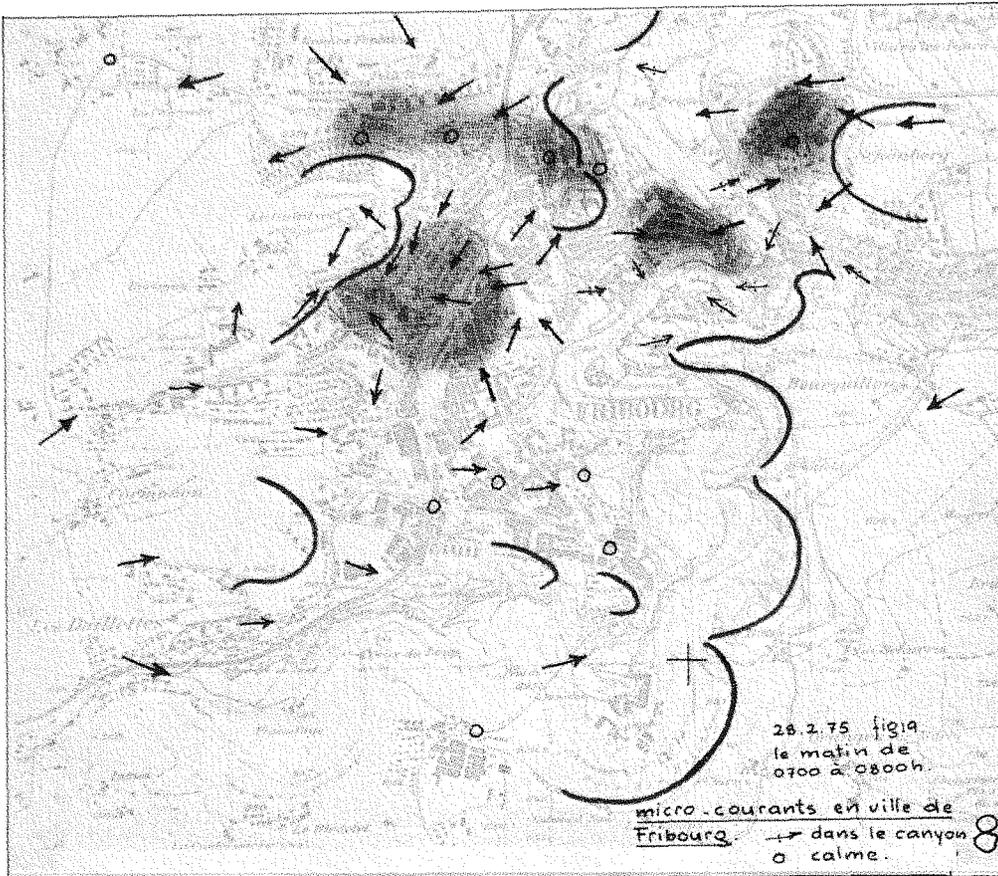
4. Distribution des courbes isothermes au matin d'un jour de beau temps.

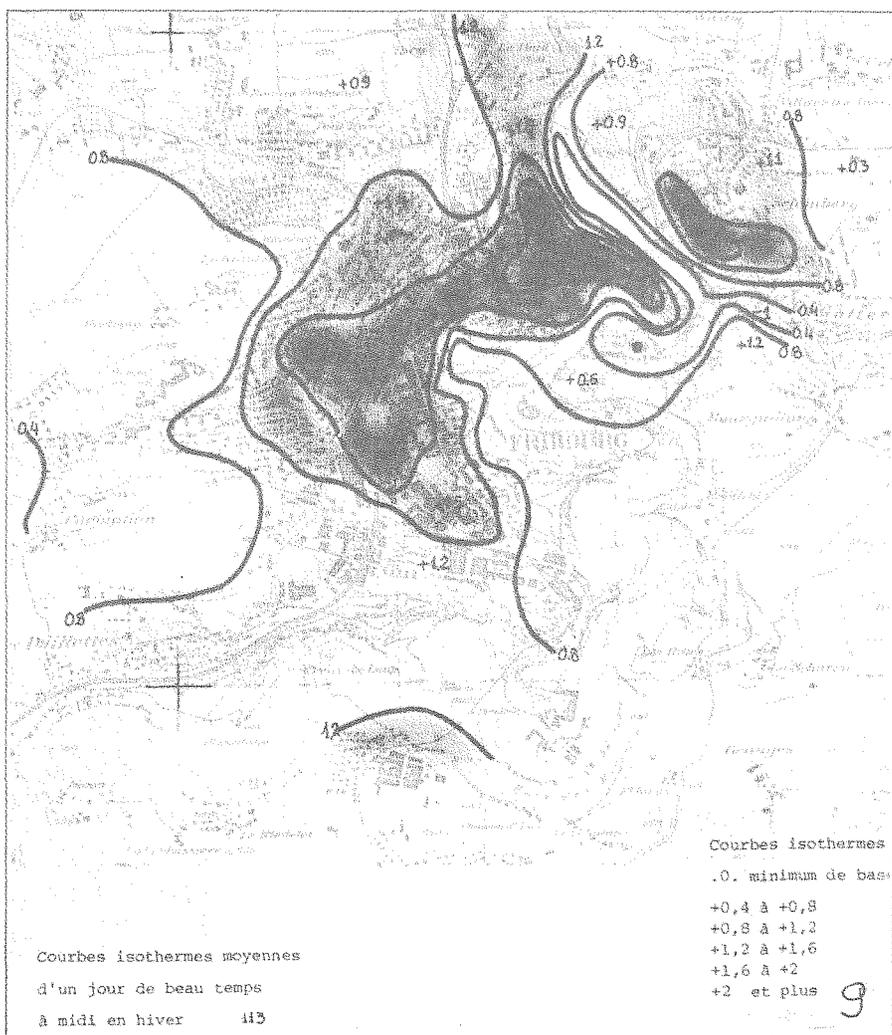
J'ai dû me contenter, pour ce type de temps, des mesures réalisées en hiver. En effet, celles que nous avons faites pendant la saison chaude ont été partiellement faussées par la vigueur du soleil levant qui, déjà, irradiait les pentes orientales de la colline du Gintzet lorsque se terminaient nos parcours-mesure. J'en ai conclu qu'avec le soleil plus efficace de l'été, il convenait de réaliser les parcours-mesure avant le lever du soleil. La carte des courbes isothermes des matins d'hiver est en gros semblable à celle des matins de brouillard.

- 4.1. J'ai relevé cependant une influence réchauffante beaucoup plus nette des espaces bâtis que montre la carte suivante. (fig. 7)
- 4.2. L'espace le plus chaud, le Bourg, réapparaît nettement, alors que les espaces les plus froids sont les collines environnantes.
- 4.3. Quant à l'amplitude moyenne maximum, elle atteint de nouveau $1,8^{\circ}$ C ($4,2^{\circ}$ C pour des cas isolés), avec les mêmes noyaux de chaleur et les mêmes pôles froids.
- 4.4. Les courants observés au niveau de la rue, au matin d'une journée de ce type, ont à nouveau une tendance très nette à s'orienter vers les espaces plus chauds du Bourg, ou vers les pentes sud-est de la colline du Gintzet qui, à nouveau, présentent des zones de calme absolu. (fig. 8)

5. Distribution des courbes isothermes au milieu d'une journée de beau temps.

Cette carte est en gros comparable à celle concernant le début de la journée avec, en plus (fig. 9) :





- 5.1. Un élargissement de la zone chaude correspondant à l'espace densément bâti avec disparition du ruban plus froid nord/sud visible sur la carte du matin.
- 5.2. Le canyon de la Sarine (sans doute à cause de son mauvais ensoleillement) est froid.
- 5.3. C'est cette situation qui présente les plus importants contrastes thermiques moyens. Ils atteignent $2,0^{\circ}\text{C}$ ($4,6^{\circ}\text{C}$ pour des cas isolés) ; le point le plus chaud est toujours le Bourg et le plus froid, dans ce cas, la vallée de la Sarine, en l'occurrence le quartier des Planches supérieures (puisque je n'ai jamais retenu comme point de comparaison les espaces verts du fond du canyon).
- 5.4. L'orientation a en hiver aussi, avec ce type de temps, une importance très grande puisque les pentes orientées vers le sud-ouest sont toutes favorisées, même si la densité de l'habitat est relativement faible. (fig. 10) Les micro-courants observés au niveau de la rue s'orientent vers les espaces plus chauds des versants sud et sud-est de la colline du Guintzet ainsi que vers le Bourg. La zone favorisée du Schönberg qui regarde vers le sud-ouest est aussi, sur la rive droite de la Sarine, un point de convergence pour les micro-courants de basse altitude.

Ces observations concernant la circulation de l'air dans la ville de Fribourg sont insuffisantes ! Il y manque la troisième dimension ; celle-ci, pour des raisons financières surtout, n'était pas à ma portée. Je me suis donc contenté de découvrir ce qui pouvait l'être avec les moyens dont je disposais. Les faibles déplacements d'air au niveau de la rue sont une indication utile pour déterminer les zones où les nuisances auront tendance à se concentrer. Les indications qu'ils nous fournissent permettent en partie de déterminer ce qui se passe jusqu'au niveau des toits ; elles concordent en tout cas avec les remarques de certains habitants du Bourg, par exemple, qui à certains jours perçoivent les odeurs dégagées par les installations d'incinération des ordures et d'épuration des eaux sises dans le canyon au nord-est de la ville. Il va sans dire que l'exploration de la troisième dimension demeure indispensable pour pouvoir tirer des conclusions certaines et entièrement applicables à la planification urbaine et suburbaine future.

B. Berz:

Lassen sich aus den bisherigen Zwischenergebnissen der Beobachtungen und Untersuchungen praktische Schlüsse für die Stadtplanung ableiten und ist eine Zusammenarbeit mit der Stadtplanung vorgesehen?

M. Roten:

Une collaboration avec les organismes de l'aménagement du territoire n'est pas exclue pour peu que l'autorité civile veuille bien s'intéresser au problème. Ce qui n'est pas le cas pour le moment.

Les applications possibles dans le cadre de l'aménagement urbain ne sont pas très grandes puisque la surface de la commune de Fribourg est pratiquement saturée de constructions. L'extension et l'industrialisation de la ville se font sur les communes environnantes. Les applications possibles à brève échéance peuvent concerner l'aménagement régional, plus particulièrement le choix des nouveaux sites industriels ou résidentiels ou pour la restructuration de certains axes de circulation.

F. Jeanneret:

Gibt es Gründe, weshalb Sie Ihre Untersuchung nicht von allem Anfang an auf die Anforderungen der Raumplanung ausgerichtet haben?

M. Roten:

L'intérêt des responsables de la planification et des responsables politiques de la ville de Fribourg n'a pu être suscité en temps voulu. J'ai entrepris alors ces travaux qui m'intéressaient sans aucun soutien financier des organes susceptibles d'en profiter.

C. Aubert:

Quels sont les critères qui ont présidé à la détermination des situations météorologiques retenues? Sont-ils basés sur la carte météorologique du jour en premier lieu (situation-type) ou sur le temps qu'il faisait réellement à Fribourg les jours où les mesures ont été faites?

M. Roten:

Il s'agit essentiellement des critères de la carte météorologique du jour. Le temps qu'il faisait à Fribourg a, tout au plus, joué comme facteur éliminant (pour des situations calmes d'après la carte, mais ventilées plus fortement qu'admis pour la région et la ville de Fribourg).

STADTKLIMATOLOGIE UND STADTPLANUNG

WOLFGANG WEISCHET, FREIBURG/BR.

Stadtklimatologie liefert naturwissenschaftlich reproduzierbare Untersuchungsergebnisse und daraus abgeleitete Aussagen mit abgestufter Sicherheit. Stadtplanung ist das Unterfangen, Erkenntnisse verschiedenster Art von heute über die für eine Gruppe von Menschen dienlichste Art der Organisation eines gemeinsamen Lebensraumes in der Zukunft politisch durchzusetzen. Daraus resultiert, dass die Stadtklimatologie bei der Stadtgestaltung durchaus nicht in der Art des power steering durchgreifen kann, sondern froh sein muss, wenn ihr Steuer- rad mit extrem viel totem Gang doch ab und zu einmal fasst und den Weg des Gemeinwesens in die Zukunft etwas mitlenken kann. Die Chance dazu ist umso grösser, je solider und für den Praktiker der Planung überzeugender die klimatologischen Aussagen sind. Ueber Grundsätze, wie dieses zu erreichen ist, möchte ich im wesentlichen sprechen und mich dabei einiger ausgewählter Beispiele stadtklimatologischer Untersuchungen bedienen.

Nun ist das Stadtklima, allgemein gefasst, ein sehr komplexes Phänomen mit einer Vielzahl von Bestimmungsgrössen. Zum Glück lassen sich unter dem Gesichtspunkt der Planungsrelevanz einige Eigenschaften herausstellen, denen eine Schlüsselfunktion zukommt. Dazu gehören

1. die thermischen Bedingungen,
2. die Durchlüftung und
3. die Aerosolbelastung,

alle drei vor allem als Eigenschaften des oberflächennahen Luftraumes, dem normalen Aufenthalts- und Aktivraum der Menschen zu verstehen.

Die genannten Schlüsseleigenschaften weisen zwar im Rahmen der Dynamik der Gestaltung des Gesamtklimas in der bodennahen Luftschicht eine gegenseitige Abhängigkeit auf, doch ist diese nicht so eng und direkt, als dass man mit Hilfe der Feststellung einer Eigenschaft genügend genaue Schlussfolgerungen für eine andere ziehen könnte.

Konsequenz: Man muss jede Eigenschaft mit der für sie adäquaten Methode unabhängig von der anderen untersuchen und die unabhängig gewonnenen Ergebnisse zur gegenseitigen Absicherung oder zur Gewinnung neuer Einsichten benutzen.

Diese Forderung nach direkter Untersuchung der Schlüsseleigenschaften unabhängig voneinander mag sich für manchen wie eine Selbstverständlichkeit anhören. Sie ist es aber nicht. Sie nimmt vielmehr kritischen Bezug auf die sich mehrenden Fälle, bei denen Infrarotthermographie durch indirekte Schlussfolgerungen mit zuweilen sehr gewagter Reichweite überstrapaziert wird. Als Beispiel kann man die jüngste Publikation über Stuttgart heranziehen, die - das sei ausdrücklich angeführt - in der Materialwiedergabe sowie der Detailliertheit der Auswertung hervorragend ist. In der zusammenfassenden Vorstellung des Werkes "Daten und Aussagen zum Stadtklima von Stuttgart auf der Grundlage der Infrarotthermographie" (Stuttgart 1978) beschreibt F. ROBEL zunächst die "Wärmebilder" in ihren thermischen Aussagen. Er fährt dann fort: "Diese Oberflächentemperaturen bestimmen die Temperaturen der darüberliegenden bodennahen Luftschichten. So entsteht ein Nebeneinander von wärmeren und kühleren Räumen, aus deren Temperaturgefälle auf Luftaustauschbewegungen geschlossen werden kann. Vorteilhaft für die Entstehung der Luftbewegungen ist es, wenn zum Temperaturgefälle noch das Geländegefälle hinzukommt."

Nun ist das nicht eine überspitzte, zu stark verallgemeinerte Aussage zur Vorstellung einer Publikation. Es wird vielmehr in allen Einzelabschnitten dieser Veröffentlichung in genau dieser Weise argumentiert, wie es in dem eben zitierten Abschnitt dargelegt ist. In den entsprechenden Auswertungstexten der Abend- und Morgenaufnahmen ist z.B. von "Kaltluftseen in den Tälern", "ausufernden Kaltluftseen", "Stauerscheinungen bodennaher Kaltluft", "gewissem Luftaustausch" usw. die Rede.

Lassen Sie mich die Kritik zunächst an einem wahllos herausgegriffenen Beispiel, nämlich dem Ausschnitt des Filderrandes südlich Stuttgart demonstrieren und mit einigen theoretischen Ueberlegungen weiter begründen. Die Aequidensitenaufnahmen zeigen nicht die Temperaturverteilung entsprechend der topographischen Verteilung der Kaltluft in den Hohl- und relativer Warmluft über den Vollformen, sondern die unterschiedlichen Temperaturen verschiedener Oberflächen, so wie es sich für infrarotthermographische Aufnahmen gehört. Es ist in den meisten Fäl-

len nicht einmal die Ansammlung von Kaltluft in topographischen Hohlformen zweifelsfrei erkennbar, geschweige denn die Möglichkeit gegeben, auf Bewegungen, Stauerscheinungen oder Luftaustausch schliessen zu können.

Theoretisch ist das Problem in drei Schritte aufzulösen:

1. Schritt: Sind überhaupt sichere Schlüsse von Oberflächentemperaturen auf die thermischen Bedingungen in der überlagernden, für Infrarotsensoren prinzipiell unsichtbaren Luftschicht möglich?
2. Schritt: Welchen Effekt können von der Unterlage in die bodennahe Luftschicht induzierte thermische Unterschiede für Austauschvorgänge in horizontalem Gelände haben?
3. Schritt: Welchen Effekt können von der Unterlage in die bodennahe Luftschicht induzierte thermische Unterschiede für Austauschvorgänge auf geneigtem Gelände haben?

Schon die erste Frage ist nur unter sehr starker Einschränkung auf spezielle Randbedingungen zu bejahen. Es muss sich erstens um relative Kaltluft begrenzter Ausdehnung handeln, die zweitens über einer strahlungsphysikalisch als einheitlich anzusehenden Oberfläche liegt, wobei die strahlenden Oberflächenelemente nur eine geringe, mit derjenigen für Luft vergleichbare Wärmekapazität besitzen.

Diese Messumstände lassen sich an einer Kaltluftansammlung in einem Tal der Plattenlandschaft im Ostkaiserstuhl nach Ergebnissen von W. ENDLICHER (1979) demonstrieren.

Auch für Randtäler im Odenwald oder am Taunus sind begrenzte Körper von relativer Kaltluft in den Arbeiten von FEZER und Mitarbeitern (1977) oder der REGIONALEN PLANUNGSGEMEINSCHAFT UNTERMAIN (1972) unter der Bedingung ableitbar, dass sie über Vegetationsoberflächen einheitlichen Charakters ausgebildet sind. Wie kalt die Luft ist, lässt sich in keinem Fall aus den Infrarotaufnahmen entnehmen.

Jenseits von Messumständen mit den genannten Randbedingungen lässt sich über die thermischen Verhältnisse in der bodennahen Luftschicht auf der Basis von Infrarottemperaturaufnahmen vorläufig nur spekulieren. Es ist noch eine Menge Arbeit zu leisten, um entsprechende Regeln aufzudecken.

Für die Schritte 2 und 3 sollte man m.E. aber auch das Spekulieren einstellen, wenn man ausser den Infrarotaufnahmen nicht noch andere unabhängige Beobachtungen zur Verfügung hat.

Gegen die Möglichkeit, dass aus dem Temperaturgegensatz zwischen wärmeren und kälteren Flächen auf einen Luftaustausch in der Horizontalen geschlossen werden kann, spricht folgende einfache Ueberlegung: Der Luftaustausch durch horizontale Bewegung verlangt, wenn er sich nicht auf die molekulare Diffusion beschränken soll, ein horizontales Luftdruckgefälle, das gross genug ist, um eine Luftbewegung gegen die Reibung in der bodennahen Luftschicht in Gang zu setzen. Man kann sich leicht klar machen, dass ein Temperaturunterschied von wenigen Graden in einer wenige Meter dicken Schicht, wie er am Ende von Ausstrahlungsnächten allenfalls auftritt, keine Bewegung gegen die extrem grosse Reibung in dieser Schicht erzeugen kann. Selbst bei hängigem Gelände lässt das Nebeneinander von wärmeren und kühleren Oberflächen nicht den Schluss auf Luftaustauschbewegungen hangabwärts zu. Gewiss, man weiss aus anderen Beobachtungen und aus theoretischen Ueberlegungen, dass Ausstrahlungskaltluft unter gewissen Gefälls- und Reibungsbedingungen in Form von pulsierend abreissenden Luftquanten hangab fliesst. Aufnahmen der Oberflächentemperatur geben aber keine Zusatzinformation, welche neue, über das allgemeine Vorwissen hinausgehende Aussagen erlauben würden. Beispielsweise darüber, wie stark die Luftbewegung ist, wann und unter welchen Strahlungs- und Temperaturbedingungen bei welcher Hangneigung und Geländerauhigkeit sie auftritt. Im Benutzungsfall werden der Infrarotthermographie Informationen untergeschoben, die man in Wahrheit aus anderen Quellen erlangt hat.

Es bleibt also für eine naturwissenschaftlich solide stadtklimatologische Aussage der Grundsatz zu beachten, dass man jede der Schlüsseigenschaften mit den für sie adäquaten Untersuchungs- und Messmethoden unabhängig voneinander feststellen muss.

Bleiben wir zunächst bei der Durchlüftung als ein Ergebnis der Luftbewegung und des Luftmassenaustausches innerhalb eines Stadtgebietes und fragen nach den adäquaten Methoden. In den letzten zwei Jahrzehnten haben Meteorologen eine ansehnliche Zahl von numerischen und anderen Modellen formuliert, um die Bewegungsvorgänge in der städtischen Grundsicht zu beschreiben. OKE (1974) gibt eine relativ ausführliche Uebersicht über die dabei verwendeten Ansätze und Randbedingungen sowie die Vorteile und noch unbefriedigenden Lücken. Bemerkenswert ist, dass weitaus die meisten Arbeiten aus Nordamerika stammen und dementsprechend amerikanische Stadttypen zur Vorlage nehmen, und dass in keinem der von OKE referierten Fälle das Problem veränderlicher topographischer Untergrundgestaltung berücksichtigt wurde (OKE, 1974, S. 93). Das ist schon ein schweres Handikap, besonders für mitteleuropäische Städte. Unter dem Gesichtspunkt Stadtklimatologie und Stadtplanung ist aber noch ein prinzipielleres Problem mit solchen theoretisch abgeleiteten Modellen verbunden. Das eigentliche Ziel all solcher Modellarbeiten ist, den Ablauf der Energieumsetzungs- und Bewegungsmechanismen in der Grenzschicht von Erde und Atmosphäre in Regeln oder Gesetzen vorherzusagen. Das gelingt nur unter radikaler Generalisierung der tatsächlichen Figur der Grenzfläche, also der Stadtopographie nach Grund- und Aufriss bei Massstäben, die für konkrete innerstädtische Strukturen keine Informationen mehr liefern. Solche Modelle haben ihren Wert ausser der reinen Wissenschaft für die Praxis in zweierlei Hinsicht: 1. können sie eine wertvolle Hilfe darstellen zur Beurteilung der grossräumigen Verteilungsvorgänge stadteigener Luftverunreinigungen. Der zweite Wert besteht darin, dass solche Modelle den übergreifenden Zusammenhang zwischen Ergebnissen herstellen können, die an verschiedenen Stellen einer Stadt mit den klassischen Methoden der instrumentellen Windmessung und einer anschliessenden Orts- bzw. wetterlagenspezifischen Auswertung gewonnen wurden. Planetarisch verwertbare Einsichten über die Durchlüftung von Städten und ihrer Teile können m.E. im Normalfall nur gewonnen werden über ein systematisch angelegtes Netz zur Windmessung.

Zum Problem der Standortauswahl für ein zusätzliches Anemometernetz hat zwar MUNN (1970) auf einem WMO-Symposium on Urban Climates and Building Climatology

berichtet, dass wegen der Komplexität des Problems und der Unterschiedlichkeit der von Stadt zu Stadt zu berücksichtigenden Gesichtspunkte das von der Air Pollution Control Association eingesetzte Comité von Meteorologen sich nicht in der Lage sah, mehr zu dem Problem zu sagen, als dass man sich der Mithilfe eines mit der Oertlichkeit vertrauten Meteorologen versichern sollte. Etwas mehr lässt sich aber schon sagen; und gerade hier in der Schweiz ist man ja in der glücklichen Lage, im 8. Beitrag zum Klima der Region Bern, nämlich der Untersuchung von MATHYS und MAURER ein methodisches Vorbild zur Hand zu haben, das sich zur Nachahmung empfiehlt und das wir in ganz ähnlicher Form in Freiburg in den Jahren 1971 bis 1973 auch praktiziert haben. Das Prinzip ist, dass man je nach Ausmass und topographischer Gliederung der Stadt eine mehr oder weniger grosse Zahl (ich würde schätzen 3 bis 12) von Windschreibern (Wölfle-Geräte sind sehr praktisch) etwas oberhalb des Dachniveaus der verschiedenen Stadtteile anbringt und für 1 bis 2 Jahre registrieren lässt. Als Standorte sollte man nach Möglichkeit turmartige Ueberhälter (Feuerwehrtürme, Uhrtürme, Wassertürme) aussuchen und auf ihnen eine 3 m hohe Stange mit dem Messgerät anbringen. So bekommt man im Vergleich zum Windmessmast an der langjährig registrierenden Wetterstation die lokale Abwandlung der Strömungsverhältnisse im Dachniveau der jeweiligen Stadt. Diese Strömung muss als wesentliche Richtströmung für die noch stärker von Hindernissen beeinflusste Windbewegung im eigentlichen Baukörper angesehen werden. Wichtig ist, dass die Auswertung der Registrierung nicht einfach nach Mittelwerten über bestimmte Wochen- oder Monatsabschnitte, sondern in Abhängigkeit von Grosswetterlagen erfolgen muss (HESS-BREZOWSKY, 1969 oder SCHÜEPP, 1974).

Zusätzlich zu dieser Analyse der innerstädtischen Differenzierung der Richtströmung im Dachniveau müssen dann mit empfindlicheren Handanemometern bei bestimmten Wetterlagen Kurzaufnahmen der Windverteilung in einzelnen charakteristischen Baukörpern bestimmter Stadtteile durchgeführt werden. Auf diese Art und Weise bekommt man m.E. einen akzeptablen Einblick in die Durchlüftung der einzelnen Stadtteile in Abhängigkeit von den verschiedenen Wetterlagen. Mit Hilfe der Wetterlagenstatistik lässt sich dann ein Gesamturteil für die mittleren Bedingungen abgeben.

Eine besondere Bedeutung kommt der Durchlüftung bei im allgemeinen wind-schwachen und austauscharmen Hochdruckwetterlagen zu. Dann ist die Richtströmung besonders schwach und es kann sein, dass dann die Registrierungs-instrumente überhaupt noch nicht ansprechen. Die theoretische Vorstellung, dass unter diesen Umständen die Wärmeinsel der Stadt ein periodisches Wind-system in Form des Stadt-Land-Windes hervorruft, bringt meist für stadtplanerische Zwecke noch keine neuen Einsichten, weil der theoretisch zu erwartende und an wenigen Stellen auch tatsächlich messend festgestellte Flurwind von ausserhalb der Stadt bereits in den ersten paar hundert Metern des Bebauungskörpers infolge der erhöhten Reibung so schwach und diffus wird, dass er sich messend nicht mehr feststellen lässt. Hier hat OKITA (1960) interessante Möglichkeiten aufgezeigt, durch Auswertung von Rauhreif-ansatz oder durch die systematische Beobachtung der Rauchfahnen innerhalb der Stadt zu gewissen Informationen zu kommen. Eine interessante Methode ist auch die von ANGELL mit seinen Mitarbeitern (1971) in verschiedenen ameri-kanischen Städten angewandte Methode der Verfolgung von Trajektorien von Schwebeballons.

Ueber die Aerosolbelastung sind in anderen Vorträgen schon entsprechende Aus-führungen gemacht worden. Ich möchte deshalb darauf verzichten und nur auf die WMO-Technical Notes on Urban Climatology oder Air Pollution (Nr. 108/1970; Nr. 114/1971; Nr. 134/1974) hinweisen, in denen die entsprechenden Arbeiten im internationalen Rahmen aufgeführt sind.

Bezüglich des Teilaspektes innerstädtische thermische Klimabedingungen und Raumplanung möchte ich bei dem allgemeinsten Stadtklimaphänomen ansetzen, näm-lich der städtischen Wärmeinsel, dem seit fast 5 Jahrzehnten viele Arbeiten gewidmet sind (überschauende Referate von PETERSON, 1971; OKE, 1974 und CHAND-LER, 1976).

So selbstverständlich das Phänomen auf den ersten Blick erscheinen mag, so problematisch wird es, wenn man über seine Begründung nachdenkt oder wenn man

die entsprechende Literatur dazu durchstudiert. Das trifft bemerkenswerterweise in stärkerem Masse für die neueste Darstellung des Kenntnisstandes von CHANDLER (1976) als für diejenige des damaligen von KRATZER (1937, 1956) zu. Der Grund dafür, dass einen beim Studium der Ausführungen CHANDLERS wachsende Enttäuschung oder gar Verzweiflung überkommt, liegt darin, dass fast in jedem Abschnitt die zu Anfang gemachte Aussage anschliessend in ihrer Gültigkeit eingeschränkt oder Gegenteiliges angeführt wird. Diese Tatsache zeugt von der Genauigkeit des Autors, ist zugleich und vor allem aber bezeichnend für die Situation auf diesem Gebiet der Stadtklimatologie. Es gibt nämlich zu fast jeder - nicht gerade selbstverständlichen - Feststellung von Fakten oder Beziehungen widersprechende Beobachtungen oder widerstreitende Erklärungsmöglichkeiten.

Die meisten Darstellungen von städtischen Wärmeinseln, vor allem die häufig reproduzierten Paradebeispiele von Montreal (OKE-EAST, 1971), Leicester (CHANDLER, 1961) oder London (CHANDLER, 1961) müssen als den theoretischen Idealvorstellungen weitgehend entgegenkommende oder - wie am Beispiel Londons durch gestrichelte Linienführung angedeutet - allzu stark angepasste Einzel- oder Sonderfälle angesehen werden. Fast alle beruhen auf einigen wenigen Stichproben oder Profilmessungen. Für Planungszwecke geben die idealisierten Bilder nicht viel her. Erst bei einer Analyse einer Vielzahl von Aufnahmen im Hinblick auf die immer wiederkehrenden Strukturmerkmale der Wärmeinsel ergeben sich eine Reihe von Fakten, die zwar von der Idealvorstellung sehr stark abweichen, andererseits aber einige stadtklimatologische Aussagen auf statistischer Basis gestatten, die einerseits Hinweise auf Lösungsmöglichkeiten genetischer Probleme und andererseits auf planerisch zu berücksichtigende innerstädtische Differenzierungen geben.

In Freiburg stehen uns durch die Untersuchungen von NÜBLER (1979) insgesamt 108 Kartierungen der Lufttemperatur in 2 m über Grund zu verschiedenen Tageszeiten und bei unterschiedlichen Wetterbedingungen in verschiedenen Jahreszeiten zur Verfügung. Ich möchte daraus einige verallgemeinerungsfähige Konsequenzen ableiten. In den Abbildungen 1 und 2 sind Merkmale der Wärmeinsel durch

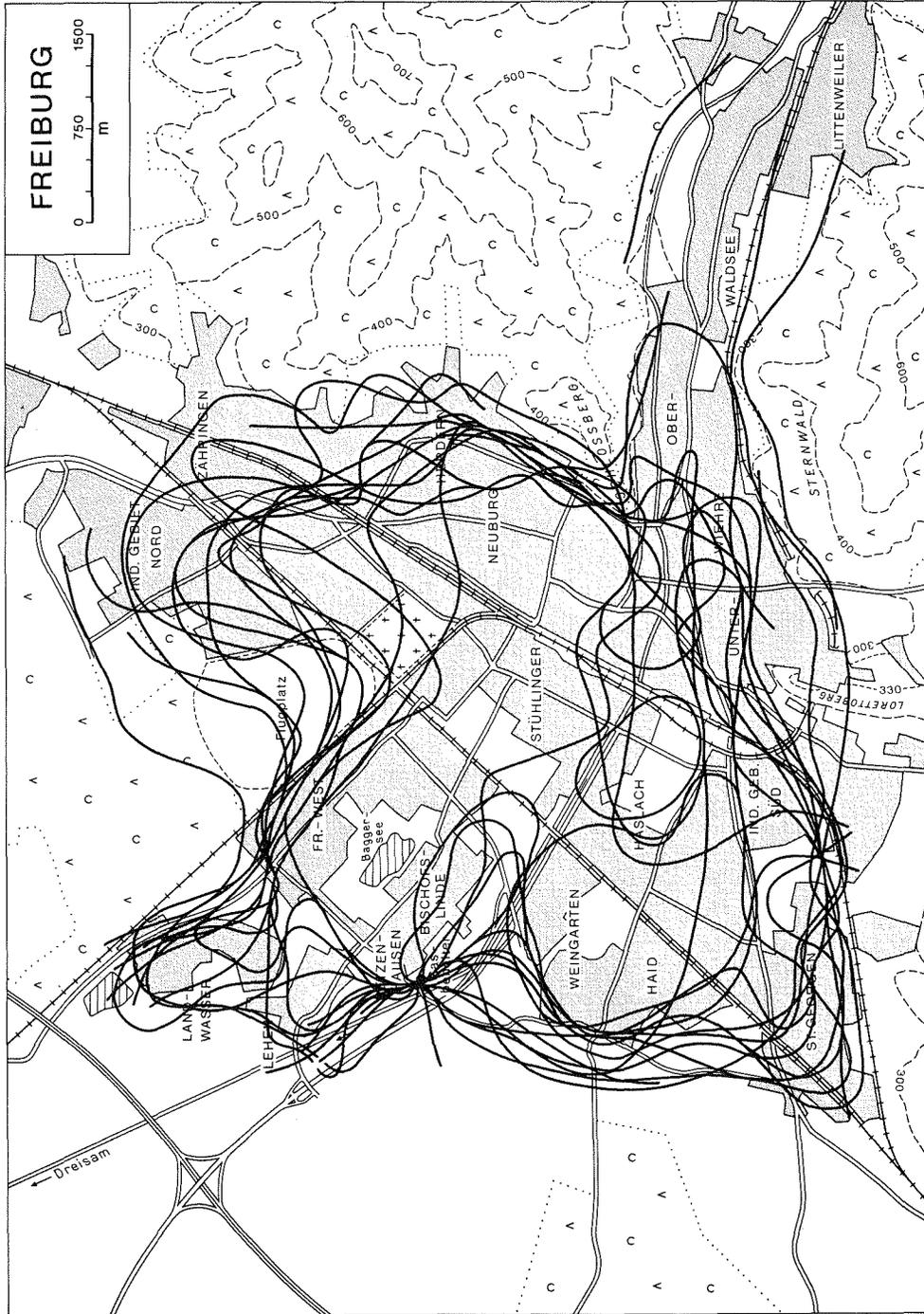


Abb. 1 Die Wärmeinsel von Freiburg bei verschiedenen Wetterlagen zu verschiedenen Jahreszeiten 1970 - 1973, zum Abendtermin kurz nach Sonnenuntergang. Dargestellt ist die 0° -Isanomale der Lufttemperatur gegenüber der Freilandstation am westlichen Stadtrand in Betzenhausen (aus NUEBLER 1979)

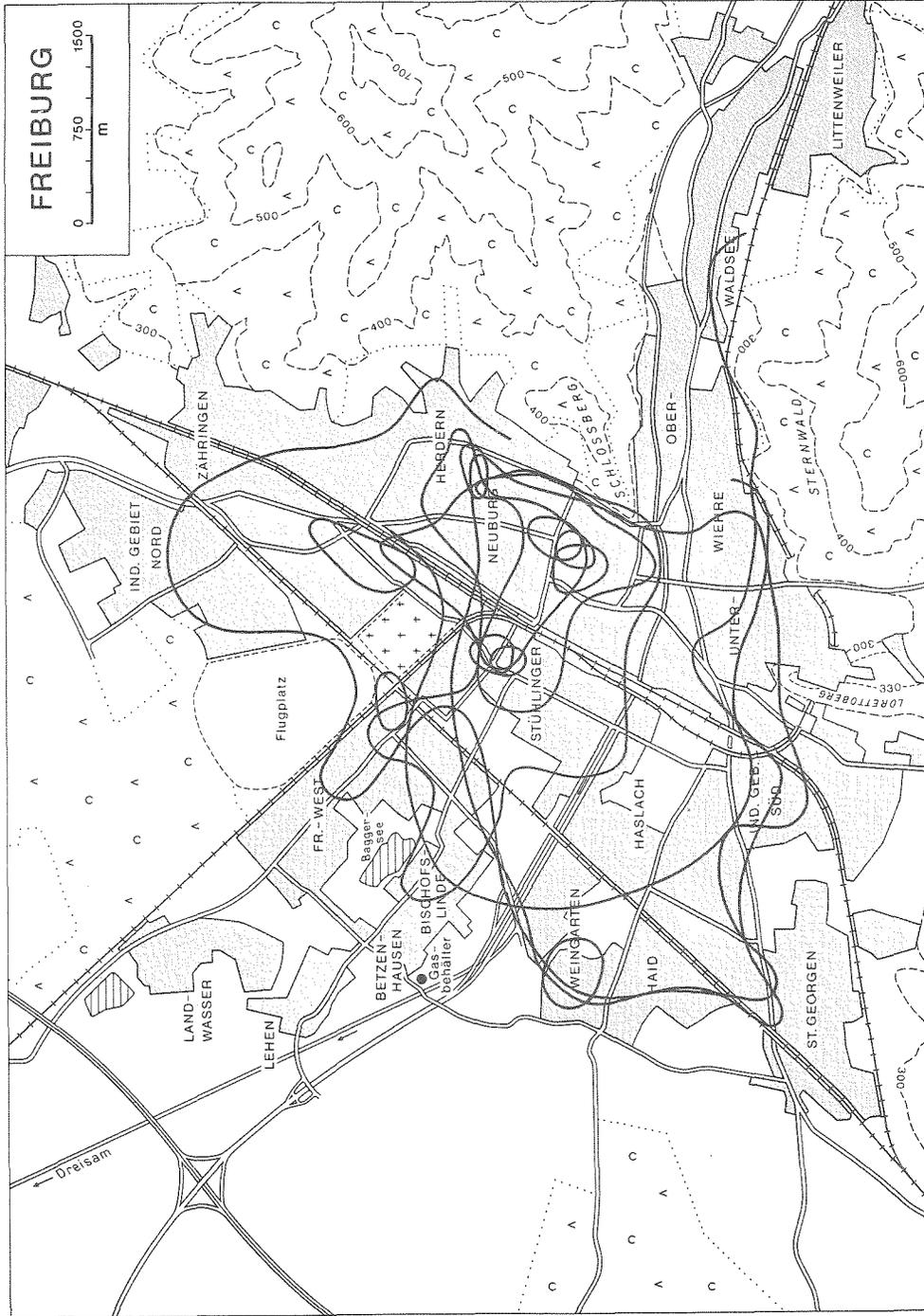


Abb. 2 Wärmeisotherme bei verschiedenen Wetterlagen zu verschiedenen Jahreszeiten in Freiburg zum Morgenstermin kurz vor Sonnenaufgang, dargestellt durch die $+2^{\circ}$ -Isotherme der Lufttemperatur gegenüber der Freilandstation am Gasbehälter in Betzenhausen (aus NÜEBLER 1979)

Uebereinanderzeichnen der Isanomalien der Temperatur gegenüber einer Bezugsstation angegeben, die unmittelbar am westlichen Stadtrand fest installiert war. Die Isanomale 0°C gibt den Rand der Wärmeinsel bei unterschiedlicher Ausprägung zum Abendtermin, also zu einer Zeit an, in der sie normalerweise am deutlichsten ausgeprägt ist. Die Isanomale $+2^{\circ}$ bezieht sich dagegen auf Situationen am Morgen, wenn die Wärmeinsel in sich schon abgeschwächt ist und so nur die wichtigsten Strukturen noch durchscheinen.

Für den Rand der Wärmeinsel gibt es einerseits lokal deutlich ausgeprägte, sich immer wieder an ungefähr der gleichen Stelle zeigende Grenzsäume, während andererseits sogar überbaute Flächen im Norden und Südosten der Stadt nicht regelmässig einbezogen sind.

Innerhalb des Stadtgebietes stellen sich einige Teile als regelmässig abgrenzbare wärmere Kerne innerhalb der Gesamtinsel deutlich heraus. Es handelt sich neben der Altstadt und der nordwestlich anschliessenden Bahnhofsvorstadt um besonders dicht bebaute Quartiere.

Zusammenfassend lässt sich aus der näheren Analyse der Wärmeinsel einer Stadt feststellen, dass sie sich weniger als eine Insel mit einem Kern nahe dem städtischen Zentrum und einem entsprechend den überbauten Arealen mehr oder weniger ringförmigen Intensitätsabfall nach aussen darstellt, als vielmehr wie eine mehrkernige Inselgruppe, in welcher die Quartiere mit unterschiedlichen Baukörperstrukturen auf Grund ihres jeweiligen thermischen Verhaltens als voneinander isolierbare Kerne auftauchen.

Aus diesen - und anderen Fakten aus der Untersuchung von NÜBLER (sh. dazu auch WEISCHET, 1979) - resultiert m.E. als klare Konsequenz, dass erstens eine Stadt als komplexes Ganzes ausserordentlich schlecht klimatologisch verstehend und prognostizierbar ableitend in den Griff zu bekommen ist und dass zweitens erheblich grössere Aussichten für eine solche genetische Ableitung bestehen, wenn man sich von der Gesamtbetrachtung der Stadt ab- und einer detaillierten Analyse charakteristischer Teile zuwendet.

Das korrespondiert mit den praktischen Aufgaben, die in der Planung anstehen. Normalerweise haben Stadtplaner doch kaum die Möglichkeit, einmal eine ganze Stadt nach evtl. dann gefundenen wissenschaftlichen Erkenntnissen auszurichten. Die tatsächlichen Aufgaben beziehen sich in der Hauptsache auf die Neu-einrichtung einzelner begrenzter Stadtteile oder die Sanierung bereits vorhandener.

Beide Gesichtspunkte legen die Forderung nahe, den Ueberhang von der Stadt-zur Baukörperklimatologie zu vollziehen. Was das ist, möchte ich am Beispiel von Freiburg erläutern.

Der Bebauungskörper einer Stadt als ganzes ist im Prinzip überall verschieden. Jedoch lassen sich mit gewisser Schematisierung Kompositionstypen, "Baukörperstrukturtypen", herausfinden, die mit geringen Abwandlungen Bestandteil der meisten Städte in Mitteleuropa sind. Als Beispiel solcher Strukturtypen können genannt werden: mittelalterliche Stadtkerne, das Quadratmuster der Barockstädte, dicht verbaute gründerzeitliche Stadtviertel, die Parkvillenvorstädte der gleichen Zeit, Einfamilienhaussiedlungen mit grossen Gärten zur teilweisen Selbstversorgung der dreissiger Jahre, die Vielfamilienblockanlagen der frühen Nachkriegszeit oder die modernen Betonhochhauskomplexe der Trabantenstädte der sechziger Jahre. Der Katalog ist natürlich nicht vollständig und muss mit Hilfe der Stadtgeographen ausgebaut werden.

Dem Klimatologen bietet der Bezug auf solche Baukörperstrukturtypen den Vorzug, dass er es mit einer begrenzten Zahl von Einflussparametern in bestimmter räumlicher Kombination zu tun hat. Und im Hinblick auf die Planung ergibt sich der Vorteil, dass auf Grund gewonnener Regeln und Gesetze bei der Untersuchung solcher Strukturtypen Ergebnisse von anderen Orten in vergleichbarem Regionalklima übertragen werden können.

Diese allgemeinen Gesichtspunkte möchte ich nun noch am konkreten Fall etwas verdeutlichen.

Die thermischen Bedingungen in der oberflächennahen, für die Umgebung des Menschen entscheidenden Luftschicht an einem beliebigen Standort innerhalb eines Stadtgebietes sind das Ergebnis

1. der allochthonen, von aussen mit der Luft herangeführten Temperatur,
2. des Strahlungsenergie- und Wärmeumsatzes an den wenigen natürlichen und vielen künstlichen Oberflächen, welche die Luftschicht an einem Standort umgeben,
3. des Transfers von fühlbarer und latenter Wärme von den Oberflächen an die Luft, sowie
4. des Massenaustauschs zwischen der Luftschicht am betrachteten Standort mit der Luft der näheren und weiteren Umgebung.

Die Wirksamkeit der Einzelprozesse in diesem komplexen Wirkungssystem variiert sehr stark mit Jahreszeit und Wetterlage. In einem Extremfall, nämlich bei stürmischem Regenwetter mit dichter, geschlossener Regenbewölkung, bestimmen zu allen Jahreszeiten die allochthonen Bedingungen wegen der minimalen Einstrahlung und des maximal wirkenden Austausches die thermischen Verhältnisse und führen zu weitgehend gleichen Bedingungen an allen Standorten des Stadtgebietes. Unter solchen Bedingungen sind die thermischen Verhältnisse weitgehend unabhängig von der Baukörperstruktur.

Im andern Extremfall, nämlich dem windstillen Strahlungswetter, werden dagegen die thermischen Bedingungen entscheidend vom Strahlungsenergieumsatz an den Baukörperoberflächen und von deren Wärmeabgabe an die mehr oder weniger stagnierende oberflächennahe Luft bestimmt. Dann kommt es einerseits sehr darauf an, welche Oberflächen mit welchen physikalischen Eigenschaften in welcher geometrischen Anordnung das Luftvolumen eines Standortes in der Stadt umgeben und wie gross andererseits die Stagnation der Luft an diesem Standort ist.

Zwischen den beiden Extremen gibt es zahlreiche Zwischenmöglichkeiten, die in ihrer Häufigkeit weitgehend von der regionalklimatischen Situation einer Stadt abhängen.

Tab. 1 Jede Baukörperstruktur wird gebildet von

2 Objektgruppen:	Gebäude		Freiflächen		
	Wände	Dächer	Vegetationsflächen	Gewässer	künstl. befestigte Flächen
Die bestehen aus je 2 Oberflächengrundarten Diese sind hinsichtlich folgender thermisch relevanter Eigenschaften zu untergliedern					
1. Material	Beton unverputzt Beton verputzt Ziegel unverputzt Ziegel verputzt Naturstein Holz	Dachziegel Blech Teerpappe Kiesauf-lage	Bäume Sträucher Rasen unkrautbewachsener Boden	Wasser Eis	Asphalt Stein-Beton Sand-Kies gestampfter Boden
2. Vertikalgliederung	Geschosszahlen	Flachdach Satteldach m. grossem m. kleinem Neigungswinkel	Baumhöhe		
3. Exposition	W-E Orientierung von Gebäudeachsen N-S NW-SE NE-SW	Dachfirst			

Tab. 2 Strukturtypen von Baukörpern wurden charakterisiert durch:

1. Bebauungsgrundtyp	Block-	Zeilen-	Einzelhaus-	Trabantensiedlung, ev. Industrie
2. Untergliederung nach Gebäudeanordnung	geschlossener Bl. Bl. m. Baulücken Bl. m. Innenbebauung	parallel-bzw. schrägständig	parallel Doppelhäuser parallel Einzelhäuser versetzte "weitständig oder unregelmässig"	Punkthochhäuser Scheibenhäuser Winkelform Bungalows Zeilenordnung
3. Gebäudeabstände	freistehend 1 - 10 m 11 - 20 m 21 - 30 m 31 - 40 m usw.	dito	dito	dito

(Aufgliederung nach Wänden und Dächern mit den Merkmalen von Material, Vertikalgliederung und Exposition).

4. Einfügung der künstlichen Oberflächen nach Material und Lage zu Gebäuden

5. Einfügung der Wasserflächen

6. Einfügung der Vegetationsoberflächen: insgesamt 48 Typen, gebildet aus Art der Vegetation, ihrer Kombination untereinander und künstliche Oberflächen sowie Lagebeziehung zu Gebäuden und künstlichen Oberflächen

Am Beispiel von Freiburg haben wir erste Schritte zur Analyse des Wärmeumsatzes bei austauscharmen Hochdruckwetterlagen unternommen. Dabei können strahlungsthermometrische Aufnahmen der Oberflächentemperatur wertvolle Grundlagen bieten, wenn sie

- a) ein solches Auflösungsvermögen haben, dass die einzelnen Elemente der Baukörperstruktur erkennbar sind und wenn sie
- b) den Tagesgang der Oberflächentemperatur im Wechsel zwischen Ein- und Ausstrahlung erfassen.

Beispiele einer flächenintegrierten Analyse über Struktureinheiten, die zugegebenermaßen noch nach subjektiven Gesichtspunkten ausgeschieden wurden, sind in früheren Arbeiten bereits veröffentlicht (WEISCHET, 1975; WEISCHET, NÜBLER, GEHRKE, 1977). In einer weitergehenden, computerunterstützten Arbeit zu der die "Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen" entsprechende finanzielle Unterstützung gewährte, ist die Analyse der Oberflächentemperaturen in verschiedenen Baukörperstrukturen inzwischen weiter ausgebaut worden.

Zunächst muss der Begriff Baukörperstruktur in Merkmale zerlegt werden, die für die EDV-Verarbeitung in einem Code gefasst werden können.

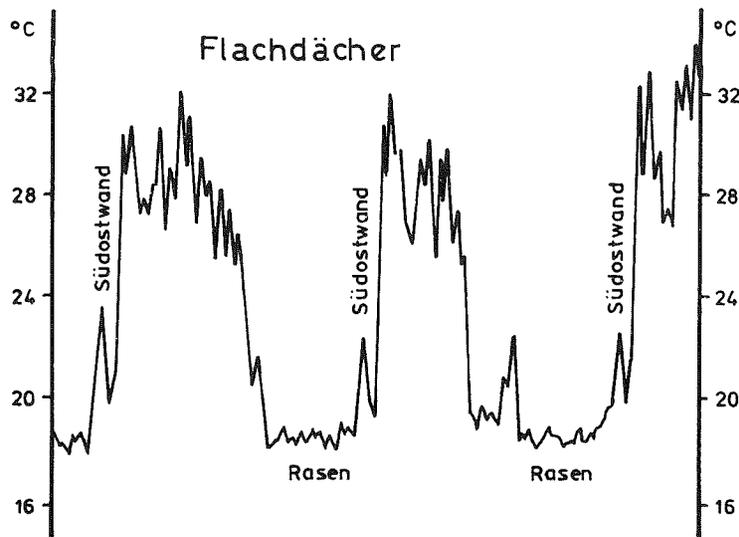
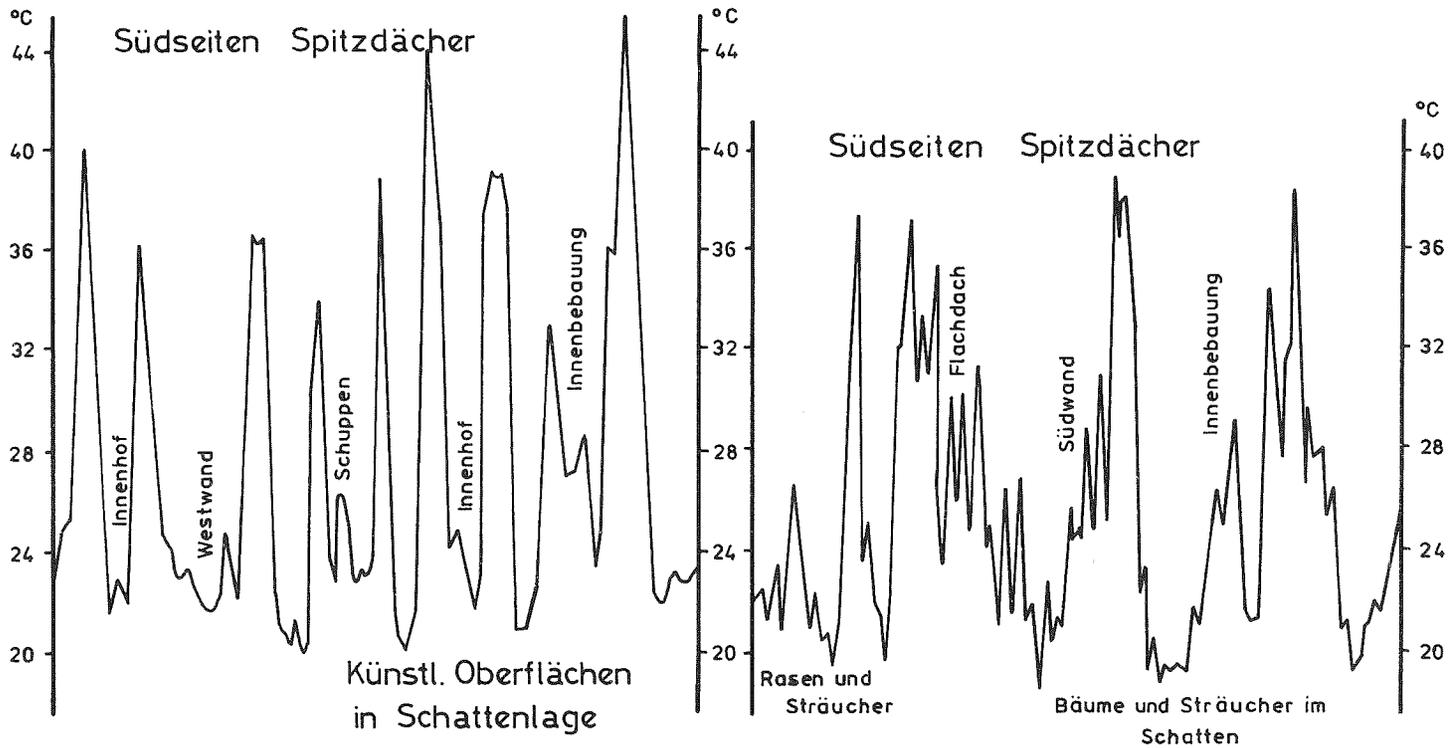
Jede Baukörperstruktur (Tab. 1) wird gebildet von zwei Objektgruppen: den Gebäuden und den Freiflächen. Diese ihrerseits bestehen wieder aus je zwei Oberflächengrundarten: die Gebäude aus Wänden und Dächern, die Freiflächen aus Vegetationsflächen und künstlich befestigten Flächen, zu denen möglicherweise als dritte noch die Gewässer hinzukommen. Diese Oberflächengrundarten sind hinsichtlich ihrer thermisch relevanten Eigenschaften zu untergliedern 1. nach dem Material, 2. nach der Vertikalgliederung und 3. nach der Exposition. Bei den Gebäuden bedeutet das z.B. unter den Wänden: Beton unverputzt, Beton verputzt, Ziegel unverputzt, Ziegel verputzt, Naturstein, Holz usw. wie es in der Tabelle aufgeführt ist. Bei der Vertikalgliederung kommen die Geschosszahlen, bei den Wänden und bei den Dächern die Unterscheidung in Flachdach, Satteldach mit verschiedener Neigung heraus. Die Exposition versteht sich nach den Himmelsrichtungen.

Die Charakterisierung von Baukörperstrukturen (Tab. 2) geschah in 6 Ebenen. Erstens wurde der Bebauungsgrundtyp je nach Block-, Zeilen-, Einzelhaus- und Trabantsiedlung ausgeschieden, zu der evtl. noch Industrieviertel kommen. Diese Bebauungsgrundtypen sind zu untergliedern nach der Gebäudeanordnung in geschlossene Blockbauweise, Blockbauweise mit Lücken, Blockbauweise mit Innenbebauung bzw. Zeilenbauweise, parallel oder schrägständig, Einzelhaus in Form von parallelen Doppelhäusern, parallelen Einzelhäusern, versetzt und Einzelhäusern usw.

Nächster Gesichtspunkt der Gebäudeanordnung ist der der Gebäudeabstände mit den entsprechenden Intervallwerten. Nach dieser Aufteilung sind für die Gebäude jetzt einzusetzen die Materialien der Wände, die Vertikalgliederung, die Exposition sowie die Materialien für Dächer und Vertikalgliederung und Exposition der Dächer. Damit ist die Objektgruppe der Gebäude in eine überschaubare Zahl von codierbaren Merkmalen aufgegliedert. In sie sind jetzt die Freiflächen einzufügen. Dazu gehören 1. die künstlichen Oberflächen nach Material und Lage zu den Gebäuden, 2. die Vegetationsoberflächen, ebenfalls nach Material und Lage zu den Gebäuden. Dabei sind insgesamt 48 Typen ausgeschieden worden nach Art der Vegetation ihrer Kombination untereinander und ihrer Kombination mit künstlichen Oberflächen sowie den Lagebeziehungen zu Gebäuden und künstlichen Oberflächen.

Dieses Klassifizierungsschema der in den Baukörperstrukturen unter verschiedener Zusammensetzung vorkommenden Oberflächen ist die eine Voraussetzung für die EDV-Verarbeitung. Die andere wurde durch 46 thermische Messprofile über typische Baukörperstrukturen erstellt. Mit Hilfe eines Mikrodensitometers wurden aus Infrarotaufnahmen Grauwertdiagramme in den Profillinien erstellt, die sich mit Hilfe von Eichkurven umwandeln lassen. Als erstes Beispiel ist der Ausschnitt aus dem eng verbauten Stadtkern von Freiburg angegeben, in dem zwischen 4 bis 4 1/2-geschossigen Gebäuden mit Abständen von ca. 10 m sich relativ kühle Asphaltflächen in Schattenlage befinden (Abb. 3).

Abb. 3



Das zweite Bild ist charakteristisch für dicht gebaute Quartiere der Gründerzeit mit 3 bis 4-geschossigen Wohngebäuden in offener Blockbauweise. In den Blockinnenräumen wechseln Strauch- und Baumwuchs mit niedrigen Behelfsbauten.

Das dritte Beispiel betrifft ein Vielfamilienhaus-Neubau-Viertel vom Ende der sechziger Jahre in der Vorstadt Weingarten. Einheitlich in Winkelform angeordnete rechteckige vier- bis sechsgeschossige Baukörper sind von baum- und strauchfreien Rasenflächen umgeben.

Aus den 46 Kennprofilen lassen sich nun die Oberflächentemperaturen für jedes Objekt mit einer Minimalgröße von 2,5 x 2,5 m für den Morgen-, Mittag- und Abendtermin entnehmen und zusammen mit den objektspezifischen Merkmalen nach dem vorher aufgezeigten Code digital speichern. Das ergibt eine Datenbank, aus welcher nun die Einzel-, Mittel- und Extremwerte der Oberflächentemperatur für bestimmte Merkmalsgruppen, Einzelmerkmale und Merkmalskombinationen in bestimmten Baukörpern abgerufen werden können.

Ein Auszug aus der Analyse sei nur für das Temperaturverhalten der vier Oberflächengrundarten angegeben. Das lässt sich ausbauen für eine Vielzahl von Gesichtspunkten, von denen einige in der Tabelle 3 aufgeführt sind.

Aus dem Material lässt sich also das Temperaturverhalten von Dachflächen in Abhängigkeit von der Dachform für die gegebenen Strahlungsverhältnisse quantifizierend angeben. Man kann auch das Temperaturverhalten von Wandflächen gleicher Exposition in Abhängigkeit vom Baumaterial oder auch vom Gebäudeabstand aufzeigen oder auch beispielsweise das Temperaturverhalten von Rasenoberflächen bei verschiedener Lagekombination zwischen Gebäuden unterschiedlicher Höhe und Exposition.

Unter den Randbedingungen ähnlicher geographischer Breite, ähnlicher Jahreszeit und ähnlicher meteorologischer Bedingungen wie sie bei der Aufnahme ge-

Tab. 3 Temperaturverhalten der Oberflächengrundarten
zum Morgen (TMO)-, Mittag (TMI)- und Abendtermin (TA)

Bezeichnung	TMO	DIFF	TMI	DIFF	TA
Objekte insges.	4,6		26,8		4,6
Baukörper insges.	3,7		28,9		11,3
- Dachflächen insges.	2,4	28,5	30,9	20,1	10,8
- Wandflächen insges.	7,1	16,0	23,1	10,5	12,6
Freiflächen insges.	5,9		23,8		12,0
- künstl. Oberflächen insges.	7,4	17,4	24,8	10,3	14,5
- Vegetationsoberflächen insges.	4,9	18,2	23,1	12,8	10,3

- .Temperaturverhalten von Dachflächen in Abhängigkeit von der Dachform.
- .Temperaturverhalten von Flachdächern in Abhängigkeit von Gebäudegrösse
" " von Gebäudehöhe
- .Temperaturverhalten von Satteldächern unterschiedlicher Exposition
- .Temperaturverhalten von Wandflächen gleicher Exposition in Abhängigkeit von Baumaterial
" " vom Gebäudeabstand
- .Temperaturverhalten von künstlichen Oberflächen verschiedener Art
- .Temperaturverhalten gleicher Art bei unterschiedlicher Entfernung von Gebäuden
- .Temperaturverhalten in Abhängigkeit von der Höhe der umgebenden Gebäude
- .Temperaturverhalten von Asphaltstrassen in unterschiedlichen Baukörperstrukturen
- .Temperaturverhalten von Vegetationsoberflächen in Abhängigkeit von der Art der Vegetation
" " in unterschiedlichen Baukörperstrukturen
- .Temperaturverhalten von Rasenflächen bei verschiedener Lagekombination zu Gebäuden

herrscht haben, erlaubt die Datenbank aber auch, ein thermisches Kennprofil abzufragen für einen neu zu konzipierenden Baukörper. Oder es lassen sich Baukörperstrukturen theoretisch komponieren, an die bestimmte thermische Bedingungen geknüpft werden.

Aber das sind alles noch Anfangsschritte zu einer vollständigen Analyse der Genese der thermischen Bedingungen. Es müssen in der Zukunft experimentelle Untersuchungen über den Strahlungsenergie- und Wärmeumsatz an den Oberflächen sowie über den Transfer von Energie in Form von fühlbarer oder latenter Wärme an die den Oberflächen aufliegenden Luftschichten durchgeführt werden. Wenn man sich aber in der Zukunft auf reproduzierbare Baukörperstrukturtypen konzentriert, so ist die Chance, gesicherte Abhängigkeiten aufzudecken und auf dieser Basis konkrete Aussagen und Prognosen machen zu können, grösser, als wenn man immer die gesamte Stadt in ihrer unüberschaubaren Vielfalt von Kombinationsmöglichkeiten im Auge hat.

Literaturbezüge

- ANGELL, J., PACK, D.H., DICKSON, C.R., HOECKER, W.H.:
Urban influence on night-time airflow estimated from
tetroon flights. J. Appl. Meteorology 10 (1971), S. 194-204
- CHANDLER, T.J.: The changing form of London's heat island. Geography 46
(1961 a), S. 295-307
- CHANDLER, T.J.: Surface breeze effects of Leicester's heat island. East Mid-
land Geogr. 15 (1961 b), S. 32-38
- CHANDLER, T.J.: Urban climatology and its relevance to urban design. Genf:
WMO 1976. (WMO Techn. Note No. 149)
- ENDLICHER, W.: Geländeklimatologische Untersuchungen im Weinbaugebiet des
Kaiserstuhls. Diss. Freiburg 1979.
- FEZER, F. + SEITZ, R. (Hrsg.): Klimatologische Untersuchungen im Rhein-Neckar-Raum.
Studien für die Regional- und Siedlungsplanung.
Heidelberg: Geogr. Inst. d. Univ. 1977, 243 S.
(Heidelberger Geogr. Arbeiten, Heft 47)
- FORSDYKE, A.G.: Meteorological factors of air pollution. Geneva: WMO 1970
(WMO Techn. Note No. 114)
- HESS, P. + BREZOWSKY, H.: Katalog der Grosswetterlagen Europas. (2. erg. Aufl.,
Offenbach 1969, Ber. d. DWD, Bd. 15, Nr. 113)
- KRATZER, A.: Das Stadtklima. 1. Aufl. 1937. 2. Aufl., Braunschweig: Vieweg
1956. (Reihe 'Die Wissenschaft', Bd. 90)
- MATHYS, H. + MAURER, R.: Der Aaregraben nördlich von Bern. Eine klimatische Unter-
suchung als Planungsgrundlage. Bern 1974 (Beitr. zum Klima
von Bern, No. 8)
- MUNN, R.E.: Airflow in urban areas. In: WMO 1970, S. 15-39
- NÜBLER, W.: Konfiguration und Genese der Wärmeinsel der Stadt Freiburg.
Freiburg, Geogr. Institut I, 1979 (Freiburger Geogr. Hefte,
Heft 16)

- OKE, T.R.: Review of urban climatology, 1968 - 1973. Genf: WMO 1974
(WMO Techn. Note No. 134)
- OKE, T.R. + EAST, C.: The urban boundary layer in Montreal. Boundary-Layer Meteor. 1 (1970), S. 411-437
- OKITA, T.: Estimation of the direction of air flow from observations of rime ice. Jour.Met.Soc.Japan 38 (1960), S. 207-209
- PETERSON, J.T.: The climate of the city. In: T. DETWYLER (Hg.) 1971, S. 131-154
- REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UNTERMAIN, FRANKFURT: Lufthygienisch-meteorologische Modelluntersuchung in der Region Untermain. 3. Arbeitsbericht, 1972
- ROBEL, F., HOFFMANN, U. und RIECKERT, A.: Daten und Aussagen zum Stadtklima von Stuttgart auf der Grundlage der Infrarot-Thermographie. Stuttgart 1978 (Beitr. z. Stadtentwicklung, 15)
- URBAN CLIMATES: Proc.Symp. Urban Climates and Building Climatology. Geneva: WMO 1970. (WMO Techn. Note No. 108)
- WEISCHET, W.: Stadtklimatologische Konsequenzen von Line-Scanner-Aufnahmen der Oberflächentemperaturen im Tagesgang (Beispiel Freiburg i. Br.). In: Symp. Erderkundung, Köln-Porz: DFVLR 1975, S. 359 - 467
- WEISCHET, W.: Problematisches über die städtische Wärmeinsel und die Notwendigkeit einer Baukörperklimatologie. In: Siedlungsgeogr. Studien: Festschr. f. Gabriele Schwarz. Berlin: de Gruyter 1979.
- WEISCHET, W., NÜBLER, W. + GEHRKE, A.: Der Einfluss von Baukörperstrukturen auf das Stadtklima am Beispiel von Freiburg i.Br. In: E. Franke (Hg.): Stadtklima: Ergebnisse und Aspekte für die Stadtplanung. Stuttgart: Krämer-Verlag 1977

WMO Techn. Note No. 108: Vgl. Urban climates (1970)

WMO Techn. Note No. 114: Vgl. FORSDYKE (1970)

WMO Techn. Note No. 134: Vgl. OKE (1974)

B. Berz:

Die wissenschaftlichen Untersuchungen beruhen alle auf einer breiten Basis von klimatologischen Grundkenntnissen und Erfahrungen. Reichen diese Erkenntnisse nicht aus, um den Planern einfache, z.B. geländeklimatologische Problem- oder Vorbehaltskarten, Richtlinien usw. zur Verfügung zu stellen?

W. Weischet:

Ich denke schon; die Fragen sollten mir von den Planern formuliert werden. Diese Tagung hat sicher auch den Zweck aufzuzeigen, welche methodischen Ansätze in der Klimatologie vorhanden sind und welche Information an welchen Adressen abgefragt werden kann. Die Planer mögen sich dieser Adressen bedienen.

NEUE PROBLEME DES PHOTOCHEMISCHEN SMOGS,
EINE HERAUSFORDERUNG AN DERZEITIGE LUFTREINHALTESTRATEGIEN

Heinz Karrasch, Heidelberg

Es datiert immerhin bereits 28 Jahre zurück, daß HAAGEN-SMIT in Laborexperimenten die Ursachen des geheimnisvollen Los-Angeles-Smog aufdeckte. Er beruht auf photochemischer Oxidantienbildung, deren Ausgangsprodukte primär freigesetzte Stickstoffoxide und Kohlenwasserstoffe sind. Freilich konnten damals die Komplexität und die räumlichen Dimensionen des Phänomens auch nicht annähernd überblickt werden. So stellen sich bis auf den heutigen Tag immer wieder neue Probleme, von denen einige i.f. angesprochen werden sollen. Es handelt sich dabei um Teilergebnisse eines Forschungsprogramms über "Vergleichende Studien zur Luftqualität amerikanischer und deutscher Ballungsgebiete".

Um einen ersten Eindruck zu gewinnen, wie gravierend das Smogproblem in Los Angeles trotz vieler Anstrengungen immer noch ist, braucht man nur einen Blick in amerikanische Zeitungen der letzten Tage zu werfen. Es ist dort die Rede vom "worst L.A. smog in 17 years" bezogen auf die maximalen Immissionen (San Francisco Chronicle vom 14.9.1979). Orientiert man sich an der jährlichen Zahl der Tage, an denen es zu Überschreitungen der "national primary standards" kommt, so bietet sich folgende charakteristische räumliche Verteilung. Die meisten CO-Überschreitungen werden in der marin beeinflussten Küstenebene angetroffen, die die größte Verkehrsfrequenz aufweist. An 60-90 Tagen, stellenweise auch noch an mehr als 90 Tagen wird der 8-Stundenmittelwert von 9 ppm überschritten, und zwar vornehmlich im Winter. Bei den Oxidantien ist die Reaktionszeit und der dabei stattfindende Transport durch die Seewinde zu berücksichtigen, aber durchaus auch der landeinwärts wachsende Strahlungsgenuß. Die größte Anzahl von Überschreitungen registriert man deshalb in den 3 intramontanen Becken, den sog. valleys (San Fernando Valley, San Gabriel Valley, San Bernardino Valley), ferner an den südlichen und südwestlichen Hängen der San Gabriel und San Bernardino Mountains. Dort übertrifft das maximale Stundenmittel an mindestens 150 Tagen und bei einzelnen Stationen sogar an mehr als 200 Tagen die 0,08 ppm-Marke¹⁾ (vgl. auch die in Abb. 1 dargestellten Jahresdurchschnittswerte der täglichen maximalen Stundenmittel).

Die leeseitige Verschiebung der maximalen Ozonimmissionen gilt natürlich nicht nur für Los Angeles, sondern ganz all-

1) National Primary Air Quality Standard für Ozon (Stundenmittel) $0,08 \text{ ppm} \approx 0,160 \text{ mg/m}^3$. Als Ergebnis von langjährigen, z.T. sehr heftigen Diskussionen ist der Standard inzwischen auf $0,12 \text{ ppm}$ heraufgesetzt worden. Diese Revision wurde am 8.2.1979 wirksam. Alle Überschreitungsangaben im vorliegenden Beitrag beziehen sich auf den stringenteren alten Standard.

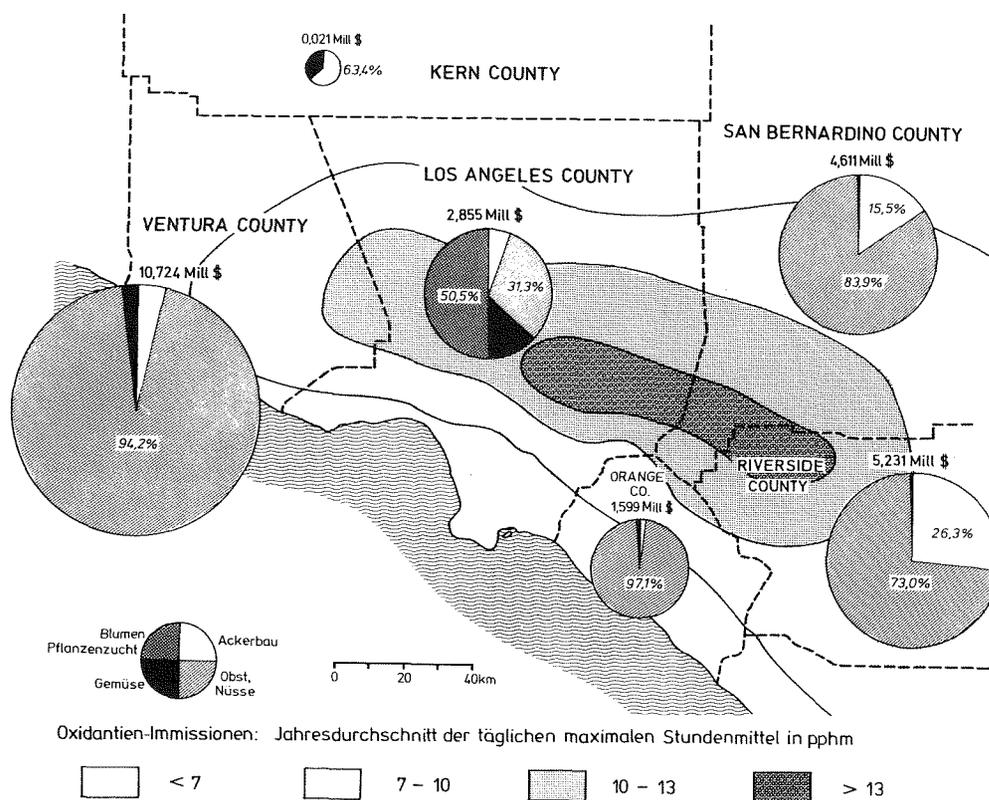


Abb. 1: Schäden in der südkalifornischen Landwirtschaft durch photochemischen Smog im Jahre 1970. National Primary Air Quality Standard für Ozon 0,08 ppm $\hat{=}$ 8 parts per hundred millions (pphm).

gemein. Im Mittel beträgt die Distanz ca. 30-35 km. Im Unterschied zu den meisten primären Luftverunreinigungen treten also die Höchstbelastungen im suburbanen Bereich, z.T. erst im ländlichen Bereich auf. Letzteres bleibt nicht ohne Folgen auf die agrarische Produktion insofern, als besonders sensitive Anbauprodukte zweckmäßigerweise von vornherein ausscheiden müssen. Trotzdem sind beträchtliche Produktionseinbußen und Schäden immer wieder zu verzeichnen. Ihre Bilanzierung bereitet gewisse Schwierigkeiten. Für die südkalifornische Landwirtschaft habe ich einen kartographisch umgesetzten Versuch in dieser Richtung unternommen (vgl. Abb. 1), und zwar basierend auf Erhebungen des kalifornischen Landwirtschaftsministeriums (MILLECAN, 1971). Die gesamte Schadenssumme belief sich 1970 auf ca. 25 Millionen Dollar, wobei Schäden an Obstkulturen (vornehmlich Citrusfrüchte) besonders zu Buche schlugen. Vielleicht irritiert es, daß die höchsten Schadenssummen nicht dort zu lokalisieren sind, wo die maximalen Immissionsbelastungen bestehen: im Los Angeles County und San Bernardino County. Das hat freilich einen sehr simplen Grund, nämlich die dortige Bevölkerungskonzentration, so daß landwirtschaftliche Produktionsflächen nur in relativ geringem Ausmaß zur Verfügung stehen.

Die große Intensität der photochemischen Oxidantienbildung in Los Angeles kann auf 4 Ursachen zurückgeführt werden:

- 1) die hohe Globalstrahlung,
- 2) die extrem ungünstigen Transmissionsbedingungen durch den vorherrschenden Inversionstyp (Absinkinversionen der Nordpazifischen Antizyklone, ferner häufiges Tiefferrücken der Inversionsbasis im Laufe des Tages durch die mit den Seewinden landeinwärts vordringende "marine layer"),
- 3) die zusätzliche orographische Beeinträchtigung der Transmission durch die im Halbrund angeordneten Gebirgsbarrieren,
- 4) hohe Stickstoffoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen, die überwiegend aus dem Automobilverkehr stammen.

Die Agglomeration Los Angeles-Riverside-San Bernardino ist selbst für amerikanische Verhältnisse durch einen überdurchschnittlich hohen Motorisierungsgrad (1 KFZ pro 1,8 Einwohner) ausgezeichnet, was mit völlig unterentwickelten öffentlichen Verkehrsmitteln einhergeht.

Zieht man verallgemeinernde Schlußfolgerungen aus der Fallstudie Los Angeles, die hier nur mit wenigen Merkmalen angerissen werden konnte, so müßten sie lauten: alle größeren Städte an subtropischen Westküsten weisen eine potentielle Gefährdung für den photochemischen Smog auf. Damit ist zugleich eine Aussage über die mögliche Verbreitung des photochemischen Smogs gemacht, wie sie bis vor wenigen Jahren gültig war. Konsequenterweise stellte man dem Los-Angeles-Smog den sog. London-Smog gegenüber, der hauptsächlich aus primären Luftverunreinigungen besteht, weitgehend mit Strahlungsinversionen verknüpft ist und für die mittleren und höheren geographischen Breiten charakteristisch sein sollte (vgl. z.B. McCORMICK 1970, Tab. 1). Stillschweigend wurde vorausgesetzt, daß beide Typen sich ausschließen. Bei der Durchsicht der wichtigsten Eigenschaften, fällt freilich auf, daß der Los-Angeles-Smog ein sommerliches Phänomen ist, wohingegen der London-Smog im Winter seine größte Häufigkeit besitzt. Schon dieser Sachverhalt hätte eigentlich die Frage auslösen müssen, ob nicht auch die Kombination beider Erscheinungen möglich ist. Die Frage ist eindeutig zu bejahen, wie zahlreiche Beobachtungen aus fast allen Teilen der USA incl. Zentralalaskas sowie aus dem südlichen Kanada belegen.

An dieser Stelle gilt es, deutsche Ballungsgebiete in die Betrachtungen miteinzubeziehen. Das soll am Beispiel von Mannheim geschehen. Ozonmessungen an 3 Stationen (neuerdings auch noch an einer 4. Station "Fernsehturm") gehören dort zum Routineprogramm zur Luftüberwachung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Die Ergebnisse der Auswertungen für die vorliegenden Beobachtungsjahre 1975 - 78 sind trotz der vorangehenden Aussagen einigermaßen überraschend, und zwar überraschend im Hinblick auf die Intensität der Oxidantienbildung. In nicht weniger als 5 Monaten lag nämlich 1976 das 95-Perzentil über dem US National Primary Air Quality Standard, der in Ermangelung eines eigenen deutschen Immissionsgrenzwertes benutzt wird (vgl. Abb. 2). Einzelwerte bis zu $0,543 \text{ mg/m}^3$ (3-Stundenmittel) wurden konstatiert. Nun war der Sommer 1976 besonders strahlungs-

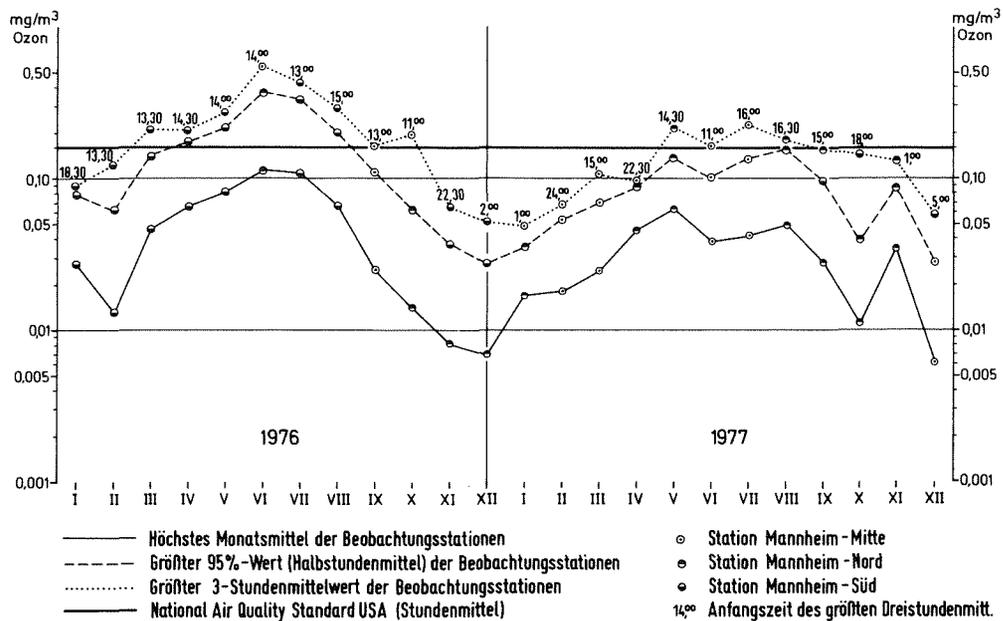


Abb. 2: Ozonimmissionen in Mannheim 1976-1977.

reich. Man könnte also geneigt sein, von einem Ausnahmejahr zu sprechen - vor allem unter Berufung auf die Registrierungen von 1977, bei denen das 95-Perzentil in keinem Monat mehr den National Air Quality Standard übertraf (vgl. Abb. 2). In Wahrheit ist es genau umgekehrt: 1977 ist mehr als Ausnahmejahr anzusehen als 1976. Das zeigt sich eindeutig bei Berücksichtigung der Daten von 1975 und 1978. Auch in diesen beiden Jahren wurden ähnlich hohe O₃-Immissionen gemessen wie 1976; und es kam zu zahlreichen Überschreitungen des Standards von 0,160 mg/m³. Prüft man, welche Großwetterlagen zu solchen Überschreitungen führen, so findet man zwar keine einseitige Beschränkung auf wenige Großwetterlagen, wohl aber eine klare Dominanz der antizyklonalen Großwetterlagen. An erster Stelle steht BM (Hochdruckbrücke über Mitteleuropa)²⁾, es folgen HM (Hoch über Mitteleuropa), HFa (Hoch Fennoskandien antizyklonal) sowie NEa (Nordostlage antizyklonal); und erst an 5. Stelle erscheinen die zyklonalen Westlagen, obwohl sie eigentlich die größte Häufigkeit besitzen. Immerhin waren Standard-Überschreitungen nur an 36,1 % der Wz-Tage in den Sommermonaten 1975-78 zu registrieren, während es bei HM, HFa, NEa 100 % und bei BM 75 % waren. Austauscharme Wetterlagen erhöhen demnach die Gefahr des Auftretens von photochemischem Smog; aber die Strahlungsintensität ist wohl der Faktor, dem noch größeres Gewicht zufällt.

Um für den angestrebten Vergleich amerikanischer und deutscher Ballungsgebiete nicht nur mit qualitativen Aussagen aufzuwarten, sondern auch eine quantitative Bewertung zu ermöglichen, sind in Abb. 3 die Summenhäufigkeitskurven der Ozonimmissionen für jeweils eine repräsentative Station der Agglomerationen Los Angeles, Chicago, Washington und

2) Klassifikation nach HESS & BREZOWSKY.

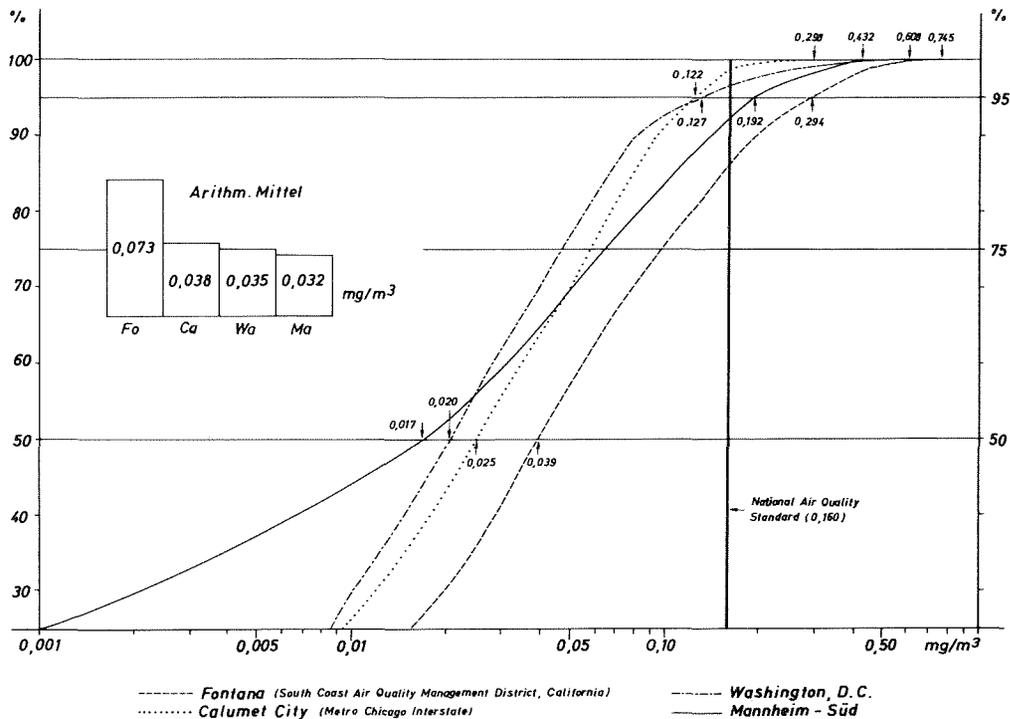


Abb. 3: Summenhäufigkeit und arithmetisches Mittel der Ozonimmissionen (1/2- resp. 1-Stundenmittel) in Mannheim und einigen amerikanischen Vergleichsobjekten 1976.

Mannheim zusammengefaßt worden. In bezug auf die Kurzzeitimmissionen, die sich aus dem 95-Perzentil und erst recht dem 100-Perzentil ablesen lassen, rangierte Mannheim 1976 noch vor Chicago und Washington. Allerdings bleiben erwartungsgemäß alle 3 Agglomerationen weit hinter den Werten zurück, die in Südkalifornien gemessen wurden. So ist z.B. das arithmetische Mittel in Fontana fast doppelt so groß oder - allein verglichen mit Mannheim - sogar mehr als doppelt so groß. Von der Emissionssituation besteht übrigens insofern ein bemerkenswerter Unterschied, als die Oxidantienvorläufer in Mannheim-Ludwigshafen überwiegend aus der chemischen Industrie stammen, in den amerikanischen Vergleichsobjekten dagegen Automobilemissionen vorherrschen. Die Befunde von Mannheim dürfen daher nur mit Einschränkungen auf andere deutsche Städte übertragen werden. Diese Feststellung sollte freilich nicht dahingehend mißverstanden werden, daß Mannheim in Deutschland ein Ausnahmefall ist. Vielmehr sind zumindest kurzzeitig hohe Ozonimmissionen auch aus dem Köln-Bonner Raum, dem Rhein-Main-Gebiet sowie Karlsruhe bekannt (vgl. u.a. BECKER, 1977, S. 10).

In den bisherigen Darlegungen war durchweg die Rede von Smog, der seinen Ursprung am Ort des Auftretens hat, wenn man einmal von der leeseitigen Verlagerung der maximalen Immissionen absieht. Es bliebe zu fragen, ob es auch Smogereignisse gibt, die auf ortsfremde Verunreinigungen zurückgehen oder zumindest durch sie maßgeblich verstärkt werden. NEIBURGER (1969, Fig. 12) hat für die USA ein schematisches W-O-Profil der Verunreinigungen entworfen, das auf solchen Überlegungen basiert. Unter den Voraussetzungen einer vorherrschenden W-Zirkulation wird der Backgroundpegel der Verunreinigungen im-

mer größer, je weiter man nach Osten voranschreitet. Wenn auch in diesem Rahmen nicht an eine Verifizierung dieses Profils gedacht ist, so sollen doch die vorkommenden Kumulationseffekte der Ozonanreicherung an zwei charakteristischen Beispielen eines Meso- und eines Makrotransportes von Luftmassen erläutert werden. Als erstes Beispiel sei Chicago angeführt, wo die sommerliche Oxidantienbildung einerseits mit strahlungsreichen Tagen, andererseits mit dem lake breeze verknüpft ist. Der Seewind vom Lake Michigan entwickelt sich tagsüber bei schwach ausgebildeter Makrozirkulation. Ein typisches Smogereignis am 11.6.1976 war durch ein höchstes Stundenmittel von 0,188 ppm Ozon gekennzeichnet, das um 17 Uhr für eine Station unweit des Washington Park gemessen wurde. Weiter landeinwärts gelegene Stationen hatten sogar noch spätere Eintrittszeiten ihrer Maxima. Selbst um 20 Uhr traten immer noch relativ hohe Ozonimmissionen bis zu 0,124 ppm auf, wobei die lake-breeze-Front inzwischen mehr als 20 km landeinwärts vorgedrungen war. Diese Befunde lassen sich nicht mehr allein mit dem Emissionspotential des 11.6. erklären; vielmehr sind die Oxidantien des Vortages hinzuzuschlagen. Bemerkenswerterweise war am 10.6. kein Seewind ausgebildet. Was beschrieben wurde, ist der Kumulationseffekt zweier Tagesemissionen, die zu ihrem Ursprungsgebiet zurückkehren mit einer an diesem Tage geringfügigen Südwärtsverlagerung. Im Mehrtagesablauf werden weitaus größere Transportweiten erreicht. Man weiß, daß Chicago-Oxidantien über den lake breeze bis zu dem 140 km entfernten Milwaukee gelangen können (vgl. LYONS & COLE, 1976, S. 734 ff.). Im Vergleich zu den regionalen und überregionalen Transporten, die sich über mehrere 100 km und sogar über 1000 km erstrecken und die an ausgedehnte Antizyklonen gebunden sind, nimmt sich auch dieser Fall noch bescheiden aus. Das sei mit dem zweiten Beispiel, der Agglomeration Philadelphia, verdeutlicht. Dort wurden am 10.8.1975 in ca. 300 m Höhe Ozonmeßprofile mit dem Flugzeug aufgenommen. Aus den Differenzen von Lee- und Luvseite bei nordwestlichen Winden konnte die lokale Oxidantienproduktion mit maximal 0,061 ppm ermittelt werden (vgl. WOLFF et al., 1977, Fig. 1). Das ist ein Wert, der möglicherweise gar nicht oder doch nur geringfügig zur Überschreitung des US National Air Quality Standard geführt hätte - selbst bei Addition des natürlichen Backgroundpegels. Der tatsächliche Maximalwert östlich von Philadelphia betrug indessen 0,194 ppm. Auch alle anderen Daten - die luvseitigen nicht ausgenommen - lagen erheblich über dem Immissionsgrenzwert. Das Smogereignis ist also eindeutig das Ergebnis ortsfremder Verunreinigungen, die aus dem Manufacturing Belt in das Ballungsgebiet von Philadelphia gelangt sein dürften. Es handelt sich dabei nur um ein Beispiel von zahlreichen Episoden, die im Rahmen eines großangelegten Forschungsprojektes, der Northeast Oxidant Transport Study, untersucht wurden.

Mit ähnlichem Aufwand wurde ein anderes Projekt im Umkreis von St. Louis betrieben: die Regional Air Pollution Study. Dort stellte sich heraus, daß Smogereignisse ortsfremden Ursprungs dominieren. Für westlich, östlich resp. südlich von St. Louis gelegene Beobachtungsstationen fallen 56-76 % der

O₃-Standard-Überschreitungen in diese Kategorie (berechnet nach Angaben von KARL, 1978). Entsprechende Befunde sind aus dem südlichen Ontario in Kanada bekannt. In Europa ist das Beobachtungsnetz derzeit noch nicht ausreichend dicht. Es fehlt vor allem an Höhensondierungen, die allein eindeutige Antworten über die Herkunft zulassen. Dennoch dürfte schon jetzt feststehen, daß hohe Ozonkonzentrationen, wie sie u.a. in Südschweden und in Südengland gemessen wurden, auch mit überregionalen Transporten in Verbindung zu bringen sein werden. Inwieweit dergleichen für das Niederrhein- und Oberrheingebiet zutrifft, bedarf noch der eingehenden Untersuchung.

Als Ergebnis der vorangehenden Ausführungen gilt es festzuhalten, daß die Fallstudie Los Angeles nur bedingt verallgemeinert werden darf. Es existieren vielmehr 2 verschiedene Typen photochemischen Smogs, die sich treffend mit den Begriffen *autochthoner Smog* und *allochthoner Smog* kennzeichnen lassen. Die bisherigen Luftreinhaltepläne sind darauf ausgerichtet, die lokalen Emissionen in den großen Ballungsgebieten zu reduzieren. Sie werden damit nur dem autochthonen Smog gerecht. Die Existenz des allochthonen Smogs stellt demnach eine Herausforderung an derzeitige Luftreinhaltestrategien dar. Diese Erkenntnis ist um so gravierender, als der photochemische Smog heute in den USA infolge seiner Häufigkeit und großen flächenhaften Verbreitung das Luftreinhalteproblem Nr. 1 bildet; aber auch in Europa besteht durchaus Anlaß zu Besorgnis und damit die Notwendigkeit zu verstärkten Anstrengungen in Forschung und Planung.

Literatur:

- BECKER, K.H. (1977): Einführung: In: VDI-Berichte 270 (=Ozon und Begleitsubstanzen im photochemischen Smog). Düsseldorf, S. 7-12.
- KARL, Th.R. (1978): Ozone transport in the St. Louis area. In: Atmospheric Environment 12, S. 1421-1431.
- LYONS, W.A. & COLE, H.S. (1976): Photochemical oxidant transport: mesoscale lake breeze and synoptic-scale aspects. In: Journal of Applied Meteorology 15, S. 733-743.
- McCORMICK, R.A. (1970): Meteorological aspects of air pollution in urban and industrial districts. In: World Meteorological Organization Technical Note No. 106. WMO-No.251.TP.139, S. 1-30.
- MILLECAN, A.A. (1971): A survey and assessment of air pollution damage to California vegetation in 1970. California Department of Agriculture. Sacramento.
- NEIBURGER, M. (1969): The role of meteorology in the study and control of air pollution. In: Bulletin of the American Meteorological Society 50, S. 957-965.
- WOLFF, G.T. et al. (1977): Aerial investigation of the ozone plume phenomenon. In: Journal of the Air Pollution Control Association 27, S. 460-463.

A. Junod:

Welches sind die denkbaren Sanierungsmassnahmen des photochemischen Smogs unter den (zentral)europäischen Verhältnissen?

H. Karrasch:

Zunächst einmal fehlt eine regionalisierende Gewichtung von autochthonen und allochthonen Smogereignissen. Um das volle Ausmass der Phänomene zu erfassen, ist es wichtig, Messstationen auch ausserhalb der Ballungsgebiete zu unterhalten. Den allochthonen Smog wird man nur durch regionale und überregionale Luftreinhaltestrategien wirksam bekämpfen können, was Zusammenarbeit und gemeinsame Aktionen der europäischen Länder voraussetzt. Eine nachhaltige Verbesserung ist von Emissionsreduktionen der Oxidantienvorläufer abhängig, also der Stickstoffoxide und Kohlenwasserstoffe. Die Hauptemittenten sind der Kraftfahrzeugverkehr, thermische Kraftwerke, Raffinerien und die chemische Industrie. Neben einer generellen Senkung dieser Emissionen kommen auch emissionsmindernde Massnahmen in Betracht, die nur bei bestimmten Wetterlagen im Sommer in Kraft zu treten brauchen, z.B. den im Vortrag erwähnten antizyklonalen Grosswetterlagen BM, HM, HFa und NEa.

H. Wanner:

Bisher richteten wir in Mitteleuropa unser Augenmerk auf die austauscharmen Situationen des Winterhalbjahres (Nebelmeere mit Inversionen). Sie verwenden als Indikator das Ozon. Wie gross ist die Schadenwirkung dieses Ozons in diesem Raum?

H. Karrasch:

Ueber das Ausmass der Schäden (Gesundheit, Vegetation, Materialien) lässt sich keine befriedigende Antwort geben. Man kennt Schwellenwerte von Langzeit- und Kurzzeitimmissionen, bei denen bestimmte Schadenwirkungen zu registrieren sind. Da sie fast alle aus den USA stammen, muss ihre Uebertragbarkeit noch überprüft werden. Die Schwierigkeiten einer Schadenbilanzierung sind vor allem durch synergistische Effekte bedingt. Trotz aller Vorbehalte, die gegenüber Kosten-Nutzen-Analysen aus methodischen Gründen noch bestehen, möchte ich Zahlen aus dem Air Quality Management Plan von Los Angeles (Draft 1978) nennen. Die jährlichen Oxidantenschäden werden darin mit 1,5 - 2 Milliarden \$ veranschlagt. (Schätzung von 1974, hochgerechnet auf 1978 Dollarwert). Dieser Schadenssumme steht ein Kostenaufwand von jährlich 303 Millionen \$ für Emissionsreduktionen gegenüber, die bis 1987 aufzubringen sind, um die Einhaltung des Primary National Air Quality Standard für Ozon zu gewährleisten. Es "lohnt" sich also, Luftreinhaltung zu betreiben.

F. Fliri:

Da Anteil polarer Luftmassen mehr im Winter gegeben und quantitativ bekannt ist, erhebt sich die Frage, ob für flächenhaftes Auftreten im Sommer nicht der Stickstoffumsatz in der Landwirtschaft eine Rolle spielen könnte (Ammoniak, Salpeter als Primärquelle).

H. Karrasch:

Die Landwirtschaft ist nicht nur durch Schäden von Luftverunreinigungen betroffen; sie trägt ihrerseits zur Luftverunreinigung bei, vor allem durch Verbrennung von Ernterückständen auf den Feldern. Die freigesetzten organischen Gase, Stickstoffoxide und Aerosole scheinen zwar - verglichen mit anderen Emittenten -

nicht besonders ins Gewicht zu fallen. Man muss aber bedenken, dass sie kurzzeitig freigesetzt werden. Das ruft zumindest unter den kalifornischen Bedingungen eine nachweisbare Verstärkung der photochemischen Oxidantienbildung hervor und hat schon seit vielen Jahren zu einer Reglementierung dieser für die Luftqualität nachteiligen Aktivitäten geführt (Unterscheidung von "no-burn" und "permissive-burn" days nach meteorologischen Parametern). Ihre Frage zielt aber wohl auf etwas anderes ab, nämlich den Denitrifikationsprozess von Stickstoffdüngern. Dabei entsteht neben Stickstoff und Ammoniak das Distickstoffmonoxid (N_2O), das sog. Lachgas. Das letztgenannte Gas gilt als relativ inert, so dass es in die Stratosphäre gelangen kann. Es gibt eine Reihe von Arbeiten (z.B. SZE & RICE 1976), die sich damit beschäftigen, inwieweit durch steigenden Stickstoffdüngereinsatz einer Zerstörung der Ozonschicht Vorschub geleistet wird. Ueber eine Beteiligung an den im Vortrag behandelten Prozessen in der unteren Troposphäre ist mir nicht bekannt. Denkbar wäre auch hier eine verstärkte Ozonstörung, also ein "scavenging-Effekt".

KLIMATISCH - LUFTHYGIENISCHE UNTERSUCHUNGEN IM RAUME BERN

Gedanken zur Synthese

Maurer Roland, Bern

Als man anfangs 70er Jahre in Bern ernsthaft erwog, im Westen der Stadt neue Grossüberbauungen zu planen, tauchte die Frage auf, wieweit derartige Hochbausiedlungen das lokale Klima zu beeinflussen vermögen.

Die Diskussionen zu dieser Zeit liessen aber bald erkennen, dass das Problem nur angegangen werden konnte, wenn detaillierte lokalklimatische Grundlagen vorhanden waren. Und diese Grundlagen fehlten zu diesem Zeitpunkt für den Raum Bern fast vollständig.

Dies war der Grund, weshalb das Geogr. Institut der Universität Bern in den Jahren 1972 bis 1978 umfangreiche klimatologische Untersuchungen im Raume der Stadt Bern durchführte.

Leitidee für die vom Schweiz. Nationalfonds für die wissenschaftliche Forschung finanzierten Untersuchungen war die Erarbeitung eines Modelles, das die Nutzung und Belegung des Stadtraumes Bern unter Mitberücksichtigung der topographisch-klimatischen Belastbarkeit und der bestehenden lufthygienischen Belastung aufzeigen sollte.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen umreissen, welche Arbeiten zur Erlangung von Aussagen über räumliche Eignungen durchgeführt wurden und welche Fragen sich aus den vorliegenden Ergebnissen der Synthese ergeben.

Am Beispiel der Erarbeitung einer Karte "Eignung für Wohnen" anhand Analysen der Topographie, des Lokalklimas und der lufthygienischen Belastung sei aufgezeigt, nach welchem Prinzip die nachfolgend beschriebenen Arbeiten im Rahmen der Synthese angegangen wurden. (vgl. Fig. 1)

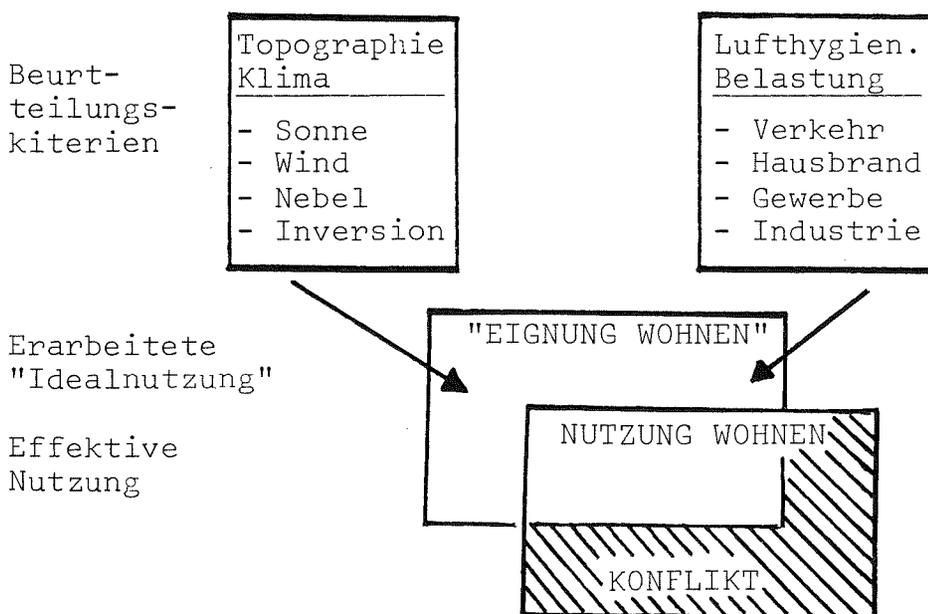


Fig. 1 Prinzipschema der durchgeführten Untersuchungen

Ausgehend von den topographischen Verhältnissen der Stadtregion Bern wurden 1972-1978 klimatische Untersuchungen durchgeführt, die alle in Form eines Berichtes, zum Teil mit entsprechender Karte, als "BEITRAEGE ZUM KLIMA DER REGION BERN" veröffentlicht wurden.

So entstand beispielsweise aus der Untersuchung des regionalen Windgeschehens (Beitrag Nr.2) eine Karte der Räume mit vergleichbaren Windverhältnissen (Synthesekarte Nr.2) Sonnenscheindauer, Nebel und Bewölkung (Beitrag Nr.5), die Spätfrostgefährdung (Beitrag Nr.6) und die Temperaturverhältnisse in der Region Bern (Beitrag Nr.3) wurden zusammengefasst zu einer Karte der räumlichen Verteilung der Inversionen (Synthesekarte Nr.3)

Aus Wind- und Inversionsgeschehen entstand die Karte der lokalen Durchlüftungsverhältnisse (Synthesekarte Nr.4)

Dies wiederum ergab die Möglichkeit, diejenigen Lagen aufzuzeigen, die sich aufgrund günstiger Durchlüftungsverhältnisse für "Wohnen und Erholung" eignen (Synthesekarte Nr.5)

Es muss dabei betont werden, dass diese Eignung sich ausschliesslich auf topographisch-klimatische Aspekte beschränkt und daher seitens der Planung nur unter Berücksichtigung dieser Randbedingung verwendet werden sollte.

Der zweite Fragenkomplex, der die Wohneignung im Rahmen der durchgeführten Arbeiten mitbeeinflusst hat, ist derjenige der lufthygienischen Belastung (vgl.Fig 1).

Ausgehend von Erhebungen und Messungen der Stadt Bern, die aufzeigen, dass als Haupt-Luftverschmutzungsquellen in Bern

- der Verkehr mit 63 %
- der Hausbrand mit 31 %
- Gewerbe, Industrie und Müllverbrennung mit 5 %

beteiligt sind, wurde versucht, eine Karte der luftbelastenden Emissionen zu erstellen.(Synthesekarte Nr.9)

Dies geschah in zwei Schritten, wurde doch vorerst die Grundbelastung des Hausbrandes und der wichtigsten Einzelemittenten erfasst, um dann in einem zweiten Schritt die erhaltene Aussage (SO_2 -Kataster der Emissionen) mit der Belastung durch die wichtigsten Verkehrsflüsse (CO/CO_2 - Emissionen) zu ergänzen.

Aus dieser Untersuchung entstand zur ersten erarbeiteten Wohneignung, derjenigen der topographisch-klimatischen Analyse, eine zweite Art Wohneignung, diejenige der lufthygienisch belasteten Räume.

Betrachtet man nun noch die aktuelle Nutzung der Räume und insbesondere die heutige Verteilung der Wohnbevölkerung, so ergeben sich dort, wo hohe Bevölkerungsdichten in topographisch-klimatisch ungeeigneten und dazu noch lufthygienisch belasteten Räumen vorkommen, die eigentlichen Konfliktgebiete.

Wie sind nun diese Erkenntnisse zu werten ? Was heisst beispielsweise "topographisch-klimatisch ungünstige Wohnlage" ?

Am Beispiel der Untersuchungen im Aaregraben nördlich von Bern wurde versucht, dies aufzuzeigen : eine schlechte Wohnlage wird beispielsweise dort angenommen, wo während 50 % der Zeit Inversionen auftreten. Bedingt durch die Topographie weist die untersuchte Grabenregion eine Besonnung auf, die weit unter dem Mittel der Umgebung liegt. Damit kommt es häufig zur Bildung von Kaltluftseen, die Durchlüftung bricht zusammen und es entsteht eine, aus unserer Sicht zum Wohnen nicht besonders günstige, austausch- arme und schlecht ventilierete, sehr oft mit Nebel aufgefüllte Bodenluftschicht, in der sich Luftschadstoffe über lange Zeit halten können.

Wie ist die lufthygienische Belastung im Raume Bern zu bewerten ? Die Stadtregion Bern darf sicher als Ganzes lufthygienisch als noch recht wenig belastet bezeichnet werden. Dass aber auch in Bern durchaus Belastungen auftreten können, die nicht einfach bagatellisiert werden dürfen, zeigen mehrtägige SO_2 -Messungen der Stadt auf dem Bundesplatz. Vom 21.-23.12.77 wurden dabei als höchster Sundenmittelwert $0.42 \text{ mg SO}_2/\text{Nm}^3$ gemessen, als höchster Tageswert $0.18 \text{ mg}/\text{Nm}^3$. Diese beiden Werte liegen über den geltenden zulässigen TAL-Werten (TAL : Techn.Anleitung Luft, BRD). Aufgrund der Lage der Stadtregion Bern können also auch trotz fehlender Industrie witterungsbedingte Luftbelastungen auftreten, die nicht einfach verharmlost werden dürfen.

Wie kann uns nun die Kenntnis bestehender Konfliktgebiete weiterhelfen ? Ist der Raum nicht längst genutzt und belegt ? Kann die Planung überhaupt noch Rücksicht nehmen auf Forderungen, die aus den vorliegenden Arbeiten entstehen ?

Wir hoffen, dass die vorliegenden Erkenntnisse bei den zuständigen Planern, Politikern und Behörden Eingang finden und bei Fragen wie etwa von Verkehrsumlegungen, von neuen Standorten für Gewerbe- und Industriebetrieben, bei der Ausscheidung neuer Erholungs- und Freizeiträume, bei der Planung neuer Quartierheizzentralen oder dem Ausbau bestehender Grosse mittente, mitberücksichtigt werden. Wer beispielsweise die Frage der Umstellung des städtischen Fernheizwerkes von Schweroel auf Kohle zu prüfen hat, müsste sich mit den hier aufgeworfenen Fragen doch etwas näher auseinandersetzen.

Bis 1979 veröffentlichte BEITRÄGE ZUM KLIMA DER REGION BERN :

Nr.1	MATHYS/MAURER	Das Messnetz der Region Bern
Nr.2	MAURER	Das regionale Windgeschehen
Nr.3	MATHYS	Die Temperaturverteilung in der Region Bern
Nr.4	MAURER/KUNZ/WITMER	Niederschlag, Hagel, Schnee
Nr.5	MATHYS/WANNER	Sonnenschein, Bewölkung und Nebel
Nr.6	MATHYS	Spätfrostkartierung und Frostgefährdung in der Region Bern
Nr.8	MATHYS/MAURER	Der Aaregraben nördlich von Bern
Nr.9	WANNER/KUNZ	Die Lokalwettertypen in der Region Bern

A. Junod:

Wegen des Fehlens von gewissen planerischen Angaben sind nicht die von Ihnen gezeigten Karten eher als "Vorbehalts-Karten" - und nicht als "Eignungs-Karten" - im Sinne der Ausführungen von Herrn Berz anzusehen?

R. Maurer:

Karten der "Eignung für Wohnen und Erholung" oder "Eignung für Industrie" können als Vorbehaltskarten bezeichnet werden. Die als letzte Karte vorgesehene Darstellung der Unvereinbarkeit von erarbeiteter Idealnutzung, effektiv vorhandener Nutzung und lufthygienischer Belastung möchten wir als Konfliktkarte verstanden wissen.

B. Berz:

Ist eine ähnliche Lösung wie Bern im Raum Biel mit weniger (wieviel) Aufwand möglich?

R. Maurer:

Sicher sind ähnliche Lösungen auch in anderen Stadträumen möglich - Voraussetzung ist jedoch, dass eine Raumgliederung nach topographisch-klimatischen Aspekten möglich ist und Grundlagen über Nutzung und Belastung vorhanden sind. Fehlende Grundlagen könnten zum Teil sicher aus den "Berner Arbeiten" abgeleitet werden ("Erfahrungswerte").

W. Spring:

Die Ausführungen Dr. Maurer, zeigen, dass die nachstehenden notwendigen Angaben vom Klimatologen dem Raumplaner gegeben werden können:

- Zeilvorstellungen des Klimatologen z.T. mit Sollwerten
- Messung der tatsächlichen Verhältnisse und Angabe in Karten und von Daten
- Richtige Problemdefinition Soll-/Ist-/Wirdwerte
- Dementsprechend richtige und gut zu begründende raumplanerische Anordnungen von Nutzungen und Korrekturen.

K. Rohner:

Ich bin froh um dieses letzte Referat. Es hat mir den Einstieg als Planer wieder ermöglicht, nachdem ich vorher, ich bin schlussendlich Laie in Klimafragen, den Anschluss verloren habe. Ich bin allerdings auch beeindruckt von all dem vorhandenen Material. Ich fühle mich also überfordert und die Klimatologie ist nur ein Teilgebiet der Planung, womit - das beweist mir die Praxis - es oftmals reiner Zufall ist, wenn von der Planung ein Sachgebiet wie z.B. die Klimatologie einbezogen wird.

Wie kann ich das ändern?

Ich fühle ja auch den Riss zwischen dem Wunsch nach wissenschaftlicher Arbeit und dem Zwang des Alltags zu Feuerwehrübungen mit denen wir uns leider in der Planung noch mehrheitlich abmühen müssen.

Nun, ich möchte meinen, das Eine tun und das Andere nicht lassen, d.h. wissenschaftliche Arbeiten für die mittlere und fernere Zukunft, zugleich aber praktische Vorstösse, um zu retten was zu retten ist.

Da möchte ich die Seite "Klima" um mehr Aggressivität bitten. Drängt euch den Planern mit all eurem Wissen auf, auch wenn wir vergessen sollten, euch zu fragen. Praktisch heisst das, beteiligt euch auch auf unterster Planungsebene, nehmt Einsitz in Planungskommissionen, meldet eure Bedenken an bei Vernehmlassungen, Abstimmungen usw.

Eine Möglichkeit bietet sich in der Schweiz durch das neue Raumplanungsgesetz an, welches Revisionen der kant. Baugesetze bedingen wird, womit auf kantonaler Ebene im Sinne des heute morgen gehörten deutschen Beispiels klare gesetzliche Vorschriften zum Klima aufgestellt werden können, welche uns Planern helfen werden, dem Klima den nötigen hohen Stellenwert zukommen zu lassen.

LANDWIRTSCHAFT, VERKEHR UND TOURISMUS -
BEISPIELE ANGEWANDTER KLIMATOLOGIE IM ALPENRAUM

Franz Fliri, Innsbruck

Das Beurteilen von Räumen hinsichtlich ihrer Eignung für bestimmte menschliche Tätigkeiten führt in der Regel auch zu Fragen an die Klimatologie und Meteorologie. Für eine fruchtbare Behandlung aus deren Sicht ist dabei eine sehr klare Fragestellung notwendig.

Weiter ist festzuhalten, daß die Eigenschaften von Wetter und Klima kaum jemals diese Tätigkeiten ganz zu unterbinden vermögen, daß sie aber als Kostenfaktoren letztlich dennoch entscheidend werden können. So wie das Verhalten des tätigen Menschen im Besitze einer Wettervorhersage flexibel oder rigid bestimmt sein kann, ist auch gegenüber dem Klima zuweilen eine gute, in anderen Fällen kaum eine Anpassung möglich.

Bisherige Bemühungen um eine angewandte Klimatologie im inneralpinen Talraum um Innsbruck (Inntal, Tirol) lassen mit einiger Vorsicht Aussagen zu, die bei der künftigen Arbeit in methodischer und organisatorischer Hinsicht wohl beachtet werden sollten.

Häufig werden Aussagen über die klimatischen Bedingungen von Projekten zu einem so späten Zeitpunkt verlangt, daß schon vom Fortschritt anderer Vorarbeiten her unwahrscheinlich wird, daß ersteren ein besonderes Gewicht beigemessen wird.

Allzuoft reichen vorhandene Beobachtungen weder zeitlich noch räumlich aus. Nicht zuletzt kann das Übertragen von Daten von einem Beobachtungsort auf einen anderen auch bei geringer Entfernung im alpinen Relief schwierig werden.

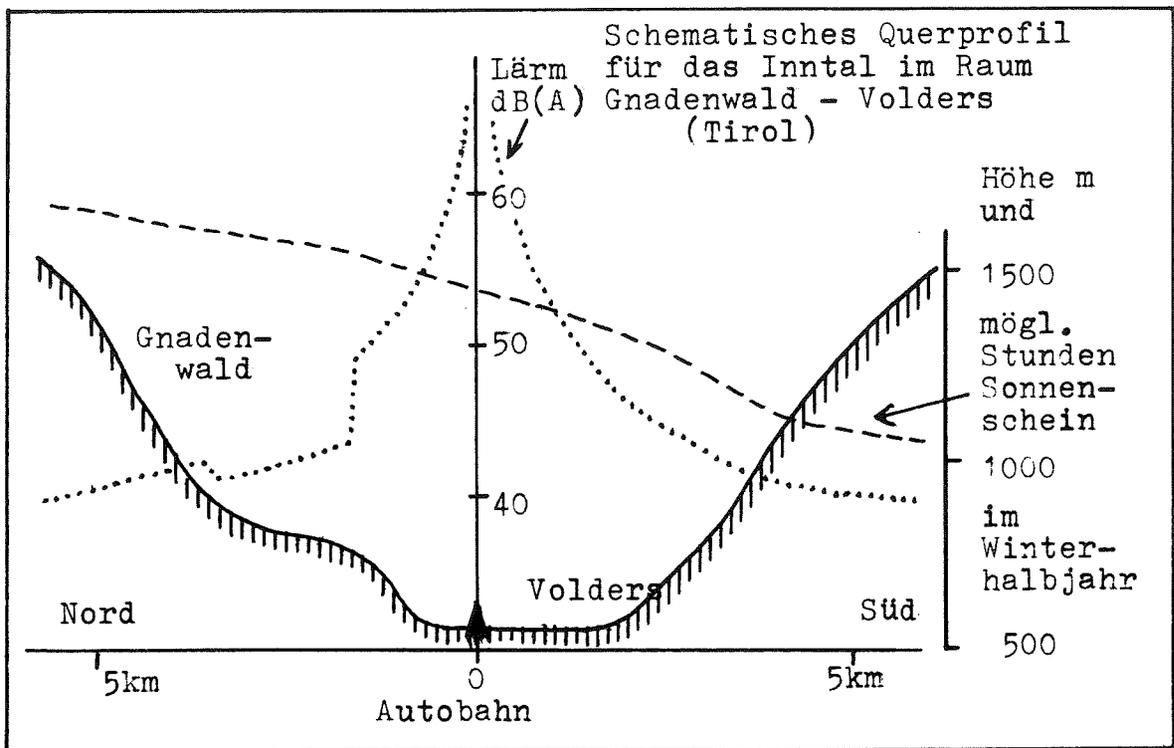
In der Regel sind die notwendigen Daten mit einiger Mühe zwar einer rechentechnischen Bearbeitung zugänglich, doch bleibt die Natur der Beziehung zwischen meteorologischer Beobachtung einerseits und menschlicher Tätigkeit andererseits offen. Meist begnügt man sich mit statistischen Aussagen, deren Wert beim Aufhellen der Kausalität naturgemäß beschränkt bleiben muß.

Bei dieser Lage hat man aus den Verbreitungstatsachen bestimmter Erscheinungen, z.B. des Auftretens von Immissionschäden am Wald, auf die Klimabedingungen geschlossen. Indessen bleiben auch bei solchen vermuteten Zusammenhängen wiederum andere wichtige Größen, wie etwa Boden, Wasserhaushalt, Bewirtschaftung zu unrecht unberücksichtigt. In der Folge wird anhand dreier Beispiele die mögliche Behandlung auftretender Fragen gezeigt, wobei leider auch die Grenzen der Beantwortbarkeit ebenso zutage treten.

1. Verkehr und inneralpiner Lebensraum

Die Bevölkerung von Nordtirol hat seit 1950 um mehr als ein Drittel zugenommen und wächst zumal durch Einwanderung weiter. Die einheimischen Kraftfahrzeuge haben sich auf das vierzehnfache, die Nächtigungen von Fremden auf das neunfache gesteigert. Etwa jeder siebente "Effektivbewohner" ist ein Tourist. Die Weiterentwicklung des Fremdenverkehrs wird optimistisch beurteilt und nicht zuletzt mit Rücksicht auf die gesamtösterreichische Zahlungsbilanz gefördert. Überlegungen möglicher Selbstschädigungen bzw. erstrebenswerter bewußter Beschränkung werden erst vereinzelt ange stellt.

Von zusätzlich schicksalhafter Bedeutung für das Land und im besonderen für den Talraum ist der Weg über den Brenner. Allein auf der Autobahn wurde er im vergangenen Jahr von 7,5 Mill. Kraftfahrzeugen überschritten. Im Unterinntal, das den wichtigsten Siedlungsraum darstellt und zugleich den meistbenutzten Zubringer bildet, kommt dazu ein beachtlicher Ost-West- und Regionalverkehr.



Quelle f. Lärmbeob.: Landesforstdir. f. Tirol

In diesem rund 100 km langen und etwa 10 km breiten bandförmigen Siedlungsraum wandte sich das öffentliche Augenmerk vor etwa 10 Jahren zuerst den lufthygienischen Verhältnissen zu.

Der oben in einem Nord-Südprofil östlich von Innsbruck dargestellte Talraum ist beidseits durch Kammhöhen um 2600 m begrenzt und gilt als windarm. Innsbruck hat im langjährigen Mittel nur 1,3 m/sec Wind, wobei gerade der

Winter besonders viele Kalmen aufweist. Ihre Koppelung mit schwachem Vertikalaustausch bzw. Temperaturinversionen hat hohe Schadstoffkonzentrationen zur Folge, die im unteren Talraum zu sichtbarer Beeinträchtigung der Nadelbäume geführt hat. Aus den jahrelangen, mit verschiedenen Methoden und an zahlreichen Orten von der Landesforstdirektion für Tirol durchgeführten Beobachtungen der Konzentration von Schwefeldioxid war einerseits der Bezug zu den Ballungszentren der Siedlung und einzelnen industriellen und gewerblichen Emittenten klar erkennbar. Andererseits zeigte es sich, daß der nördliche, also sonnseitige Talhang mehr belastet war als der südliche. Für diese wichtige Beobachtung fehlt noch eine schlüssige meteorologische Erklärung, doch besteht möglicherweise ein Zusammenhang mit dem nächtlichen Kaltluftfluß, der aus den südlichen Seitentälern besser entwickelt ist als am Nordhang.

Während eine Vegetation und Mensch schädigende Verunreinigung der Talatmosphäre durch Verwendung schwefelarmer Brennstoffe sowie technische und organisatorische Verbesserungen in den Heizsystemen mit kalkulierbaren Kosten vermieden werden kann und Fortschritte bereits gemacht worden sind, erscheint der Kampf gegen den Verkehrslärm viel weniger aussichtsreich.

Derzeit ist mehr als ein Fünftel aller Wohnungen im Lande stark oder sehr stark vom Lärm betroffen. Das Problem hat um so mehr Bedeutung, als der Durchgangsverkehr weiter zunimmt, der Schwerlastverkehr auch nachts mit überhöhter Geschwindigkeit abgewickelt wird, die Beschädigung der Fahrbahn durch Aufbringen einer Betondecke vermieden werden soll und eine zweite Eisenbahn für 200 km/h-Betrieb parallel zur bestehenden gebaut werden wird.

Die Landesforstdirektion für Tirol hat an mehreren hundert Meßpunkten die Lärmimmissionen bestimmt, wobei sich die große Bedeutung des Reliefs bzw. der reliefgegebenen Sichtverhältnisse herausgestellt hat.

Hier kann der ausführlichen Darstellung dieser Ergebnisse nicht vorgegriffen werden. Die schematische Abbildung läßt jedoch erkennen, daß noch in mehr als 500 m seitlich der Autobahn Lärmwerte vorkommen, die für Wohngebiete nicht toleriert werden können. Hauptsächlich betroffen sind die Hanglagen mit ungehinderter Schallimmission, wo in 280 m Entfernung Werte von mehr als 60 dB(A) beobachtet wurden gegenüber weniger als 50 dB(A) an der ebenen Talsohle.

Vor allem in der Nacht ist der dichter bebaute städtische Siedlungsraum wesentlich ruhiger als der ländliche! Der Zusammenhang mit den Witterungsbedingungen ist empirisch bekannt. Wie bei den Schadstoffimmissionen spielen auch hier die wind- und austauscharmen Bedingungen, also jene der Nacht und des Winter eine verhängnisvolle Rolle. Die große Zahl vorliegender Beobachtungen hat im übrigen bereits die Berechnung von Lärmimmissionskarten erlaubt. Die Bekämpfung stellt derzeit ein schwieriges verkehrspolitisches Problem dar. Schutzmauern wirken nur beschränkt.

2. Klima und Planung landwirtschaftlicher Arbeit

Der Einfluß des Klimas auf die Landwirtschaft scheint zunächst trivial oder zumindest hinreichend bekannt zu sein. In der Pflanzenproduktion ist ein hoher Grad an Anpassung dank des Beitrages der Pflanzenzucht erreicht, wenngleich die Marktbedingungen fast immer die Grenze der Erzeugung früher bestimmen als die Natur.

In der Verteilung und Konservierung der erzeugten Güter sind organisatorisch und technisch so große Fortschritte erzielt worden, daß der Einfluß des Klimas fast vernachlässigt werden kann.

So bleibt als weites Feld agrarklimatologischer Bemühungen der Einfluß von Wetter und Klima auf die Produktion selbst, teils im physiologischen, teils im arbeitstechnischen Sinne. Im letzteren Falle ist der Zusammenhang so offensichtlich, daß man aus geographischer Sicht immer geneigt war, aus der Verbreitung bestimmter Arbeitsverfahren geradezu auf das Klima selbst zu schließen.

Hier soll nur in gedrängter Form auf die Heugewinnung im alpinen Raum verwiesen werden, auf die der Verfasser am Beispiel des österreichischen Tirol an anderer Stelle ausführlicher eingegangen ist (Innsbrucker Geographische Studien 6, 41-55, Festschr.f.A.Leidlmair, 1979). Dort wurde bereits auf die große volkswirtschaftliche Bedeutung verwiesen, die nicht nur in der autarken Ernährungssicherung, sondern auch energiewirtschaftlich gegeben ist.

In dieser Studie wurden die meteorologischen Gesichtspunkte der Heutrocknung erörtert und dann versucht, mit Hilfe der gewiß nicht ausreichenden aber flächenhaft vorhandenen Beobachtungen aus einem längeren Zeitraum zu einer ersten Einschätzung der Eignung verschiedener Heugewinnungsverfahren für die einzelnen Teile des Gesamttraumes von Tirol zu kommen.

Weiter wurde auf die Bedeutung der zeitlichen Interferenz von Erntezeitpunkt und Witterungsablauf verwiesen, also auf die Beziehung von Pflanzen- und Arbeitsphänologie, die in verschiedenen Höhenstufen jeweils besondere Züge trägt.

Mittlerweile wird diese Fragestellung in einer Dissertation durch Herrn Mag. Anton Zimmermann weiterverfolgt. Unter anderem hat er im abgelaufenen Sommer Beobachtungen des Verlaufes der Heutrocknung an einem "Heulysimeter" angestellt. Es zeigte sich, daß die geringste Wiederbefeuchtung bei Niederschlag und damit der beste Trocknungsverlauf auf den Gerüsten (in Tirol als Stiefler bezeichnet) dann gegeben ist, wenn das Futter nach dem Mähen kurz flächenhaft welken gelassen und dann sofort "geschöbert" wird. Tatsächlich verfahren nur wenige Bauern in dieser Art, in der Regel wird eine längere Flächentrocknung mit eingeschalteter Maschinenarbeit (Zetten, Wenden, Schwaden) vermerkt. Die sehr praxisnahen Untersuchungen werden im Erfahrungsaustausch mit Schweizer Kollegen fortgesetzt.

3. Klima und Planung für den Hochgebirgstourismus

Das österreichische Tirol dürfte heuer rund 34 Millionen Nächtigungen im Fremdenverkehr verzeichnen und ein beachtlicher Teil dieser Gäste sucht im Sommer oder Winter das Hochgebirge auf. Ähnliches geschieht im ganzen Alpenraum.

Wissenschaftlich-klimatologisch können zwei verschiedene Ansätze sinnvoll verfolgt werden. Zunächst kann man die im Fremdenverkehr, vor allem an seinen besonderen Einrichtungen (z.B. Seilbahnen, Liften) beobachteten Frequenzen in Beziehung zu Wetter und Klima bringen. Die erhaltenen Analogieschlüsse sind planerisch sicher verwertbar.

Andererseits wäre es wissenschaftlich-ethisch korrekter, von den Erkenntnissen der Erholungsmedizin auszugehen. Kurz gefaßt verlangen sie eine ausreichende zeitliche Anpassung an die Höhe überhaupt und in der Folge etwa eine gewisse Harmonie zwischen der gesuchten physisch-psychischen Herausforderung, der eigenen Leistungsfähigkeit und den tatsächlich eintretenden Bedingungen. Bei letzteren spielt die Witterung eine ganz entscheidende Rolle.

Es bedarf kaum eines Beweises, daß ein großer Teil der Erholungssuche im Hochgebirge den medizinischen Forderungen zuwiderläuft. Besonders darf dies für den Massenschliff auf Gletschern im Sommer gelten, wo einerseits eine Höhenanpassung überhaupt nicht stattfindet, andererseits ebenso gegen die einfachsten Regeln des Strahlungsschutzes verstoßen wird. Freilich gibt man dieser Art der Freizeitindustrie weiter große Entwicklungschancen. Die Anlagen von Kaprun-Kitzsteinhorn hatten im Jahre 1978 680.000 Besucher, jene im Hochstubaier 400.000 und weitere sind im Bau oder geplant, nicht zuletzt weil sie sichere Investitionen aus der Sicht der Politik um die nationale Zahlungsbilanz darzustellen scheinen.

Im Sinne des ersten oben erwähnten Ansatzes hat Herr Peter Haßbacher im Rahmen seiner Dissertation die Korrelation von Anlagenfrequenz und Hochgebirgswetter untersucht. Er kam zum Ergebnis "beim gegenwärtigen Stand unserer Arbeiten dürften Regressionsgleichungen kein prognosetüchtiges Instrument sein". Offensichtlich überlagerten Erscheinungen wie wöchentlicher Zyklus, Feiertage, Sonderaktionen der Seilbahnen, Sportkurse, antizyklische Werbung, auch die Beharrungstendenz von Aufenthalt und Wetter zugleich die gesuchten Beziehungen. Wenn längere Datenreihen vorliegen, dürfte eine faktorielle Entmischung der Einflüsse wohl leichter fallen.

Indessen sind jene meteorologischen Größen, die einem Aufenthalt oder einer Erholung im Hochgebirge förderlich oder abträglich sind, wohl bekannt. Man dürfte mit Lufttemperatur, Sonnenschein bzw. Bewölkung, Windstärke, Niederschlag und Schneedecke (in jeweils ambivalentem Sinne) das Auslangen finden. Für die Bearbeitung solcher Klimareihen dürften abgesehen von der üblichen Frequenzstatistik zwei

methodisch verschiedene Wege zu empfehlen sein. Zunächst kann man aus der Sicht der Eignung für den Tourismus für jedes Klimaelement einen Wert schätzen, von dem an eine Behinderung gegeben erscheint. Das ist sicher sehr subjektiv, aber kaum vermeidbar, solange wir bessere objektive Werte nicht kennen. Letztlich liegt die wichtigste Subjektivität ohnehin in den Touristen selbst bzw. in den Reaktionen, in ihrem Verhalten.

Das folgende Beispiel gilt für den Raum der Hohen Tauern (Rauriser Sonnblick-Observatorium, 3106 m) und die drei Sommermonate, wobei nur die Beobachtungen um 14-Uhr verwendet wurden. Eine Behinderung wurde als gegeben angenommen, wenn die Lufttemperatur unter 0° fiel, die Bewölkung mindestens 9 Zehntel und der Wind mindestens Stärke 4 nach der Beaufortskala erreichte. Der Niederschlag ist unberücksichtigt geblieben, da er ohnehin gut mit der Bewölkung korreliert.

Zahl der Tage mit Behinderungen
(Juni-Aug., 1947-1976, 14-Uhr)

keine	713	26%
Lufttemp. allein	159	6%
Bewölkg. allein	586	21%
Wind allein	196	7%
Lufttemp. u. Bewölkg.	385	14%
Lufttemp. u. Wind	45	2%
Bewölkg. u. Wind	361	13%
Temp., Bewölkg. u. Wind	315	11%
<u>zusammen</u>	<u>2760</u>	<u>100%</u>

Der Tabelle ist zu entnehmen, daß Temperatur und Bewölkung an 700 Tagen, Bewölkung und Wind an 676 Tagen, Temperatur und Wind dagegen nur an 360 Tagen als gemeinsame Behinderung aufgetreten sind. Die Auswertung der Frequenzstatistik der Anlagen von Kaprun-Kitzsteinhorn durch P. Haßlacher deutet im übrigen darauf hin, daß von allen

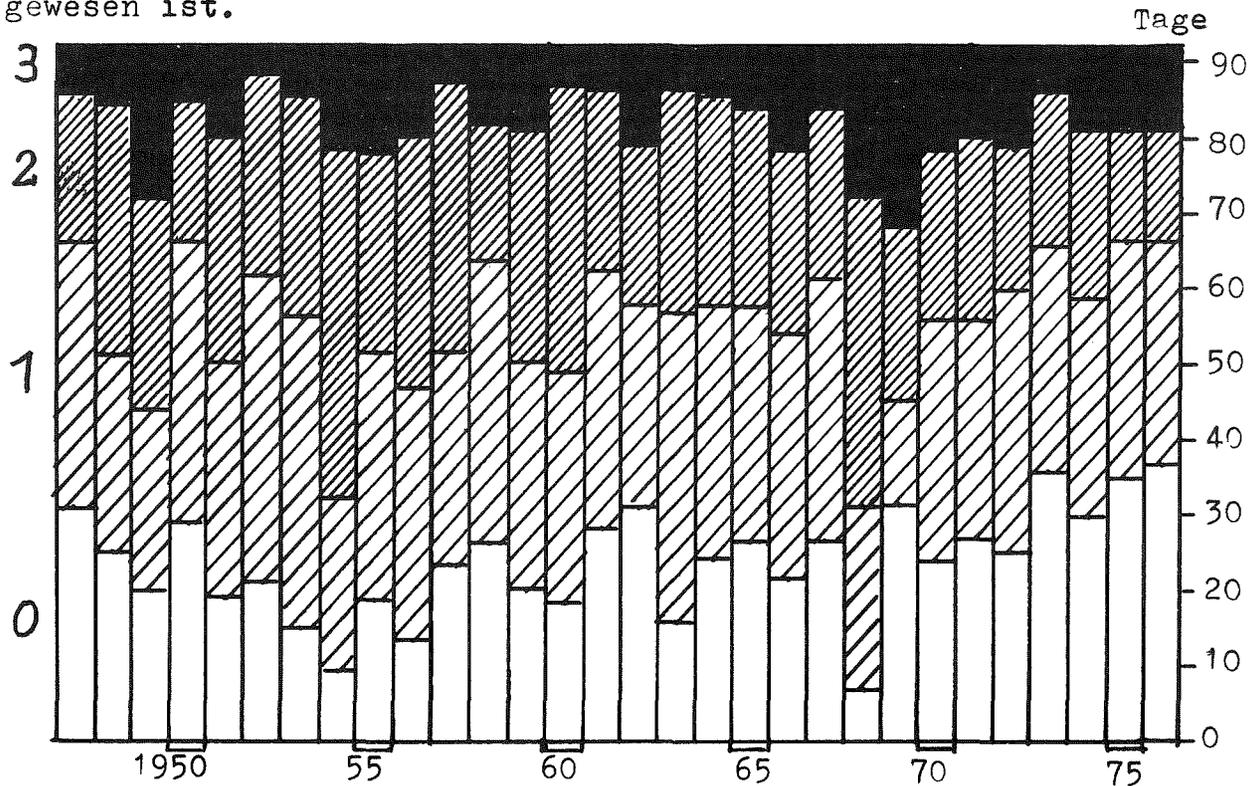
Beobachtungsgrößen am ehesten der Nebel begrenzend in Erscheinung tritt.

Die dreißigjährige Reihe gestattet auch die Darstellung des durchschnittlichen Verlaufes der Behinderungen während des Sommers.

Monatsdrittel		Behinderung durch								Zahl d. Behdg.		
		0	t	b	w	tb	tw	bw	tbw	eine	zwei	drei
Juni	1.	41	29	35	15	67	9	29	75	79	105	75
	2.	69	29	54	14	41	10	37	46	97	88	46
	3.	78	18	51	20	39	13	41	40	89	93	40
Juli	1.	82	15	67	32	38	4	28	34	114	70	34
	2.	84	5	75	21	38	1	39	37	101	78	37
	3.	94	20	95	20	39	4	39	19	135	82	19
August	1.	102	12	69	27	29	0	50	11	108	79	11
	2.	83	9	64	27	45	3	47	22	100	95	22
	3.	80	22	76	20	49	1	51	31	118	101	31

Demnach ist das erste Augustdrittel am günstigsten. Es muß allerdings darauf verwiesen werden, daß in diese kombinatorische Darstellung die für den Sommertourismus im Hochgebirge sehr wichtigen Schneedeckenverhältnisse einschließlich episodischer Neubildungen nicht einbezogen worden sind. Schließlich zeigt die folgende Abbildung noch, in welchem Ausmaß die Zahl der Tage ohne, mit einer, zwei und

drei Behinderungen in der Periode 1947-1976 veränderlich gewesen ist.



Vorteil und Mangel dieser ersten Methode sind offensichtlich: Subjektivität der Grenzwerte, keine Gewichtung der einzelnen Klimaelemente, Übersichtlichkeit oder Unübersichtlichkeit in der kombinatorischen Darstellung.

In einem zweiten Verfahren kann man versuchen, dem Menschen selbst mit quasiphysiologischen komplexen Klimawerten gerechter zu werden. Für den vorgegebenen Zweck eignen sich die Abkühlungsgröße und die Atemenergie.

Im gegebenen Beispiel wurde die Abkühlungsgröße zum 14-Uhrtermin nach der von F.Lauscher (Wetter und Leben 1956) angegebenen Formel berechnet, in die die Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit und der Bewölkungsgrad eingehen.

Die Berechnung der gesamten Atemenergie (fühlbar + latent) erfolgte ebenso nach der Darstellung von H.Abel, A.Baumgartner und W.Donle (Energie- und Wasserumsätze bei der Atmung, Wiss.Mitt.28 d.Met.Inst.d.Univ.München, 1977). In diese Berechnung gehen die Lufttemperatur, die relative Feuchte und der Luftdruck ein.

Beiden Maßen ist in der Ableitung nur die Lufttemperatur gemeinsam, sodaß ihre (lineare) Korrelation im Jahresmittel mit +0,44 bescheiden bleibt. Ihre verschiedene Bedeutung geht schon daraus hervor, daß gegen die Abkühlung der Haut ein fast vollständiger Schutz möglich ist, gegen die Entwärmung bei der Atmung aber nicht.

Trotz der geringen Korrelation zeigt sich doch in den Mittelwerten ein deutlicher Zusammenhang von Kombinationsstatistik obiger Art und den beiden komplexen Klimawerten.

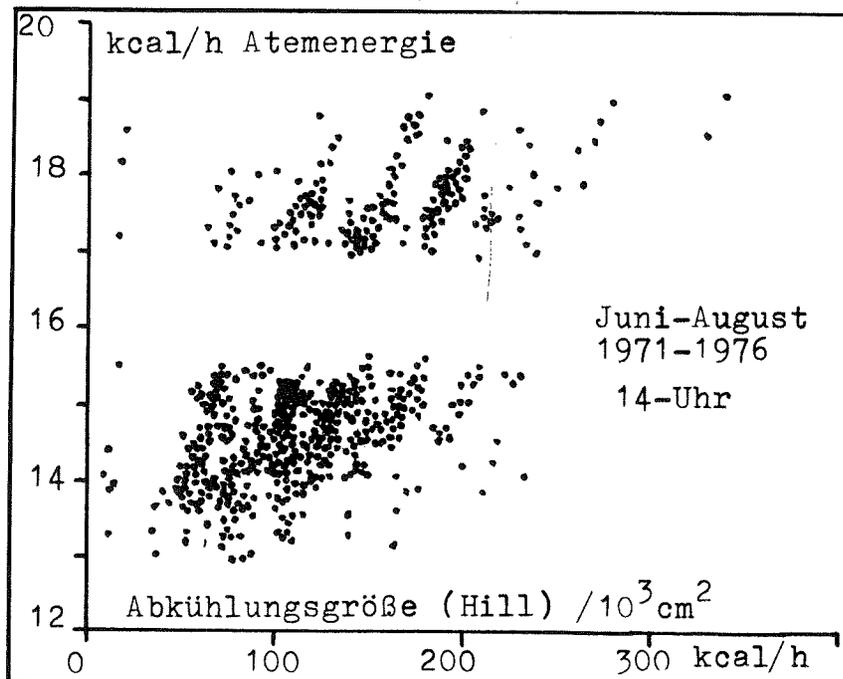
Untenstehende Vergleichsrechnung bezieht sich auf den 14-Uhr-Termin der drei Sommermonate und die Periode 1971-76 am Observatorium Sonnblick (3106 m). Beide Werte sind in der alten Einheit kcal/h berechnet, die Abkühlungsgröße nach Hill/Lauscher ist auf 1000 cm² bezogen.

Wirkung der Behinderung auf	Abklg. AtemE.	
keine Behindg.	89	14,5
Lufttemp. allein	112	17,5
Bewölk. allein	103	14,6
Wind allein	148	14,5
Lufttemp. u. Bewölk.	134	17,6
Lufttemp. u. Wind	181	16,0
Bewölk. u. Wind	176	14,4
Temp., Bew. u. Wind	211	17,8
keine Behinderung	89	14,5
eine Behinderung	115	15,2
zwei Behinderungen	157	16,1
drei Behinderungen	211	17,8

Wie oben angedeutet, steht der guten Übereinstimmung in den Mittelwerten eine beachtliche Streuung bei den für den einzelnen Termin berechneten Größen gegenüber. Im untenstehenden Diagramm ist das gut ersichtlich.

Der Vollständigkeit halber seien hier auch die Werte für alle Kalendermonate und Jahreszeiten in derselben Periode angeführt

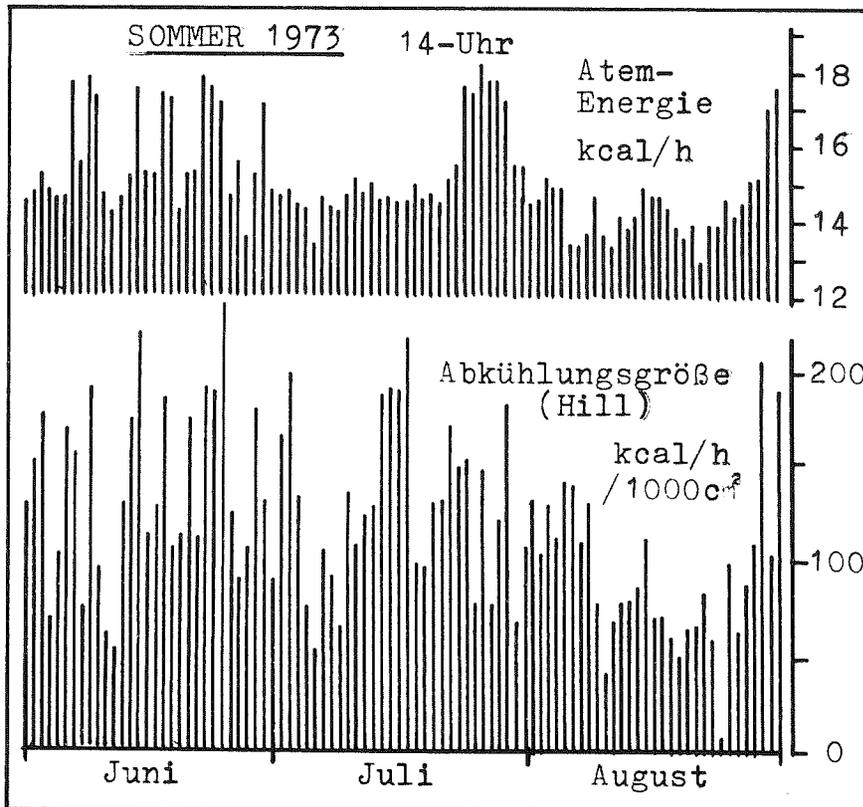
Monat	Abklg. AtemE.	
Jan.	222	20,0
Feb.	219	20,2
März	210	20,0
April	189	19,1
Mai	150	17,3
Juni	139	16,2
Juli	122	15,1
August	115	15,0
Sept.	139	16,4
Okt.	162	18,1
Nov.	200	19,4
Dez.	221	19,8
Winter	221	20,0
Frühlg.	183	18,8
Sommer	125	15,5
Herbst	167	18,0
Jahr	173,7	18,06



Die Lücke im Skalenbereich für die Atemenergie ist dadurch bedingt, daß unterhalb der Lufttemperatur von 0° der Betrag der Schmelzwärme die aufzuwendende Atemenergie sprunghaft vergrößert.

Sowohl dieses Diagramm als auch die Tabelle links oben legen es

nahe, die Veränderung beider Kenngrößen während des Ablaufs der Witterung an einem Beispiel zu verfolgen.



Wie zu erwarten ist auch in dieser Art der Darstellung kaum eine Ähnlichkeit der Verläufe festzustellen.

Eine Analyse der Koppelung beider Kenngrößen gelingt auf kurzem Wege durch Berechnung der Mittelwerte für synoptisch definierte Großwetterlagen (hier nach dem System der ostalpinen Klassifikation nach F. Lausch-

er u. Mitarbeitern (Jahrbücher der Z.A.f. Met. u. Geodyn. Wien).

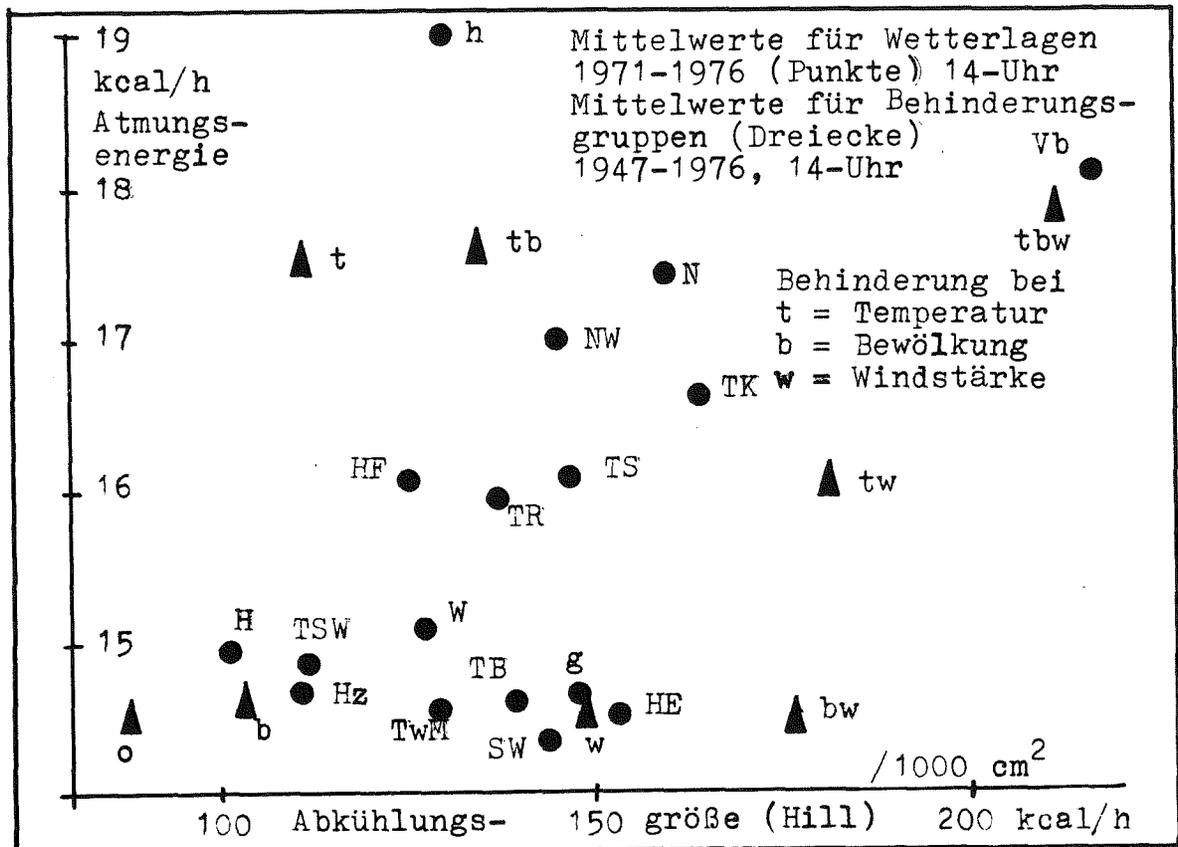
Zur besseren Übersicht werden die dort unterschiedenen 18 Wetterlagen in 5 verwandten Gruppen zusammengefaßt und zum Vergleich auch Werte für den Winter (hier Jan.-März) berechnet. Die Werte sind in Einheiten wie oben angegeben.

Lagengruppe (1971-1976)	Winter			Sommer		
	Tage	Abkg.	AtemE.	Tage	Abkg.	AtemE.
Hoch	94	182	19,7	110	103	14,9
Vorderseite	152	233	19,7	57	137	14,6
Rückseite	180	235	20,8	213	147	16,6
Zwischenhoch	26	229	20,3	23	130	19,0
West, gradientschwach	90	189	19,8	149	143	14,8

Die extremsten (ungünstigsten) Bedingungen sind im Winter und Sommer bei Wetterlagen mit Nordströmung sowie Adriatief zu beobachten (Hill-Werte im Winter bei 300, im Sommer über 200, Atemenergie im Winter über 22, im Sommer um 18). Die günstigsten Verhältnisse entfallen auf Hochdruckwetter.

Im Sommer ist zu beobachten, daß mit der milden, aber windstarken Vorderseitenströmung zwar die Abkühlung zu-, die Atemenergie aber abnimmt. Die Rückseitenströmung läßt beide, vor allem aber die Atemenergie anwachsen. Mit dem darauf meist folgenden Zwischenhoch geht bei abgeflautem Wind die Abkühlungsgröße wieder zurück, während die Atemenergie bei kalter und trockener Luft einen Spitzenwert erreicht.

Die Zusammenhänge werden im letzten Diagramm besonders deutlich, wobei auch die Werte für die zuerst definierten Behinderungsgruppen (Kombinatorik) einbezogen werden.



Abkürzungen für Wetterlagen: H=Hoch, h=Zwischenhoch, Hz=zonale Hochdruckbrücke, HE=Hoch im Osten, HF=finn.Hoch, g=gradientenschwach, N,NW,W,SW,S=Strömungslagen, TB=brit.Tief, TSW=Tief im SW, TwM=Tief i.westl.Mittelmeer, TS=Tief i.Süden, TR=meridion, Tiefdruckrinne, TK=Tief a.Kontinent, Vb=Tief Adria-Ungarn.

Mit großer Wahrscheinlichkeit kann geschlossen werden, daß die im kombinatorischen System aufgetretenen Fälle ohne Behinderung oder mit Behinderung nur durch Bewölkung in Zusammenhang mit Hochdruckwetter stehen (wolkenlos oder Nebel durch Konvektion). Behinderung durch Wind allein oder zusätzlich durch Bewölkung entspricht den Wetterlagen mit Vorderseitenströmung. Behinderung nur durch Temperatur hat Bezug zum Zwischenhoch, solche durch Temperatur und Bewölkung, Temperatur und Wind oder alle drei Größen ist kennzeichnend für die Rückseitenströmung.

Mit obiger Veranschaulichung ist auch ein gewisser Bezug zum Frontengeschehen und zur Prognostik gegeben. Zusammenfassend scheint es, daß vor allem die Berechnung der Abkühlungsgröße und der Atemenergie ein brauchbares Verfahren darstellt, um die zeitlichen Erscheinungen einfach zu erfassen. Was die ebenso wichtige großmaßstäbige räumliche Differenzierung betrifft, ist dagegen Vorsicht am Platze. Ersterer Wert variiert sehr stark, letzterer ist eher stabil, sodaß letztlich eine Beurteilung im Relief selbst notwendig bleibt.

B. Messerli:

Liegen Detailuntersuchungen vor, die die Bedeutung der Inversionen (Höhe, Intensität, Dauer usw.) für die Lärmausbreitung schon genauer abgeklärt haben?

F. Fliri:

Im besprochenen Raum (Inntal) noch nicht.

M. Roten:

Les nuisances dues au bruit ont-elles été mesurées dans une topographie moins compartimentée que la vallée de l'Inn?

La vigueur des nuisances dues au bruit a-t-elle été mise de façon précise en relation avec la forme des versants, la présence de rochers à-pic ou de forêt ou la largeur de la vallée?

Vos travaux (ceux que vous nous avez présentés) sont-ils publiés?

F. Fliri:

Chez nous il y a seulement les résultats entre Innsbruck et Kufstein (env. 350 points).

Il n'y a pas d'expériences précises, mais certainement l'effet de réflexion par la roche nue est semblable à celle par des murs, maisons etc. Au moment il n'y a qu'une publication interne pour les divisions de gouvernement. (Tiroler Umweltschutzkonzept: "Lärm-Erhebung Unterinntal" hggb. v. der Geschäftsstelle der Organe für die Angelegenheiten der Raumordnung beim Amt der Tiroler Landesregierung.)

T. Ginsburg:

Die Lärmfrage wird in der Schweiz politisch aktuell: Lärmschutzinitiative (Ständerat natürlich dagegen). Können wir Umweltschützer auf die Unterstützung der Wissenschaftler auf diesem Gebiete hoffen?

F. Fliri:

Sicher! Zuständig sind von medizinischer Seite die Audiologen, ausserdem die Psychologen. In Tirol sind einschlägig tätig: Mitarbeiter des Institutes für Verkehrswissenschaft der Fak. für Bauingenieurwesen und Architektur. Koordinierend federführend ist die Landesforstdirektion (Dr. Ida Sack, Bürgerstrasse, A-6020 Innsbruck).

K. Aerni:

Die Lärmwirkung der Autobahnen wurde bei der Anlage der Autobahnnetze nicht vorgegesehen. Beleg: "Die Autobahn wird so ruhig in der Landschaft liegen wie ein anderer Gegenstand (RUCKLI 1958)". Sind Messgeräte entwickelt worden, welche langfristige Dauermessungen ermöglichen? Offenbar können doch Messfahrten allein bei wechselnden Windlagen (Raum Bern) nicht genügen.

F. Fliri:

Im Inntal wurden an ca. 350 Orten Stichprobenmessungen (ca. jeweils 1/4 h) vorgenommen. Wegen des auffallend konstanten Grundpegels war das hier leichter möglich. Dauermessungen fehlen meines Wissens. Dagegen sind synchron Verkehrszählungen erfolgt. Die Arbeiten gehen weiter.

B. Messerli:

Welche Methodik sehen Sie, um Eignungskarten für den Gebirgstourismus zu erstellen (Zusammenarbeit mit Medizinern, Probleme der Schwellenwerte für Planer, Elemente solcher Grundlagen und Karten)?

F. Fliri:

Bisher keine Erfahrung. Derzeit erscheint die Frage der klimatologisch-zeitlichen Beschreibung der Eignung aufgrund längerer Beobachtung im Vordergrund. Flächenhafte Eignungskarten müssten neben dem Klima auch den Erlebniswert der Landschaft in voller Breite einbeziehen (Natur- und Kulturlandschaft).

H. Schirmer:

Das Problem der gesundheitlichen Belastung durch den Wechsel der Höhenlage in kurzer Zeit (Bergbahnen usw.) wird ärztlicherseits von den Professoren Jungmann und Jnama gezielt untersucht. Versuchspersonen sind Studenten.

W. Weischet:

Warum fehlt in der Uebersicht der Behinderungsfaktoren des Tourismus der Niederschlag?

F. Fliri:

Der Niederschlag korreliert sehr stark mit der Bewölkung (wenig zusätzliche Information). Er tritt z.T. tagsüber episodisch auf, wobei Mengen wenig relevant sind. Frontdurchgänge in der Zeit etwa 9 - 17 h sind eher selten (meist am Abend und in der Nacht).

EINE KARTIERUNG DER KLIMAEIGNUNG FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT IN DER SCHWEIZ - ERFahrungen MIT EINEM PLANUNGSORIENTIERTEN INTERDISZIPLINÄREM PROJEKT

François Jeanneret, Biel

1. Problemstellung

Seit etwa fünfzehn Jahren fordert die Raumplanung die Bereitstellung von Grundlagen über die natürliche Umwelt. Im Zuge dieser Bestrebungen beauftragte der Delegierte für Raumplanung (Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement) einen Agronomen und einen Geographen (Eidgenössische landwirtschaftliche Forschungsanstalt Changins bei Nyon und Geographisches Institut der Universität Bern, Abteilung Professor Messerli) mit der Erarbeitung der Klimaeignung für die Landwirtschaft, wobei die Kartierung der Schweiz im Vordergrund stand. Bestehende Arbeiten wie diejenige von MAEDER (1970) waren dabei zu berücksichtigen. Allerdings lagen detaillierte Untersuchungen über die Klimaeignung für die Landwirtschaft nur für einzelne Gebiete vor (zum Beispiel diejenigen von HAEBERLI 1971 und PRIMAULT 1972a im Kanton Waadt).

So entstand in Zusammenarbeit der beiden Sachbearbeiter eine umfangreiche Studie, wobei die Mithilfe zahlreicher Verwaltungsstellen, Forschungsanstalten und Fachschulen beansprucht wurde (eidgenössische Verwaltungen und Forschungsanstalten, Schweizerische Meteorologische Anstalt, Institute der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich und der Universität Bern, sämtliche kantonale landwirtschaftliche Schulen, Schweizerische Obst- und Weinfachschule Wädenswil usw.).

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich in JEANNERET 1978, eine ausführliche Beschreibung der Methodik und der wissenschaftlichen Unterlagen in JEANNERET + VAUTIER 1977a, die Karten sowie die zugehörigen Erläuterungen in JEANNERET + VAUTIER 1977b.

2. Beziehungen zwischen Klima und landwirtschaftlichen Erträgen

Es ist schwierig, die Beziehung zwischen Klima und landwirtschaftlichen Erträgen quantitativ zu fassen. MAEDER (1970) und andere beziehen sich vor allem auf jährliche und jahreszeitliche Mittelwerte, wogegen sich PRIMAULT (1972b) auf Häufigkeitsanalysen stützt (Quartilmethode). Bei der vorliegenden Untersuchung konnten präzisere Beziehungen nur durch eine Gegenüberstellung der Erträge mit dem Ablauf der Witterung in einzelnen Jahren gefunden werden. Witterung und Ertrag konnten nur für einzelne Jahre, aber nicht für das Mit-

MONATSPERIODEN			MEHRMONATIGE PERIODEN		
Periode	Schwellenwerte unterer	oberer	Periode	Schwellenwerte unterer	oberer
Sept.	30	150	Sept. - Nov.	100	400
Okt.	30	150	Dez. - Febr.	100	450
Nov.	30	150	März - Mai	140	350
Dez.	20	250	Juni - Aug.	120	400
Jan.	20	250	April - Mai	80	250
Febr.	20	150	Mai - Juni	120	250
März	30	150	Juni - Juli	90	250
April	30	150	März - Aug.	300	700
Mai	40	150	Mai - Aug.	200	550
Juni	40	150	April - Okt.	350	800
Juli	30	150			
Aug.	30	150			

Tabelle 1 :

System von Perioden und Schwellenwerten für das landwirtschaftliche Jahr (September bis August). Niederschlagsmengen (in mm pro Monat) für Getreide.

tel mehrerer Jahre korreliert werden. Dazu wurden die Ertrags-erhebungen für Futterbau, Getreide und Kartoffeln für die Periode 1960 bis 1972 herangezogen.

Die Beziehungen wurden in Form eines Systems von agroklimatischen Schwellenwerten festgehalten. Für jede Kultur wurde das Jahr in eine bestimmte Zahl von ein- oder mehrmonatiger Perioden aufgeteilt. Jeder Periode wurde ein oberer und ein unterer Schwellenwert zugeordnet. Die Tabelle 1 illustriert das System für eine Kultur (Getreide) und ein Klimaelement (Niederschlagsmengen).

3. Klimatologische Grundlagen

Aus technischen Gründen musste für die vorliegende Untersuchung die Auswahl des Datenmaterials auf bereits abgelochte Monatsmittel der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt

beschränkt werden. Dabei standen Niederschlagsmengen für 307 Stationen, Niederschlagstage ($N \geq 1$ mm) für 274 Stationen und die Temperaturmittel für 91 Stationen zur Verfügung, im allgemeinen für die Zeit von 1901 bis 1970 oder 1972. Neben diesem umfangreichen Material - über eine halbe Million Monatswerte - fanden auch zahlreiche Arbeiten auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene Verwendung. Alle neueren klimatologischen und agroklimatischen Arbeiten über die Schweiz wurden gesichtet und in einer klimatologischen Bibliographie für die Jahre 1921 bis 1973 aufgeführt (JEANNERET 1975a).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden als Feldaufnahme die Spätfrostschäden des Frühjahrs 1974 kartiert (JEANNERET 1975b). Obwohl diese einmalige Aufnahme nicht eine allgemeingültige Frostgefährdung widerspiegelt, lässt sie doch auf Gesetzmässigkeiten der räumlichen Verteilung schliessen.

4. Bestimmung der Klimaeignung

Aufgrund des meteorologischen Beobachtungsmaterials wurde für jede Station und Hauptkultur (Futterbau, Getreide und Kartoffeln) die Häufigkeit guter, mittlerer und schlechter Jahre ermittelt. Die Ergebnisse dieser Computeranalyse bildeten die Grundlage für die Bestimmung der Klimaeignung der Stationen für die Hauptkulturen, wobei auch weitere Faktoren mitberücksichtigt werden konnten.

Ferner wurde die Klimaeignung für drei weitere Kulturen aus bestehenden Unterlagen entnommen: Körnermais (hauptsächlich nach PRIMAULT 1972a), Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen (hauptsächlich nach SCHREIBER et alii 1977). Die Abbildung 1 vermittelt einen Ueberblick über den gesamten Vorgang.

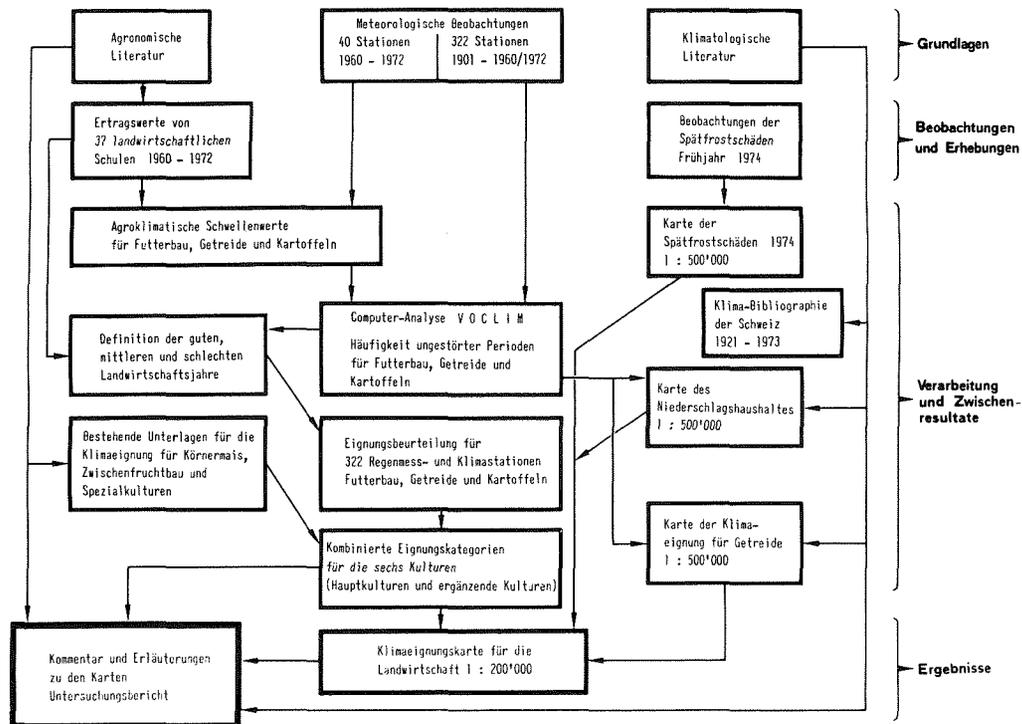


Abb. 1: Schema über den Arbeitsablauf

5. Die Klimaeignungskategorien

Die Kombination der Klimaeignung für die sechs Kulturen stellte die Grundlage für die Bestimmung der Eignungskategorien dar. Aus allen möglichen Kombinationen wurden total zwanzig Klassen gebildet, die nachfolgend als "Zonen" bezeichnet werden. Eine kurze Beschreibung der Zonen findet sich auf der beiliegenden Legende, während die wichtigsten Kriterien auf der Rückseite der Klimaeignungskarten (Beilagen zu JEANNERET + VAUTIER 1977b) aufgeführt sind.

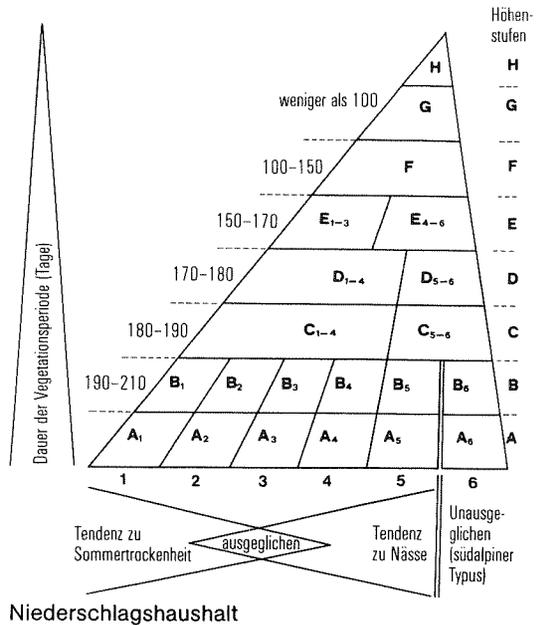
Aus den klimatischen Eigenschaften der verschiedenen Zonen ergab sich eine Systematik in Abhängigkeit von zwei Faktorengruppen: Dauer der Vegetationsperiode und damit auch der thermischen Verhältnisse sowie der für die Vegetation wirksame Niederschlagshaushalt.

In dieser Systematik sind die Zonen so verteilt, dass höhere Lagen im Gebirge ohnehin feuchter sind und die Differenzierung in verschiedene Typen des Niederschlagshaushaltes wenig sinnvoll wird. Das Dreieck in Abbildung 2 ist aus diesem Grund nicht symmetrisch.

Abb.2: Verteilungsschema der Eignungszonen (Dreiecksflächen A₁ bis H) in Abhängigkeit der Vegetationsperiode (Ordinate A bis H, nach SCHREIBER et alii 1977) und des Niederschlags-haushaltes (Abszisse 1 bis 6).

Beilage

Legende und Ausschnitt aus Blatt 1 der "Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft" im Massstab 1 : 200'000. Herausgeber: Der Delegierte für Raumplanung EJPD und Abteilung für Landwirtschaft EVD. Druck: Bundesamt für Landestopographie, 3084 Wabern (1977)



Bibliographie

- HAEBERLI, R., 1971: Carte du potentiel naturel des surfaces agricoles du canton de Vaud. Cahier de l'aménagement régional 13, OCVU: 35 S. + 1 Karte
- JEANNERET, F., 1975a: Die Verteilung der Spätfrostschäden in der Schweiz im Frühling 1974. Schweiz. landwirtschaftl. Forschung 15(1): S. 1-14 + 1 Karte / Informationen und Beiträge zur Klimaforschung Bern 13: 15.S. + 1 Karte
- JEANNERET, F., 1975b: Grundlagen zum Klima der Schweiz: Klimatologische Bibliographie 1921-1973. Klimatologie der Schweiz N, Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt 1974 / Geographica Bernensia G3: 124 S. + 4 Karten
- JEANNERET, F., 1978: Die Klimaeignung für die Landwirtschaft - Methode und Probleme einer gesamtschweizerischen Grundlagenkartierung (mit Kartenbeilagen). Geographica Helvetica 33(1): S. 49-54 + 1 Kartenausschnitt
- JEANNERET, F.; VAUTIER, Ph., 1977a: Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft in der Schweiz = Levé cartographique pour l'agriculture en Suisse. Beiheft 4 zum Jahrbuch der Geogr. Ges. von Bern 1977: 108 S. + Anhang und Beilagen
- JEANNERET, F.; VAUTIER, Ph., 1977b: Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz = Cartes climatiques pour l'agriculture en Suisse. Grundlagen für die Raumplanung, Der Delegierte für Raumplanung und Abteilung für Landwirtschaft, Bern: 57.S. + 6 Karten
- MAEDER, F., 1970: Hinweise und Quellenangaben zu den Klimaeignungskarten. Im Auftrag des Instituts für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETH-Z: 23 S. + 2 Karten
- PRIMAULT, B., 1972a: Ausreife-wahrscheinlichkeit von Körnermais bis 15. Oktober. Agrarmeteorologische Blätter der Eidg.
- PRIMAULT, B., 1972b: Etude mésoclimatique du Canton de Vaud. Cahier de l'aménagement régional OCVU: 186 S.
- SCHREIBER, K.F.; KUHN, N.; HAEBERLI, R.; SCHREIBER, C., 1977: Wärmegliederung der Schweiz = Niveaux thermiques de la Suisse. Grundlagen für die Raumplanung, Bern: 139 S.+5 K

W. Spring:

Wurden die kantonalen Eignungskarten für Landwirtschaft berücksichtigt? Gibt es eine Untersuchung durch die die Uebereinstimmung Bodeneignung + Klimaeignung = Eignung gesamthaft dargestellt wird?

F. Jeanneret:

Kantonale Unterlagen wurden soweit berücksichtigt, wie sie bis etwa 1975 greifbar waren - allerdings mit vielen Vorbehalten: es ist sehr schwierig, für eine Kartierung Unterlagen heranzuziehen, die nur für einen Teil des dargestellten Gebietes vorliegen.

R. Amrein:

Ist es zulässig, alle Getreidearten in einer einzigen klimatischen Eignungskategorie zusammenzufassen? Wir wissen doch, dass jede Getreideart andere klimatische Ansprüche stellt. Ich denke hier vor allem an Weizen und Gerste einerseits und Hafer und Roggen andererseits.

F. Jeanneret:

Unser Auftrag bestand in einer gesamthaften Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft. Wir haben sechs Kulturen berücksichtigt (Getreide, Futterbau und Kartocffeln als Hauptkulturen, Körnermais, Sommer-Zwischenfruchtbau und Spezialkulturen als ergänzende Kulturen). Es wäre ohne weiteres möglich, Karten einzelner Kulturen oder sogar einzelner Sorten zu entwerfen (s. Primault 1972 für verschiedene Mais-Sorten), aber dem Planer wäre damit wohl kaum gedient. Wir haben als Beispiel die Klimaeignung für Getreide separat kartiert (im Massstab 1 : 500 000, s. JEANNERET + VAUTIER 1977a).

M. Roten:

Avec un réseau si lâche de 130 km², ne serait-il pas nécessaire d'accompagner la carte de remarques quant à son interprétation. Car une utilisation directe par un planificateur est impossible s'il y a beaucoup trop de variétés locales dans un réseau de 130 km²! J'ai constaté par exemple que dans les grandes vallées des Alpes vous ne tenez compte ni sur la carte, ni dans vos coupes de conditions micro- ou mesoclimatiques créées par les cuvettes ou les épaulements ou autres replats: une zone qualifiée en Al comporte de nombreux espaces fortement exposés au gel par rayonnement, donc non favorable à une agriculture délicate. Quelle est la méthode que vous avez utilisé pour déterminer le gradient thermique de vos coupes ainsi que les inversions thermiques en général.

F. Jeanneret:

Il nous a fallu prendre en considération le degré de généralisation de la présente carte. Un mode d'emploi permettant de détailler l'information fournie devrait différencier non seulement les cultures, mais aussi les variété courantes. Nous avons déterminé des gradients des aptitudes climatiques (et non pas des gradients thermiques ou de pluviosité). Pour les inversions, nous avons pris en considération nos expériences (dégâts de gel) ainsi que des données existantes (par ex. Roten 1964 pour la vallée du Rhône valaisanne, Primault pour le Canton de Vaud, 1972).

W. Weischet:

Die vorgelegten Karten sind die bestmögliche Interpretation von Fachleuten auf einer vom Material her mit Mängeln behafteten Grundlage. Das ist ein ganz gene-

relles Problem. Da sich die Materialgrundlage in absehbarer Zeit nicht entscheidend bessern wird, müssen diese Karten jetzt nach der bestmöglichen Methode erstellt und zur Verfügung gestellt werden. Und wer weiss, wie schwierig es ist, eine Spätfrostschadenkartierung für einen grossen Raum zu organisieren, zu erarbeiten und zu publizieren, der muss die Aktivitäten des Geographischen Institutes in Bern mit Hochachtung bedenken.

F. Fliri:

Konnten in das Schema der Eignungsklassifikation auch verschiedene Wertigkeiten ein und derselben Klimagrössen eingebracht werden, die durch den Boden bedingt sind (Wasser- und Wärmehaushalt, überhaupt Unterschied "Hüttenklima"-Bodenklima)?

F. Jeanneret:

Beim gegebenen Rahmen des Projektes (Massstab, Generalisierungsgrad, verfügbare Zeit usw.) war dies leider nur beschränkt möglich. Durch eine Verarbeitung phänologischer Zustandkartierungen (Karten der Wärmestufen von Schreiber et alii 1977) konnte das für die Pflanzen wirksame Klima immerhin auch mitberücksichtigt werden.

L. Bridel:

Dans quelle mesure votre carte tient-elle compte des informations fournies par la carte des niveaux thermiques établies à peu près simultanément?

F. Jeanneret:

La carte SCHREIBER et alii (1977) a été une base importante pour l'appréciation des aptitudes climatiques pour les cultures spéciales. Elle nous a aussi servi à déterminer les relations entre nos données et la durée de la période de la végétation.

C. Aubert:

Dans quelle mesure cette carte complète-t-elle ou remplace-t-elle celle de Mäder qui est un peu plus ancienne?

F. Jeanneret:

La carte de Mäder (1970, au 300 000^{ème}) fut le point de départ de nos investigations. Notre carte a en effet plus ou moins remplacé celle de M. Mäder.

M. Ischi:

Grundproblem für den Planer: Koordination der Einzelergebnisse wissenschaftlicher Forschungsergebnisse. Wunsch nach interdisziplinären "Rezepten". Die Wissenschaft darf sich nicht damit begnügen, Daten bereitzustellen, sondern sie muss ihren Erkenntnissen aktiv zum Durchbruch verhelfen.

R. Volz:

Von vielen Diskussionsteilnehmern wurde die Frage gestellt, wie weit das Mesoklima für die Kartierung berücksichtigt wurde. Eine Ergänzung in dieser Richtung ist im Moment in ausgewählten Regionen in Arbeit. Wir hoffen, die Ergebnisse aus diesen Regionen auf benachbarte Gebiete übertragen zu können. Meine Frage: Man hört zu Arbeiten wie der vorliegenden Klimateignung häufig den Einwand, dass die Landwirte selbst ohnehin besser Bescheid wüssten, als wir es darstellen können. Es wäre deshalb interessant zu wissen, wie weit die Karte den aktuellen Zustand wiedergibt, oder ob Unterschiede dazu auftreten.

F. Jeanneret:

Der Agronom in unserem Team (Herr Ph. Vautier) sorgte für eine Berücksichtigung der praktischen Erfahrung. Die Karte basiert aber auf einer agroklimatischen Untersuchung.

SCHNEEDECKE: DAUER, HOEHE UND MAXIMALE SCHNEELASTEN

Th. Zingg, Männedorf

Schneedaten und entsprechende Zusammenstellungen waren auf Weissfluhjoch oft gefragt, sei es für die Planung von Alpenstrassen oder Lawinverbauungen, für Sportorte, oder sei es im Zusammenhang mit Schneelastenschäden an Gebäuden.

Schneedeckendauer (2,5) Sie hat ihre Bedeutung für rein wissenschaftliche Zwecke - Indikator für Klimaänderung - oder für die Planung von Wintersportorten; dann noch in Verbindung mit Schneehöhen.

In Graubünden sind laufende Schneehöhenmessungen schon seit 1892 vorhanden und damit auch Daten über das Einschneien und Ausapern. Ab 1936 folgten Beobachtungen auf Weissfluhjoch. Diese Datenverarbeitung ermöglichte eine Abklärung grundsätzlicher Fragen.

Die Ergebnisse zeigen, dass bis gegen 800 m ü.M. keine sichere Schneedecke zu einem gegebenen Zeitpunkt auftritt; sie stellt sich vielmehr in irgend einem Monat zwischen Oktober und April ein. Die erste sichere Schneedecke tritt im Prätigau auf 750 m am 25.1. für einige Tage ein, in Klosters (1200 m) am 5.1., in Davos (1560 m) am 23.12. und auf Weissfluhjoch (Versuchsfeld 2540 m) am 10.11. Ein Vergleich des Einschneiens zwischen 1000 m und 2000 m zwischen Graubünden, der Westschweiz und der Zentralschweiz zeigt im Mittel auf 1800 m: ein verspätetes Einschneien im Westen um 20 Tage, in der Zentralschweiz um 5 Tage; auf 1000 m Höhe im Westen um 35 Tage und in der Zentralschweiz um 10 Tage. Es wurde die Periode 1955-64 gewählt, weil für diese Zeitspanne bedeutend mehr Beobachtungsmaterial vorhanden ist als für die Jahre vorher.

Die Gesamtschneedauer für die gleiche Periode dauerte

	in Graubünden	in der Westschweiz
1000 m	128 Tage	um 80 Tage
1200	142	90
1400	155	115
1600	172	130
1800	190	140
2000	210	?
2500	265	?

In der Periode 1930-64 dauerte die Schneedecke in allen Höhen um 10-12 Tage weniger lang, was einer um etwa 100 m höher liegenden klimatischen Schneegrenze entsprach. Andererseits deutet die länger dauernde Schneedecke im Osten auf eine kontinentalere Lage hin.

Eine weitere Grösse zur Charakterisierung der winterlichen Schneedecke ist die mittlere Streuung der Dauer. Sie beträgt in Nordbünden-Engadin, Lüttschinentäler-Goms um \pm 20 Tage vom Mittelwert; Rheintal bis Truns, unterstes Reusstal (beides Föhngebiete) \pm 30 Tage. Westlich einer Linie

Napf-Mürren-Sierre-Arolla nimmt die Streuung bis zum Rhonetal-Val d'Entremont auf über 40 Tage zu. Die Schneedecke kann in diesen Regionen über Weihnachten/Neujahr oder frühe Ostern fehlen.

Als weitere Grösse zur Charakterisierung der Schneeverhältnisse dienen vor allem auch die Neuschneemengen (4). So hat das Engadin östlich Sils für seine Meereshöhe die kleinsten Neuschneemengen für die Zeit der Winterschneedecke. Nicht umsonst sah man sich gezwungen höher gelegene Hänge einzuebnen, um relativ frühe Skirennen zu ermöglichen. Sie präsentieren sich aber für die Sommertouristen denkbar schlecht in der schönen Engadiner Landschaft.

Die innern Alpentäler wie Engadin, Rheinwald (Nufenen ostwärts), Vorder- rheintal, Val d'Entremont erhalten in Höhenlagen zwischen 1200 m und 1800 m während der permanenten Schneedecke etwa 4 m Schnee. Eine andere Gruppe von Orten im gleichen Höhenbereich erhalten um 4.5 Meter Neuschnee. Es sind dies Davos, Tavetsch, Lötschental und Goms. Auf der Alpennordseite erhalten Stationen um 1500 m 6 Meter Neuschnee. In dieser Region zeigt sich eine fast lineare Zunahme mit der Meereshöhe: 5.5 Meter auf 1300 m ü.M., 6 Meter auf 1500 m ü.M. und 8.5 Meter auf 2500 m ü.M.

Alle Daten beziehen sich auf horizontale Felder, um Strahlungseinflüsse und Luv- und Leeseiten weitgehend auszuschalten.

Extreme Schneehöhen (6) Was man nicht ohne weiteres erwarten würde sind die extremen Schneehöhen auf der Alpensüdseite. Im Tessin und Pomat erreichen sie auf 2000 m ü.M. 4 Meter; das Goms, das Gebiet Uri bis Engelberg und St. Galler Oberland über 3 Meter, ferner auch italienisch Bünden, Bergell und Oberengadin bis etwa Sils und die Region Arosa-Prätigau. Unter 2 Meter liegen die Extremhöhen südlich der Rhone in einem schmalen Band von Unterbäch nach Nendaz bis hinüber ins Val d'Entremont. Auffallend ist das starke Ansteigen der Extreme nördlich der Rhone gegen die Berneralpen zwischen Gemmi- und Sanetschpass.

Schneelasten (1,7) Neben den bisherigen charakteristischen Grössen spielen auch die Schneelasten (kg/m²) eine beachtliche Rolle, insbesondere für Bauten.

Im schneereichen Winter 1950/51 fielen zahlreiche Dächer bis in die Niederung den Schneelasten zum Opfer. Die Schneeforschung Weissfluhjoch führt auf ihren Feldern des Beobachtungsnetzes regelmässig Schneegewichtsbestimmungen durch, und mit den früheren Literaturangaben und den Niederschlagswerten der MZA kann die Höhenabhängigkeit der Schneelasten bis 2500 m ü.M. ermittelt werden. Diese Werte lagen ganz wesentlich über den aus den SIA-Normen gewonnenen Werten. 1968 stellte sich vor allem im Berner Mittelland zwischen Schwarzenburg und Emmental wieder eine beträchtliche Schneedecke ein, die zu zahlreichen Schneedruckschäden an neueren Bauten führte; ebenso im Aargau und an anderen Orten. Die in jenem Winter erreichten Schneelasten blieben aber noch wesentlich unter den empirisch ermittelten Erwartungen.

Die SIA-Formeln wurden nach 1951 etwas korrigiert; die Werte bleiben jedoch ganz beträchtlich unter den 1951 gemessenen Werten. Die Formeln lauten:

	SIA	SLF	
bis 800 m ü.M.	$p_s = 3.3 \times h^2 + 40$	$2 \times 2.2^h + 90$	bis 750 m
über 800 m	$p_s = 1.4 \times h^2 + 160$	$1.5 \times h^2 + 500$	über 750 m

h bedeutet Höhe der Station in Hektometern

Es ist zu betonen: die Werte beziehen sich auf horizontale Felder. Je nach Lage der Gebäude und deren Gestaltung können beträchtliche Abweichungen sowohl nach unten als auch nach oben auftreten.

Im Gebiet der Schweiz können auf Grundlage meteorologischer Verhältnisse in gewissen Regionen kleinere Abzüge angebracht werden (Beobachtungen liegen aber nicht vor!). So sind Abzüge bis gegen 10% zu verantworten für Rheintal von Basel aufwärts bis etwa Aare, den Klettgau, ferner für den Kanton Genf und das Genferseeufer bis Villeneuve und die Niederung des Rhonetals bis Visp. Für Abschnitte im Vorderrheintal, für das Gebiet Zuoz-Zernez und das Val Müstair könnte man bis 10% eventuell verantworten. Eine eingehendere Bearbeitung in dieser Hinsicht wäre aber sicherer. Im Gotthardmassiv zwischen Tschamut und Gletsch einerseits und Airolo-Bedretto-Nufenenpass und dem Urserental andererseits dürfte eine Korrektur gegen oben angebracht sein, sofern von Ingenieurseite aus nicht eine nötige Sicherheit eingerechnet wird.

Literatur

- 1 1951 Die maximalen Schneelasten und ihre Abhängigkeit von der Meereshöhe Schweiz. Bauzeitung, Heft 45
- 2 1954 Die Bestimmung der klimatischen Schneegrenze auf klimatischer Grundlage Mitt. Nr. 12 Eidg. Institut SLF
- 3 1961 Mittlere und maximale Schneehöhen Winterbericht 25, SLF
- 4 1962 Neuschneebeziehungen Winterbericht 26, SLF
- 5 1966 Einschneien, Ausapern und Dauer der permanenten Schneedecke Winterbericht 30, SLF
- 6 1967 Extreme Schneehöhen in der Schweiz im Niveau 1600 m und 2000 m Winterbericht 31, SLF
- 7 1968 Maximale Schneelasten in der Schweiz Schweiz. Bauzeitung, Heft 31

Adresse: Dr. Th. Zingg, 8708 Männedorf, Bergstr. 100
(früher SLF Weissfluhjoch)

H. Wanner:

Wie weit sehen Sie Möglichkeiten der flächenhaften Schneekartierung:

- a) welcher Messaufwand ist notwendig?
- b) in welchem Massstab können derartige Karten erstellt werden?

T. Zingg:

- a) bei 1 : 2000 je ha ca. 20 - 500 Abstiche je nach Gelände
- b) die Grenze liegt vor 1 : 10 000 auch wieder je nach Gelände

W. Spring:

Massgebend ist die Schneedauer nicht die Schneehöhe, Bei Skiliftanlagen sollte der Klimatologe gefragt werden, dies wurde nicht getan. Der Schneemangel in den Gebieten mit grosser Streuung der Schneedauer mit dem jahrelangen Stillliegen von Skiliften hat das Interesse für Informationen der Klimatologen geweckt. Für die Anlage von Skiabfahrten ist neben der Schneedauer und -höhe vorab die Exposition zu beachten. In Oesterreich wurden hierfür sogar Hänge "umgebaut", das heisst, so verändert, dass die Exposition möglichst nach E und N ausgerichtet ist.

U. Witmer:

Ist es für den Planer zumutbar, aus Punktangaben zu Schneeparametern auf das umliegende Gebiet eines bestimmten Perimeters zu schliessen, oder ist es nicht die Pflicht des Klimatologen, selbst die Verantwortung der Interpolation zu übernehmen unter Angabe der notwendigen Vorbehalte.

LAWINEN UND PLANUNG

Walter Schwarz, Interlaken

1. Einleitung

In der Schweiz führen Lawinenkatastrophen periodisch zu grossen Opfern an Leib und Gut. So sind aus den letzten 100 Jahren vor allem die Lawinenwinter 1887/88, 1916/17, 1934/35, 1944/45, 1950/51, 1953/54, 1967/68, 1969/70 und 1974/75 bekannt. Im grossen Katastrophenwinter 1950/51 waren beispielsweise 98 Lawinentote, rund 900 Stück in Lawinen umgekommenes Klein- und Grossvieh, etwa 1500 zerstörte Gebäulichkeiten und 170'000 m³ vernichteter Wald zu verzeichnen. Die meistens im Zusammenhang mit intensiven, anhaltenden Schneefällen und starken Winden spontan niedergehenden Katastrophenlawinen dringen tief in den menschlichen Siedlungsraum ein und führen zu den bekannten Opfern und Schäden. Ziel der Orts-, Regionalplanung und Raumplanung in Berggebieten muss es daher sein, eine schaden- und kostenverursachende Besiedlung in Gefahrengebieten abzuwenden und den Siedlungsdruck in sichere Gebiete zu lenken.

2. Gesetzliche Grundlagen

Folgende Gesetze, Bundesbeschlüsse, Verordnungen, Kommentare und Richtlinien bilden im Kanton Bern Grundlagen für die Planung und die Beurteilung von Bauvorhaben in Lawinengefahrengebieten:

2.1. Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz betr.eidg. Oberaufsicht über die Forstpolizei (1.Oktober 1965, Art.32, Absatz 2:

Die Kantone sind dafür besorgt, dass in lawinengefährdeten Gebieten keine Gebäude errichtet werden. Zu diesem Zweck sollen Lawinenzonenpläne aufgestellt werden. An Massnahmen zum Schutz von Gebäuden leistet der Bund keine Beiträge, wenn bei der Wahl der Bauplätze keine Rücksicht auf Zonenplan oder Lawinenkataster genommen wird, oder wo solche fehlen, Warnungen vor Bauvorhaben missachtet werden.

2.2. Bernisches Baugesetz (BauG 7.6.1970)

Art.3: ¹ In Gebieten, in welchen Leben und Eigentum erfahrungsgemäss oder voraussehbar durch Steinschlag, Rutschungen, Lawinen, Ueberschwemmungen oder andere Naturereignisse gefährdet sind, dürfen keine Gebäude erstellt werden.

² Dem Grundeigentümer bleibt der Nachweis vorbehalten, dass die Gefährdung des Baugrundstückes und der Zufahrt durch sichern-

de Massnahmen behoben ist.

Art. 20: Der Zonenplan scheidet das Baugebiet vom übrigen Gemeindegebiet. Er teilt das Baugebiet in Bauzonen ein, legt die Frei- und Grünflächen fest und bezeichnet die Schutzgebiete sowie die Gefahrenzonen.

Art. 30: Die Gemeinden bezeichnen im Zonenplan diejenigen Gebiete, welche wegen der Gefährdung durch Naturereignisse nicht oder nur mit sichernden Massnahmen überbaut werden dürfen (Art.3).

2.3. Bundesbeschluss über dringliche Massnahmen auf dem Gebiet der Raumplanung (17.3.72), Art.1:

Die Kantone bezeichnen ohne Verzug die Gebiete, deren Besiedlung und Ueberbauung aus Gründen des Landschaftschutzes, zur Erhaltung ausreichender Erholungsräume oder zum Schutz vor Naturgewalten vorläufig einzuschränken oder zu verhindern ist (provisorische Schutzgebiete).

2.4. Bernisches Forstgesetz (1.6.74) Art.32, 33-35:

Art. 33: ¹ Der Lawinenkataster umfasst die Kartierung und Beschreibung der bekannten Lawinen-niedergänge.

Art. 34: ¹ Die Lawinengefahrenkarte bezeichnet, gestützt auf Lawinenkataster und Berechnungen der Lawinenauslaufstrecken, die lawinengefährdeten Gebiete.

³ Die Gemeinden berücksichtigen die Lawinengefahrenkarte ihres Gebietes als Grundlage für die Festlegung der im Zonenplan und in den Ueberbauungsplänen nach den Bestimmungen der Baugesetzgebung auszuscheidenden Gefahrengebiete.

2.5. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahren (1975) Herausgabe durch das Bundesamt für Forstwesen

3. Beurteilung der Lawinengefahr

3.1. Lawinenkataster (LK)

Das vom LK kontrollierte Gebiet umfasst das bewohnte Gebiet und dessen nähere Umgebung, die wintertouristisch wichtigen Gebiete, sowie den Bereich der ganzjährig offenen Strassen und Bahnverbindungen. Im übrigen Gebiet erfolgt in der Regel eine Aufnahme nur bei grossen Bauvorhaben (z.B. Kraftwerksbauten) oder nach eingetretenen Schadenfällen (z.B. zerstörte Almhütten, Wälder etc.).

Die Kartierung der bekannten Lawinen erfolgt in einer Lawinenkatasterkarte (LKK) im Massstab 1:10'000 mit 10m Höhenkurven.

Zur Beschreibung der bekannten Lawinen dient Form. 10 "Beschreibung der Lawine". Dabei erfolgen Angaben über Ort, Einzugs- und Ablagerungsgebiet, Schadenwirkungen, Häufigkeit des Auftretens der betr. Lawine, sowie über bestehende Schutz- und Abwehrvorrichtungen. Zur Nachführung des genannten Form. 10 erfolgen "Meldungen über Schadenlawinen" (Personen; Gebäude, Vieh; Wald und Flur; Kommunikationen) durch Lawinenbeobachter. Neben den Schadenlawinen werden auch jene Lawinnenniedergänge gemeldet, die ein grösseres Ausmass im Ablagerungsgebiet erreichen, als in der LKK eingezeichnet ist.

3.2. Lawinengefahrenkarte (LGK)

Die LGK werden auf Grund des LK, von Geländebeurteilungen und von lawinentechnischen Berechnungen/Vergleichen (vor allem bezüglich Lawinenauslaufstrecken) ausgearbeitet. Die LGK erfassen in der Regel nur das für die Besiedlungs- und Verkehrsplanung wichtige Gebiet. Zur LGK werden Kurvenkarten im Massstab 1:10'000 bis 1:2'000 verwendet. Es werden in ihr je nach dem berechneten Lawinendruck und der Lawinhäufigkeit die drei Hauptgefahrenstufen rot, blau und gelb unterschieden. Vorschläge zu allgemeinen Vorschriften zur LGK, sowie Dimensionierungs- und Konstruktionsvorschriften für Bauten in Gefahrengebieten stellen ergänzende Bestandteile der LGK dar.

4. Massnahmen des Lawinenschutzes

4.1. Planerische Massnahmen

In planungsrechtlicher Hinsicht dürfen sowohl nach den "Richtlinien" gemäss 2.5 wie nach Art. 3 BauG, Absatz 1 in roten Lawinengefahrengebieten keine Bauzonen ausgeschieden werden. In blauen Gebieten dürfen nach den "Richtlinien" nur innerhalb von bereits bestehenden geschlossenen Siedlungen und nur auf Grund eines Lawinenfachmannes Bauzonen ausgeschieden werden; im Kanton Bern ist nach bisheriger Praxis das blaue Gebiet im Zonenplan wohl als Lawinengefahrengebiet einzutragen, muss jedoch nicht wie das rote Gebiet dem übrigen Gemeindegebiet zugeordnet werden.

Nach dem baupolizeilichen Aspekt dürfen gemäss den genannten "Richtlinien" in roten Gebieten keine Neubauten und Wiederaufbauten erstellt werden, die für den Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, oder die während der lawinengefährlichen Jahreszeit der Unterbringung von Tieren dienen; gemäss Art. 3, Absatz 2 des BauG dagegen haben die Baubewilligungsbehörden die Pflicht, den angebotenen Nachweis behobener Gefährdung abzunehmen.

4.2. Bauliche Schutzmassnahmen

Für Neu-,Um- und Wiederaufbauten in Lawinengefahrengeländen werden allgemein bauliche Schutzmassnahmen und Dimensionierung derselben auf die örtlich zu erwartenden extremen Lawinenwirkungen verlangt.

Als bauliche Schutzmassnahmen kommen in Frage: Direktschutzbauten in Form von Lawinenwänden in Eisenbeton, Spaltkeile, Leiddämme etc. zu Gunsten von Einzelobjekten, Stützverbauungen/Aufforstungen in den Lawinenanrissgebieten meist nur zum Schutz grösserer Siedlungen oder ganzer Dörfer.

4.3. Organisatorische Massnahmen

Für besiedelte Gebiete in Lawinengefahrezonen müssen organisatorische Massnahmen wie Evakuationen, Absperrungen, Verkehrsbeschränkungen, künstliche Lawinenauslösung etc. vorbereitet werden. (Organisation gemeindeeigener Lawinendienste).

J. Karlen:

Durch mangelnde Bewirtschaftung der Wälder können sie z.T. ihre Schutzfunktion nicht mehr wahrnehmen. Besteht die Gefahr, dass in kommenden Lawinenwintern bisher als sicher geltende Gebiet von Lawinen betroffen werden?

W. Schwarz:

Das Problem von Lawinenanrissen aus verlichteten, überalterten Wäldern im Raum Disentis-Lukmanier-Oberalp im Lawinenwinter 1974/75 ist bekannt. Bei der Erstellung von Lawinengefahrenkarten muss der Zustand der Schutzwälder mitberücksichtigt werden. Nötigenfalls müssen in derartigen Wäldern Wiederherstellungsprojekte ev. in Verbindung mit Lawinenverbauungen ausgeführt werden.

Uebersicht für Gefahrengelände: Gemeinden die im blauen oder roten Gebiet liegen, müssen für Planungen oder Bauten Spezialkarten erstellen lassen. 1 : 2000 bis 1 : 10 000 je nach Bedürfnis. Die Karte 1 : 300 000 will nur eine Uebersicht vermitteln.

R. Amrein:

Ist am Nordhang des Brienersees eine Zunahme der Lawinnenniedergänge feststellbar, die auf die Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche über der Waldzone zurückzuführen wäre?

W. Schwarz:

Eine Zunahme kleinflächiger Lawinen im Zusammenhang mit dem begünstigten Schneegleiten konnte festgestellt werden. Eine Zunahme der grossflächigen Katastrophenlawinen konnte bis heute nicht beobachtet werden und ist eigentlich auch nicht zu erwarten, da die Katastrophenlawinen von den Niederschlägen und ihrer Dauer / Intensität und nicht von der Bodenoberfläche abhängig sind.

RAUMPLANUNG FUER WOHNGBIETE IN TAL- ODER HANGLAGEN IM OBERAARGAU

August Bernasconi, Wyssachen

1. Heutige Situation

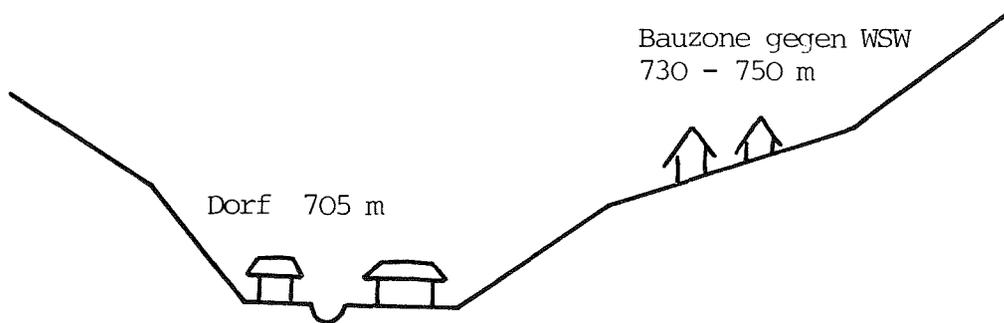
Die Raumplanung für Wohngebiete ist in unserer Region, klimatisch gesehen, dem Zufall überlassen. Wer von Langenthal nach Huttwil fährt, wird dies zur Kenntnis nehmen müssen. An einigen Orten sind die Bauzonen in der Ebene anzutreffen. Andere Orte haben die Bauzonen an südöstlich bis südwestlich gelegenen Hängen ausgeschieden.

Welche Punkte sind in der Regel für den Standort massgebend?

1. Von wem für eine Gemeinde Land zu haben ist. Es darf im Erwerb nicht zu teuer sein. Private Interessen können mitspielen.
2. Die Lage in Bezug auf bestehende Siedlungsräume. Der Standort darf nicht zu weit weg sein, damit die Erschliessungskosten im Rahmen bleiben. Zudem soll der Weg von der zukünftigen Siedlung bis zum Ortszentrum mit guten Einkaufsmöglichkeiten, Bahnhof, Post, Schulhaus usw. möglichst kurz sein.
3. Die klimatischen Standpunkte werden leider selten und nur am Rande erwähnt, manchmal überhaupt nicht beachtet.

2. Tal- oder Hanglage

Dass Tallagen feuchter und kühler sind, ist oft nachgewiesen worden durch Messungen und Messfahrten. Wie sich eine Tal- oder Hanglage auf die Luftwärme während der Heizperiode auswirken kann, sei an unserer Bauzone in Wyssachen gezeigt: Die Bauzone liegt am Hang, der gegen WSW ausgerichtet ist. Durch Zufall kam sie in diese günstige Lage. Sie profitiert vor allem von der intensiven Nachmittags- und Abendsonne. 30 bis 50m liegt sie über der Talsohle.



Während 8 Jahren wohnten wir im Dorf auf 705 m in der Talsohle.

Seit 2 Jahren wohnen wir in der Bauzone auf 740 m.

Zur Ermittlung der Luftwärme wurden die Monate Oktober bis April herangezogen. Es sind Monate, die um oder unter dem Jahresmittel von $5,4^{\circ}\text{C}$ liegen.

Jahre	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
Monate	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Okt.	7,0	6,5	6,2	4,5	5,1	2,0	4,4	6,5	6,6	6,5
Nov.	2,1	3,5	0,6	2,2	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,0
Dez.	-5,8	-3,0	-1,1	-3,2	-2,3	1,2	-3,5	-5,1	-2,0	0,1
Jan.	-3,1	-5,7	-2,1	-2,5	0,7	0,5	-1,5	-3,1	-3,6	-4,7
Febr.	-1,7	-3,3	0,1	-3,0	0,9	-1,3	-1,4	1,1	-2,4	0,4
März	-1,8	-3,1	2,7	-0,6	3,6	0,5	-0,6	3,4	1,6	3,3
April	2,9	7,5	4,5	2,4	4,3	4,1	3,9	3,3	3,6	4,1
+	12,0	17,5	14,1	9,1	16,2	9,8	8,7	15,6	13,2	15,4
-	-12,4	-15,1	-3,2	-9,3	-2,3	-1,3	-7,0	-8,2	-8,0	-4,7
Bilanz	-0,4	2,4	10,9	-0,2	13,9	8,5	1,7	7,4	5,2	10,7
	Tallage								Hanglage	

Positivbilanz Tallage: $44,2^{\circ}$

Hanglage: $15,9^{\circ}$

pro Jahr (7 Monate) : $5,5^{\circ}$

$7,9^{\circ}$

pro Monat : $0,8^{\circ}$

$1,1^{\circ}$

Die Differenz pro Heizperiode (7 Monate) macht $2,4^{\circ}$, pro Monat $0,3^{\circ}$ aus. Vorliegende Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie ist mit Vorsicht zu geniessen, denn es fallen z.B. keine so kalten Winterhalbjahre wie 1969/70 oder 1972/73 in die 2 letzten Beobachtungsjahre. Vorzüge der Hanglage:

1. In der Tallage sind die Tiefsttemperaturen im Winterhalbjahr oft um 3 bis 4° tiefer als am Hang. Dort machen sich bei Hochdrucklagen bis weit in die Nacht hinein warme Fallwinde bemerkbar und verhindern ein starkes Absinken der Temperatur.

2. Der Kaltluftsee reicht 20 bis 30 m über die Talsohle, kommt also nicht bis an die Bauzone heran. Dies ist deutlich spürbar beim Abstieg ins Tal am Morgen oder am Reif, der unten anzutreffen ist, während oben Tau liegt.

3. Dank der WSW-Lage ist die Sonneneinstrahlung in der zweiten Tageshälfte bis in den Abend hinein stark. Deshalb liegen die Tagesmaxima im Sommer bei 18 Uhr, im Winter um 16 Uhr, also deutlich verspätet. Das wirkt sich auf die Nachttemperaturen aus (Messung um 21.30 Uhr).

Bisher habe ich nur einen Nachteil der Hanglage festgestellt: Bei starken Winden scheint es wegen der freien Lage viel kälter zu sein als im Tal, wo die Winkstärke dank der schützenden Häuser, Hügel und Wäldchen viel geringer erscheint.

Der Heizungsverbrauch in einem Einfamilienhaus an der Hanglage: Unser Haus wird elektrisch geheizt mit einer Zentralspeicheranlage. Es hat 4 Kessel zu 1000 l. Der Verbrauch kann in kWh anhand von täglichen Ablesungen am Zähler ermittelt werden, da nachts von 21 Uhr bis 6 Uhr früh bei Niedertarif aufgeheizt wird. Die Raumtemperatur beträgt in allen beheizten Räumen 18 bis 19° . Es werden 462 m^3 Raum beheizt. Das Haus ist oben ganz aus Holz konstruiert, mit 10 cm Vetroflex-Isolation, Aussen- und Innentäfer. Das Dach ist ebenfalls mit 10 cm-Isolation versehen. Der untere Teil ist doppelschalig gemauert, je 10 cm dick mit 5 cm Isolation dazwischen.

Zum Stromverbrauch:

Tages- mittel	Ver- brauch	Tm	V	Tm	V	Tm	V
6 ^o	85	1 ^o	127	-4 ^o	200	- 9 ^o	242
5 ^o	93	0 ^o	135	-5 ^o	208	-10 ^o	250
4 ^o	102	-1 ^o	165	-6 ^o	216	-11 ^o	258
3 ^o	110	-2 ^o	178	-7 ^o	225	-12 ^o	
2 ^o	119	-3 ^o	190	-8 ^o	233	-13 ^o	

Verbrauch in kWh

1. Sobald das Tagesmittel um 1^o kälter wird, nimmt der Verbrauch um 8 bis 9 kWh zu.

2. Das Umschalten von Uebergang auf Winter, d.h. von 2 bis 3 Kesseln auf alle 4 hat eine Zunahme von 22 kWh zur Folge.

3. Extreme Abweichungen:

-Bei starkem Westwind, bedecktem Himmel und Schneetreiben. 2. Febr. 78 statt 127 kWh bei +1^o 218 kWh. Kältefaktor. Mehrverbrauch 91 kWh.

-Sonne und Windstille bei grosser Kälte. 16. Jan. 79 bei -11^o statt 258 kWh 232 kWh. Minderverbrauch 26 kWh.

3. Einige Folgerungen

Die Wärmesummen deuten an, dass sonnseitige Hänge in der Raumplanung wenn irgendmöglich berücksichtigt werden müssen.

Dort können die Heizkosten infolge Wenigerverbrauch von Energie gesenkt werden, weil die mittlere Temperatur in der Heizperiode höher liegt. Auf eine Ueberschlagsrechnung verzichte ich.

Es bieten sich eher Möglichkeiten, Alternativenergien einzusetzen (Sonnenenergie). Zudem sind die flachen Gebiete für die Landwirte leichter zu bearbeiten. Es könnte sich in Zukunft rächen, wenn bedenkenlos Flachland eingezont und überbaut wird. In Notzeiten werden dadurch wertvolle, fruchtbare Kulturflächen verloren sein.

G. Thélin:

Nach Ihren Aussagen zum erhöhten Energieverbrauch bei Wind kann ich feststellen, dass ein Konflikt besteht zwischen der Forderung nach einer besseren Durchlüftung (vergl. Referat Weischet) und der Forderung nach minimalem Energieverbrauch.

A. Bernasconi:

Der erhöhte Energieverbrauch kommt nur bei extremen Wetterlagen (bedeckt, Windstärke 5 - 6 aus W, Schneetreiben) zustande. Zudem liegt die Bauzone in einer dem Westwind stark ausgesetzten Gebiet, das nicht mit anderen verglichen werden kann. Weiter kann die "Durchlüftung" durch geeignete Bepflanzung gebremst werden, was wir in unserem Falle bereits getan haben.

H. Schirmer:

Zur Frage, ob der höhere Energiebedarf auf der Talsohle durch die grössere Durchlüftung am Hang oberhalb des Kaltluftsees ausgeglichen wird, ist zu bemerken, dass die Durchlüftung bioklimatisch sehr günstig ist und man durch entsprechenden Windschutz die Wärmeverluste durch Wind wesentlich mindern kann.

M. Ischi:

Bei gleicher Eignung bezüglich Exposition und Neigung für Bauen und Landwirtschaft ist der Planer um Informationen vom Klimafachmann dankbar. Dadurch lassen sich eventuell Unterschiede zwischen den beiden Nutzungseignungen feststellen.

B. Messerli:

Sehen Sie die Möglichkeit, Gemeindebehörden in ländlichen Räumen in ihren Entscheidungen mit Ueberlegungen zu beeinflussen, wie sie von Ihnen in ausgezeichneter Weise in Wyssachen gemacht wurden (z.B. Ausscheidung von Bauzonen)?

A. Bernasconi:

Sicher. Es sollten alle Möglichkeiten wahrgenommen werden, klimatologische Beobachtungen, Arbeiten und Erhebungen zu veröffentlichen in der Tagespresse, in Berichten, wenn möglich in Richtlinien. "Steter Tropfen höhlt den Stein". Das gilt bestimmt auch für dieses Anliegen. Die Verantwortlichen werden dadurch hellhöriger und werden diesen Punkten vermehrt Beachtung schenken.

Möglichkeiten und Erfolgchancen für die Anwendung von klimatologischen Überlegungen

Werner Spring, Thun

1. Überblick

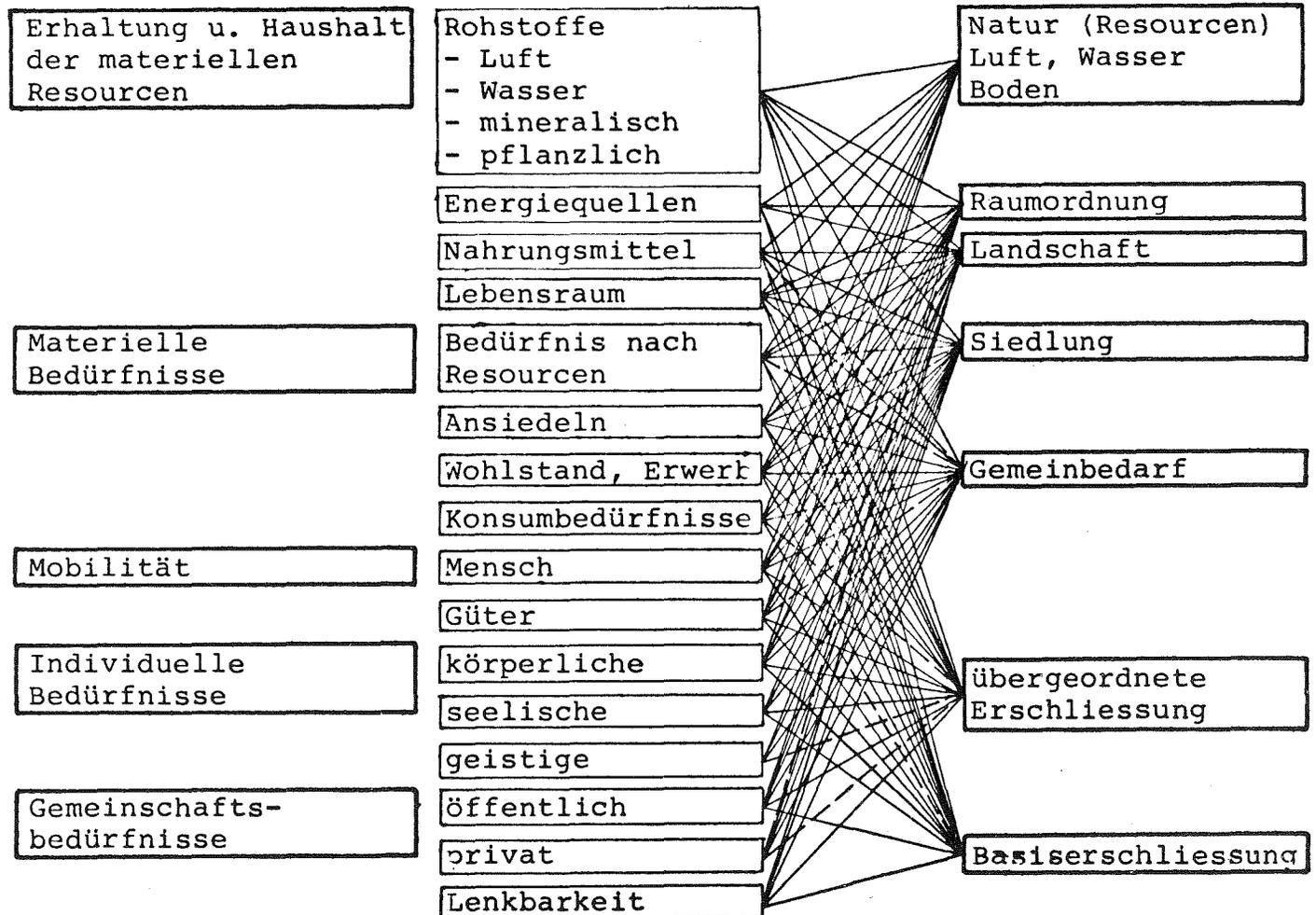
Der Bereich der Raumplanung kann systemtechnisch betrachtet in das Wohlfahrts- und das Raumordnungssystem aufgeteilt werden. Das erstere soll als Lenksystem, das zweite als gelenktes System aufgefasst werden, etwas das leider in der Praxis verkehrt wird mit den entsprechenden nachteiligen Folgen. So wird z.B. über Strassenbauten und -führungen gestritten ohne dass zuvor die effektiven Bedürfnisse der Mobilität von Menschen und Güter, der Haushalt mit der Luft, die max. zulässigen Schadstoffemissionen und Werte im Bereich des Wohlfahrtssystems abgeklärt werden. Erst daraus ergibt sich der zulässige Lösungsraum für die Raumordnungselemente wie Strassenanlagen, Industriesiedlungen usw.

Wohlfahrtssystem (Lenksystem)

Wohlfahrtselemente oder Lebensqualitäten

Raumordnungssystem (gelenktes System)

Elemente der Raumordnung, Ausstattung Ausrüstung und Erschliessung



Daraus ist ersichtlich, dass beide Systeme aufgegliedert werden müssen bis zu direkt messbaren Kriterien oder messbaren Indikatoren wie z.B. max. zulässiger Schadstoffgehalt der Luft als Kriterium des Wohlfahrtssystems ergibt die max. zulässige Schadstoffemissionen für die vorgesehenen Nutzungen und Verkehrsanlagen als ein Kriterium des Raumordnungssystems.

2. Planungstechnik

2.1 Raumplanungs-Operationen

Die Raumplanung im eigentlichen Sinne ist räumliche Zuordnung und Verteilung von Nachfragen zu Angebotsstandorten (Allokation) und deren Optimierung.

Trotz dieser einfachen Formulierung erfordert die Raumplanung jedoch z.T. recht aufwendige Operationen, da die Bedürfnisse in einem bestimmten Raum nicht nach absoluten sondern nach den relativen Eignungswertungen innerhalb des Planungsgebietes und nicht nur für eine, sondern für mehrere Nutzungen erfüllt werden müssen.

2.2 Nachfrage

Die Nachfragen umfassen die Erhaltung der Ressourcen Luft, Wasser und Land sowie die Bedürfnisse Wohnen, Arbeiten, Erwerb, Konsum, Mobilität, Bildung, Fürsorge, Erholung, techn. Verteilung der Ressourcen, Umweltschutz und Gemeinschaftsbildung. Die systematische Gliederung der Nachfrage ergibt ein ungewichtetes Zielsystem.

Die Gewichtung der einzelnen Nachfragen ist abhängig vom Vorhandensein, d.h. vom Haushalt mit den natürlichen Ressourcen Luft inkl. Klima, Wasser und Land. Der Bedarf an Wohnplatz mit allen Teilbedürfnissen z.B. wird weniger wichtig, wenn die Luft ausgeht, d.h. im Rahmen unserer Betrachtungen das Klima sehr stark verschlechtert wird.

Diese Ueberlegung kann und muss bei der Gewichtung von Zielkriterien zur Beurteilung von alternativen Raumzuordnungen berücksichtigt werden. Vorab ist aber die Erhaltung der Ressourcen ein Postulat, das auf der höchsten Ebene der praktischen Raumplanung und Raumplanungspolitik berücksichtigt werden muss.

2.3 Raumangebot

Das Raumangebot ist von den natürlichen Gegebenheiten wie z.B. die nutzbaren Mengen und Eigenschaften von Luft, Wasser und Boden, den technischen Ausrüstungen für öffentliche Ausstattung, Verkehr, Ver- und Entsorgung sowie den Beanspruchungen und Emissionen der bereits vorhandenen Nutzungen abhängig.

Das Klima ist somit ein Nachfrage- wie auch ein Angebotselement in der Raumplanung.

Beeinflussung des räumlichen Angebotes durch das Klima

Für die Erfassung des räumlichen Angebotes müssen die lokalisierten Eigenschaften des Planungsgebietes erfasst werden. Diese Eigenschaften können in 9 Klassen wie z.B. Natur, Raumordnung, Landschaftsnutzung, Siedlung, Erschliessung usw. aufgeteilt und weiter unterteilt werden bis zu messbaren Kriterien wie z.B. E/Flächeneinheit, Nettobauflächen, Bruttogeschossflächen pro Einwohner oder Arbeitsplatz, Gesamthaft, Verhältnisse untereinander und zur Gesamtfläche, Schadstoffemissionen usw. Gesamthaft sind ca. 500 Standortseigenschaften mehr oder weniger gebräuchlich.

Bei dieser Detaillierung ergeben sich für das Klima etwa folgende Kriterien, die definiert, wertmässig festgelegt und gesetzlich gesichert werden sollten:

Lufthülle (Atmosphäre)

Messwerte

Schadstoffgehalt	Staub	mg/m ³	
	Blei	mg/m ³	
	Schwefeldioxid	ppm	
	Stickstoffdioxid	ppm	
	Kohlenmonoxid	ppm	
	Formaldehyd	ppm	
	Kohlenwasserstoff	ppm	
Lärm	Lärmpegel	dB 1)	
	Frequenzspektrum	Hz	
	Geräushdauer	h	
	Häufigkeit	pro h	
Klima	Abstand von Lärmquelle	m	
	Besonnung	eff. Sonnenscheindauer (mittlerer Wintertag)	h
	Nebel	Nebelhäufigkeit (Tg)	Tg/J
	Temperatur-Inversion	Inversionshäufigkeit (Tg)	Tg/J
	Windverhältnisse	Richtung NSOW	
		Stärke m/sec	m/sec
		Häufigkeit	Tg/J
	Niederschläge	Menge cm/Jahr	cm/J
		Spitzen cm/Tg	cm/Tg

Daraus geht hervor, dass für die Berücksichtigung der Klimaeigenschaften des Raumes die Erfassung sowohl deren Absolutwerte und deren relative Rangierung im Untersuchungsgebiet erforderlich sind. Damit ist auch ersichtlich, dass abgesehen von Sonderfällen das Klima des ganzen Planungsraumes untersucht werden muss.

1) Bereits festgelegt in der Bauverordnung des Kantons Bern vom 26. November 1970

2.4 Abgrenzung zwischen Raumplanung und Sachplanung

Allokationsoperationen in grossem Umfange sind in der übernutzten und stark belasteten Schweiz nicht mehr möglich. Die heute und in naher Zukunft noch durchzuführenden kleinräumigen Nutzungsänderungen und Korrekturen sind trotzdem für die Erhaltung der Lebensqualitäten von grösster Bedeutung und sogar viel schwieriger in Form von Zonenplanänderungen mit Nutzungsreduktionen durchzuführen. Sie bedürfen demzufolge besondere Sorgfalt und erfordern auf jeden Fall die Berücksichtigung des Klimas.

Die Massnahmen zur Reinhaltung der Luft von Schadstoffen und Lärm, von Klimaverbesserungsmassnahmen überhaupt, sind nicht als Teile der Raumplanung zu betrachten, sondern sollten gleich behandelt werden wie die übrigen Sachplanungen, z.B. der Gewässerschutz. Die Möglichkeiten für Klimakorrektur- und Reinhaltungsmassnahmen, deren Realisierungschancen, Erfolg, Fristen und Kosten sind als Randbedingungen zu fixieren und mit den Raumplanungsmassnahmen zu koordinieren.

Vielfach müssen die negativen Auswirkungen von ungünstigen Nutzungssituationen u.a. auch das Klima korrigiert werden, da die bestehende Nutzung nicht geändert werden kann. Derartige Korrekturmassnahmen bedürfen des öfters eingehende klimatologische Untersuchungen zur Bestimmung und Begründung der Massnahmen.

3. Anwendung von klimatologischen Ueberlegungen bis heute

Dieser Ist-Zustand wird durch die nachstehenden Beispiele geschildert.

3.1 Regionalplanung Thun

Grundlagen und Daten:

- Atlas der Schweiz
- Jahrbücher der meteorologischen Anstalt
- Beobachtung und Daten über Temperaturinversionen von Dr. Niklaus
- Eigene Beobachtungen von Nebellagen, Dunst, dokumentiert durch die Fotos.

Daraus gefolgerte Randbedingung für die Anordnung von Baugebieten jeglicher Art:

Keine weiteren Ueberbauungen mehr entlang der Aare.

Rechtliche Durchsetzung: Nicht möglich

Feststellung bei Bauten des Bundes: Die Auswirkungen von Ueberbauungen im Aarebereich werden bei einigen Neubauten durch die Wahl von elektrischer Heizung usw. zumindestens wesentlich gemildert.

3.2 Führung einer Hauptverkehrsstrasse durch übriges Gemeindegebiet zwischen zwei Siedlungen

Vom Standpunkt des Verkehrs ist in diesem Falle die Hauptverkehrsstrasse unbedingt erforderlich. Die betroffene Gemeinde bezeichnet das hierfür beanspruchte Land im übrigen Gemeindegebiet als "grüne Lunge".

Bange Fragen des Regionalplaners:

- Was wird darunter verstanden? Reinigung der Luft und Produktion von Sauerstoff?
- Ist das tatsächlich eine grüne Lunge in diesem Sinne?
- Muss ein Tunnel befürwortet werden?
- Oder muss gar das ganze Verkehrskonzept geändert werden?

3.3 Verhinderung von Bauten an exponierten Stellen

Die klimatologischen Ueberlegungen konnten zu wenig begründet werden und demzufolge die Bauten nur teilweise mit anderen Begründungen verhindert werden.

3.4 Gutachten über Einzonungsansprüche

Grundlagen und Daten:

- Der Aaregraben nördlich von Bern
Eine klimatische Untersuchung als Planungsgrundlage, W. Mathys, R. Maurer, Geographisches Institut der Uni Bern, Beitrag 8

Anwendungen:

Gutachten nördlich von Bern:

Signifikante Stellen aus Beitrag 8 zitiert

"Erfolg" dieser Feststellungen beim Gericht: Urteile stehen noch aus. Für ein anderes Gutachten lagen keine derartigen Unterlagen vor. Hier mussten eigene Untersuchungen gemacht werden, die sich aus Zeit- und Kostengründen nur auf einen Klimafaktor, die Besonnung beschränkte. Auch hier steht der Entscheid noch aus. Als gewichtigste Eignung wird wahrscheinlich die bereits vorhandene Erschliessung zählen.

4. M ö g l i c h k e i t e n v o n k l i m a t o l o g i s c h e n B e d i n g u n g e n

4.1 Dichteproblem

Je dichter die Besiedlung, je intensiver die Aktivitäten und Nutzungen, je gravierender sind die klimatischen Folgen. Dieser direkten Proportionalität von Ursache und Wirkung muss zu viel grösserer Beachtung verholfen werden.

4.2 Analogie Gewässerschutz

Klare, gesetzlich einwandfrei verankerte Zielsetzung.

4.3 Indikatoren zur laufenden Raubeobachtung des Bundesraumordnungsprogrammes in der BRD

Verbrauch fossiler Energieträger/km²

SO₂-Emission/km²

Anzahl Kfz/km²

Flächen mit Staubbiederschlag über Grenzwert ... g · m⁻¹ · d⁻¹/Fläche insgesamt

Flächen/Messtationen mit SO₂-Emissions-Konzentration ... mg/m³/Fläche/Messtation insgesamt

Anzahl der Messtationen mit CO-Em. Konzentration von Grenzwert ... mg/m³/

Anzahl Messtationen insgesamt

Strassenabschnitte mit Schallemissionen mit mehr als ... dB (A)/Strassen-netz (Länge) insgesamt

Lärmbereiche in km² der Flugrouten und -häfen.

4.4 Berücksichtigung der Klimaeigenschaften beim Zuordnungsprozess

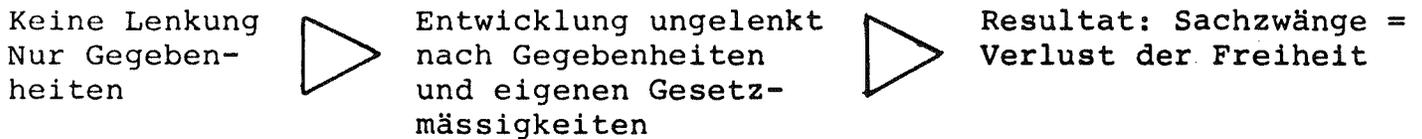
Für die Nutzungsänderungen müssen vorerst die Probleme definiert werden. Wie in allen Bereichen, so ist auch im Bereich Klima hierfür die Differenz Soll - Ist/Wirdwert zu bestimmen. Der Bestimmung, Begründung und rechtlichen Fixierung von Sollwerten von Klimaeigenschaften mit entsprechenden, auf die lokalen Verhältnisse abgestimmten Toleranz kommt somit für die konkrete Berücksichtigung des Klimas in der Raumplanung entscheidende Bedeutung zu.

Die eigenen Erfahrungen mit der Berücksichtigung von Erschliessungswerten bei Allokationsoperationen bestätigen die Möglichkeit, auch Klimadaten mit entsprechender Wertung berücksichtigen zu können.

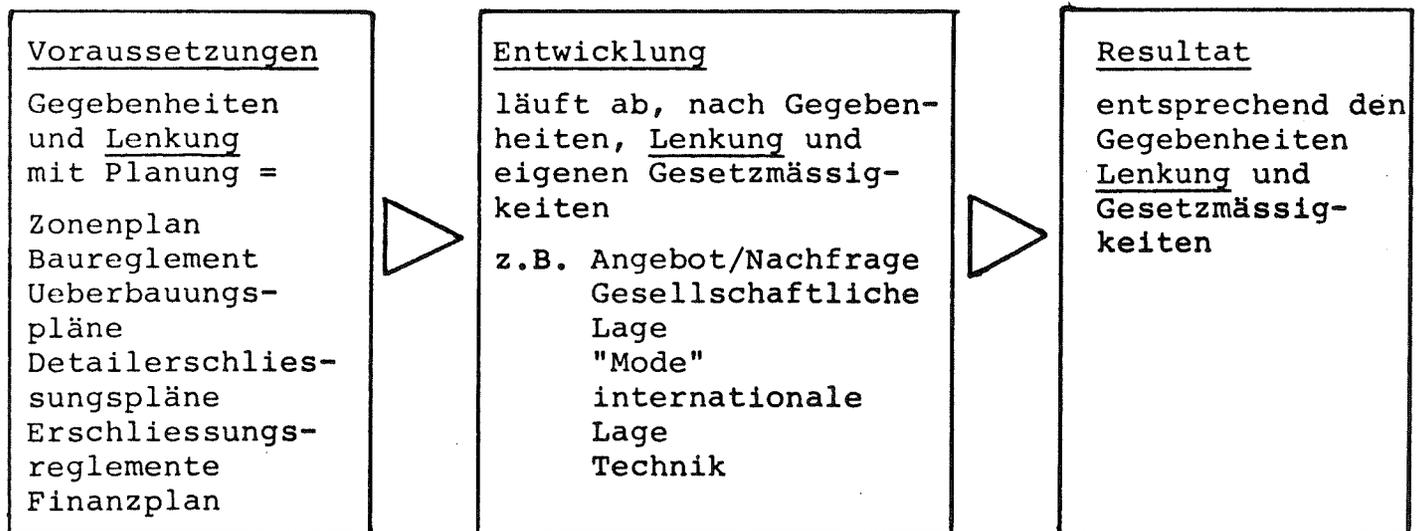
5. F r e i h e i t d u r c h P l a n u n g

Was für die Planung gilt, ist auch für den Umweltschutz im Bereich Klima zu beachten: Die Auswirkungen sind kaum mehr zu beeinflussen. Eine verantwortungsvolle frei gewählte Vorsorge bedeutet viel mehr Freiheit als deren Unterlassung mit den negativen Folgen.

Fall A: Entwicklung ohne Planung



Fall B: Geplante Entwicklung



Maximum von Freiheit

=

Lenkung durch Festlegung der Voraussetzungen

B. Messerli:

Aus der Sicht der Klimatologie haben wir im Moment Schwierigkeiten, Ihnen mit Grenz- und Schwellenwerten, mit einfachen und zwingenden Daten und Regeln zu helfen, die ökologischen Belange in der Raumplanung durchzusetzen. Können Sie aus Ihrer Erfahrung uns helfen, in welcher Richtung diese Daten zu beschaffen oder nötigenfalls neue Methoden zu entwickeln oder spezielle Forschungen anzusetzen sind?

W. Spring:

Mit Ausnahme der Inversionslagen sind genügend messbare Daten definiert. Vgl. E. Grandjean u. A. Gilgen: Umwelthygiene in der Raumplanung (Ott-Verlag), z.B. Schadstoffgehalte der Luft: Gemessene Werte, Grenzwerte für Jahresmittel und Kurzzeit oder VDI-Schriften über Reinhaltung der Luft (VDI 1972 u. 1974). Ueber Lärm eine Unmenge von Messungen. Wir haben selbst in Ortsplanungen bereits Lärmkarten für die Begründung von Zonenänderungen berücksichtigt. Grenzwerte in Bauverordnungen des Kantons Bern 1970 Art. 87. Lärmkarten: Autobahnamt Kanton Bern. Besonnung: Daten gemäss Grandjean u. Gilgen (siehe oben) und insbesondere Mathys u. Wanner Uni Bern 1975, Beitrag Nr. 5 1975. Inversion: Uni Bern Beitrag Nr. 8 1974, Werte für Winterhalbjahr, mittlerer Wintertag. Ueber Windverhältnisse weiss ich wenig. Datenangaben in Karten 1 : 25 000 - 1 : 100 000. Gut verteiltes Mess-Stationen-Netz. Daten müssen systematisch, allgemein anerkannt sein und gesetzlich verankert sein. Bereich mind. Grösse der Schweiz.

W. Weischet:

Die Feststellung von Herrn Spring, dass mit dem Schlagwort von der "Grünen Lunge" erfolgreich operiert worden sei, wenngleich niemand genau sagen könne, was darunter eigentlich zu verstehen sei, veranlasst mich zu folgender Bemerkung: Wir Klimatologen dürfen uns nicht auf die Erarbeitung diffiziler und komplizierter Zusammenhänge und Informationen beschränken; wir benötigen auch Schlagworte, welche die Aufmerksamkeit erregen oder für sich gewinnend wirken. Wir sollten aber den Beweis mit exakten Werten immer in der Hinterhand haben.

W. Spring:

Schlagworte genau definieren und beschreiben, wie diese Werte in der Realität gemessen werden können.

z.B. 1 ha Wiesland produziert pro Tag x m³ Sauerstoff, entfernt x t Schadstoffe
 1 PW produziert bei 1 km Fahrt i.M. x t³ Schadstoffe, verbraucht x m³ O₂.

H. Schirmer:

Der Hinweis auf die fehlenden Klima-Indikatoren für die Qualität der Umwelt und die Schaffung entsprechender "Lösungsvorschläge" wird voll unterstrichen. Dieses wichtige Problem sollte möglichst bald durch eine kleine Arbeitsgruppe (Planer/Klimatologen) in Angriff genommen werden, damit Lösungsvorschläge vorgelegt werden können.

W. Spring:

Schon heute sind sehr viele Kriterien und Indikatoren für den Zustand der Luft und des Klimas definiert, so dass eher die Qual der Wahl besteht. Im Bereich Umweltschutz gibt es bereits viele Daten über Lärm- und Luftverschmutzung. Diese Kriterien und Indikatoren müssen systematisch geordnet werden. Erst dann sind Grenzwerte, laufende Beobachtungen und Vorschläge für gesetzliche Verankerung auszuarbeiten. Regeln der Klimatologen an Raumplaner: Auswirkungen von bestimmten Nutzungen. Der Raumplaner sollte methodisch in der Lage sein, diese Auswirkungen bei den Nutzungsanordnungen zu berücksichtigen.

QUELQUES TYPES DE DISTRIBUTIONS STATISTIQUES
DE VARIABLES METEOROLOGIQUES
LEURS PRISES EN COMPTE DANS DES PERSPECTIVES D'EQUIPEMENT

Ch. P. PEGUY (Grenoble)

La terminologie dont il est fait usage dans ce rapport est empruntée à la tradition administrative française. La bibliographie est volontairement limitée à des travaux français. Parmi les mises au point récentes, on retiendra celle de J. TARLET (1) qui a distingué deux "types" de planification. Aucun de ces deux types ne satisfait le climatologue qui de façon jusqu'ici implicite a tenté d'y ajouter un troisième.

1.1. - La planification traditionnelle: les hypothèses de base en sont strictement "socio-économiques". Chaque opération y a en fait pour but la mise en équilibre d'un système ouvert à quatre éléments: population - logements - emplois - entreprises, les "facteurs naturels" n'étant étudiés, au mieux, que comme des facteurs externes. Le plus souvent, l'"aptitude des sites n'est étudiée que de manière secondaire, et quasiment in fine, pour préciser les modalités d'application des grandes lignes déjà fixées (et) non au niveau des choix fondamentaux" (TARLET, op. cit.).

1.2. - La planification "écologique": elle se propose d'intégrer l'analyse du milieu physique au plan d'aménagement, par une démarche analytique, parallèle à la démarche socio-économique qui reste bien entendu nécessaire, et indépendante de celle-ci. Le schéma d'aménagement résulte alors d'une confrontation entre la "demande d'espace" faite par les socio-économistes et une "offre d'espace", rationnellement établie par les écologistes. Dans les limites de

(1). TARLET (J.), Milieu naturel et aménagement. Les méthodes de la planification écologique. Ann. de géogr. 1977 p. 164-200.

cette définition, les méthodes le plus souvent préconisées, notamment par l'Américain I. MCHARG, ont déjà été plusieurs fois dénoncées comme inadéquates, le point le plus souvent critiqué étant le concept de "superposition" de critères jugés favorables ou défavorables (2). En fait, quoique le vocable d'"écosystème" ait été créé dès 1934, l'esprit d'une analyse systémique généralisée paraît rester encore étranger à la planification dite "écologique".

1.3. - Cette planification écologique ne satisfait pas pleinement le climatologue. Conçue par des naturalistes, éventuellement remaniée par des géomorphologues, elle repose sur une connaissance de l'environnement que l'on ramène à une dialectique de l'"équilibre" et de la "dynamique" (3), et dont l'expression de choix est la cartographie. Tout ceci prend le plus souvent très mal en compte le caractère aléatoire des phénomènes qui régissent le renouvellement des "Ressources Naturelles (dites) Renouvelables".

A côté de son objectif proprement technique qui est de présenter quelques graphismes exprimant des distributions de variables statistiques susceptibles d'être prises en compte dans des perspectives d'équipement, le présent rapport se propose de dégager la part que tient - ou ne tient pas - la climatologie dans les types de planification évoqués ci-dessus en § 1.1. et § 1.2., et d'établir celle qu'elle pourrait prendre dans un type de planification futur, faisant plus largement leurs parts aux phénomènes aléatoires, évoqués en § 1.3.

o o o o o

Une remarque préalable s'impose dans tous les cas: le choix des paramètres doit être adapté au but recherché. En ce qui concerne, par exemple, les précipitations, on peut disposer des hauteurs d'eau (en mm), du nombre de jours de précipitations, des durées totales de celles-ci. Si les hauteurs d'eau sont à retenir a priori pour dresser des "bilans", tel autre paramètre peut être préféré dans d'autres perspectives. L'aménageur "touristique" s'intéressera ainsi surtout aux durées des précipitations, et si possible aux seules durées des précipitations tombées durant le jour. Ces durées des précipitations seront éventuelle-

 (2). "Une somme n'est pas une intégrale, encore moins une fonction" (J. TRICART in Ecodynamique et aménagement. Revue de géomorph. dynamique, 1976/1, p. 19-32.

(3). "La cartographie de l'environnement doit donc aider à saisir et à jauger des phénomènes de corrélation et de potentialité, mais être également attentive à la tendance de l'évolution des composants". (A. JOURNAUX. Notice de la Carte de l'Environnement de la région d'Alençon, 1976)

ment mises en balance avec l'insolation (4), tandis que les ingénieurs de la voirie s'intéresseront aux précipitations de pointe devant être évacuées par les égouts. Dans certains cas (tel ce dernier), la variable sera un véritable paramètre physique, dans d'autres un simple "indicateur" répondant au but poursuivi. Une difficulté provient enfin souvent de la trop brève durée des chroniques offertes par certains paramètres (ou indicateurs). Il faut dans ce cas établir, d'après les années communes, les régressions permettant d'utiliser au mieux les variables offrant les plus longues séries. Un cas classique est offert par l'étude du rayonnement solaire: celui-ci n'étant mesuré qu'en de rares points et n'offrant que des séries très courtes, on y suppléera par une analyse spatio-temporelle approfondie des durées d'insolation.

Parfois, ce ne seront pas des valeurs individuelles de la variable qui retiendront l'attention, mais sa structure temporelle: si une région de montagne compte "en moyenne" 15 jours de pluie pendant un mois d'été, il ne sera pas indifférent de connaître s'il y pleut "un jour sur deux" - disons, schématiquement, chaque jour pair - ou si les jours de pluie tendent au contraire à se grouper en des séquences moins nombreuses de trois à quatre jours consécutifs chacune. Dans le premier cas, le foin ne séchera pas; dans le second, il séchera pendant les intervalles séparant les séquences pluvieuses. Dans un ordre d'idées voisin, ce sont, l'hiver, les plus forts totaux de chutes de neige en trois ou quatre jours consécutifs qui sont le plus préjudiciables à bien des égards (surcharges des toits, difficultés de déblaiement de la voirie). On pourrait multiplier les exemples montrant l'intérêt que présente l'étude de la persistance d'un phénomène et des séquences de jours consécutifs présentant une telle persistance pour un ou plusieurs caractères du temps.

Ces remarques faites, revenons à nos trois types d'études d'aménagement.

2.1. - Dans la planification traditionnelle, il serait à peine exagéré de dire que la part faite aux facteurs physiques est, à la limite, nulle, en vertu de cet axiome que l'homme maîtrise de plus en plus la nature. Les exemples les plus frappants sont à prendre sans doute dans l'agriculture.

Dans nos régions, on citera évidemment d'abord le maïs, auquel les efforts de la génétique ont permis ces dernières

(4). D'après R. CLAUSSE, une heure de précipitation efface dans l'esprit du touriste le souvenir d'environ cinq heures de soleil, d'où possibilité de formules "compréhensives" intégrant ces deux facteurs de durée. (CLAUSSE, R. et GUEROUT, A. La durée des précipitations, indice climatique ou élément de climatologie touristique. La Météorologie 1955, p. 1-9).

décennies à la fois de remonter en latitude et de gagner du terrain dans la zone intertropicale. Cette céréale a donc cessé, au moins au niveau des moyennes thermiques, de constituer aujourd'hui un réactif climatique. A une échelle d'ordre inférieur, l'on citera les vergers, longtemps confinés dans des sites d'abris sur des coteaux - c'était le cas, notamment, des pêcheurs dans la région du Rhône moyen (5) - et descendus depuis deux ou trois générations dans les plaines voisines, jadis jugées inaptes à l'arboriculture. Le paysage humain présenté par D. FAUCHER dans sa thèse (6) comme parfaitement adapté au milieu naturel s'est ainsi radicalement transformé sans que l'on puisse admettre que ce milieu se soit transformé pour autant. De telles observations condamnent un déterminisme strict. "Des techniques culturelles nouvelles: choix des variétés, taille appropriée, irrigation, ont pu transformer les possibilités d'exploitation des caractères climatiques du milieu naturel (P. DUBESSET, op. cit.). Dans le domaine de l'habitat et des transports, il faudrait évoquer toute la mise en valeur de l'Arctique, canadien ou soviétique. Il est remarquable que jusque vers les années 1965-1970, l'opinion généralement admise était que "le progrès continu des techniques devait libérer progressivement l'homme des contraintes naturelles"(7). Dans de telles perspectives, rien d'étonnant à ce que la planification à long terme se soit bornée à ne prendre en compte que les seules données socio-économiques. Tout au plus, certains faits physiques étaient-ils retenus en fin d'opération (ouvrages de correction torrentielle, ou plus modestement, normes à appliquer dans le bâtiment en fonction des conditions climatiques). Tout ceci étant des opérations ponctuelles, alors que "le schéma d'ensemble aura été mené du début jusqu'à la fin selon une rationalité purement économique" (J. TARLET, op.cit.).

Un exemple inverse est cependant offert par le cas du tourisme et du climatisme. Loin d'être ignoré, ou maîtrisé, le cadre physique constitue ici un apport positif à l'économie, soigneusement mis en valeur par le matériel publicitaire. Toutefois, l'information dans ce domaine manque encore souvent d'objectivité (8).

(5). DUBESSET (P.), Choix agricoles et climat dans la région du Rhône moyen. Rev. de géogr. de Lyon. 1972 pp. 137-165, 297-326, 335-359, notamment p. 316 sqq.

(6). FAUCHER (D.), Plaines et bassins du Rhône moyen entre Bas Dauphiné et Provence (thèse Lettres, Grenoble), 670 p. Valence, 1927.

(7). PEGUY (Ch.P.), Ordre et désordre des climats. L'Espace géographique, 1979/1, p. 5-14. Voir p. 12. - L'affaire du Sahel, de 1969 à 1973, puis la crise de l'énergie, devaient essentiellement contribuer à ramener les milieux scientifiques à une plus juste estimation des "moyens" humains...

(8). BESANCENOT (J.P.), MOUNIER (J.), de LAVENNE (F.), Les conditions climatiques du tourisme littoral: une méthode de recherche compréhensive. Norois 1978 (99) p. 285-289.

2.2. - La planification écologique introduit déjà dans le projet les facteurs physiques d'une façon plus logique, mais pour autant qu'on en puisse juger, la place de la climatologie reste souvent subordonnée. Elle néglige par exemple ce fait qu'un progrès technique peut entraîner des substitutions de contraintes: dans le cas du maïs que nous avons évoqué la température a certes cessé d'être un "facteur limitant" dans la plus grande partie de l'Europe, mais (nous reviendrons sur ce point) il y a eu déplacement des contraintes du côté des besoins en eau. Surtout, les travaux des écologistes ne dépassent pas encore aujourd'hui, le plus souvent, la seule considération des moyennes climatiques. Celles-ci suffisent effectivement souvent à rendre compte de façon acceptable de l'équilibre des milieux naturels. Toute une école de botanistes a ainsi rapproché les Cartes de la végétation de celles de "bioclimats" conçus presque exclusivement sur la base de moyennes pluviothermiques (EMBERGER, GAUSSEN). Mais dès que l'on aborde les problèmes économiques, les moyennes deviennent des références abstraites insuffisantes pour le planificateur et trompeuses pour l'utilisateur: c'est que, pour l'économiste, le climat n'a de sens que s'il est posé en termes de fréquences.

Sans doute, dans certains cas, la planification écologique paraît-elle se dégager des moyennes pour introduire la notion de "risque" - risque de "gel tardif", par exemple -. Mais chacun de ces risques sont alors considérés comme des caractères supplémentaires, et non reliés à la variable principale (la température en ce qui concerne le gel). Et cette étude empirique de quelques risques laisse dans l'ombre l'ensemble de la distribution, c'est à dire les fréquences offertes par toutes les réalités successives du climat.

2.3. - La prise en compte intégrale des variables aléatoires dans des perspectives d'aménagement peut être "monovariée" (une seule variable en un seul site) ou "multivariée" (plusieurs variables en un point, ou la même en tenant compte de sa distribution spatiale, ce qui permet de déboucher éventuellement sur une cartographie). L'analyse peut en être éventuellement poussée jusqu'à la mise en oeuvre de processus stochastiques. Dès 1969, LOBERT et DAUTY (9) ont montré qu'il était théoriquement possible de "reconstruire" par une technique probabiliste la structure temporelle des variables observées, "méthode puissante pour tirer toute l'information d'une série de données" (op.cit. p. 289) (10).

(9) LOBERT (A.), DAUTY (J.), Détermination des lois de probabilités des intensités et des durées des épisodes pluvieux, des sécheresses et des gelées. Bull. Techn. Inform. Minis. Agricult. n° 238 (1969) p. 285-289.

(10). "Sous réserve d'une schématisation assez évidente, l'in-

2.3.1. - Les graphismes applicables aux distributions monovariées sont les histogrammes, les courbes de fréquences cumulées, les courbes de concentration (11): La variation de ces fréquences selon un cycle annuel s'exprime par des graphiques de régimes probables ou des "calendriers de probabilités"(12). Ceux-ci comportent un axe des abscisses gradué en temps, du début à la fin d'une année de 365 jours, et un axe des ordonnées gradué en probabilités, selon une échelle généralement gaussienne. Un réseau de courbes cotées figure des valeurs conventionnellement définies de la variable. Sur une telle figure, une série de "coupes" horizontales expriment les régimes probables de la variable pour des probabilités données - quintiles, médianes, etc...- tandis que des sections perpendiculaires aux précédentes donnent les diverses probabilités qu'un seuil donné de la variable soit non-atteint, ou dépassé, pour une date déterminée.

Les principaux domaines auxquels ont été appliqués les calendriers de probabilités ont été les durées journalières d'insolation (13), les différents éléments du bilan de l'eau (précipitations, évapotranspiration, etc..) l'évolution du manteau neigeux. Dans le cas où les données ont été au préalable totalisées sur plusieurs jours consécutifs (décades, mois, etc...) cette durée constitue le champ du calendrier, le décalage entre les dates initiales

 t.érêt de cette théorie est de permettre, à partir de variables élémentaires (hauteurs de pluie en 24 heures, températures quotidiennes, présence ou absence de pluie), de déduire pratiquement toutes les lois des variables composées: pluies cumulées de t jours consécutifs..., pluie maximale en 24 heures..., nombre et durée des sécheresses..., nombre de jours de pluie..., nombre et intensité des gelées, températures cumulées" (Op, cit. p. 286). - Conception séduisante pour son degré de généralisation, mais qui dix ans plus tard se heurte encore à certaines difficultés théoriques surtout quand il s'agit de prendre en compte le rythme saisonnier.

(11). La courbe des fréquences cumulées du nombre de jours de précipitation indique le nombre de jours de précipitation recevant en année moyenne, par exemple, plus de 30, 40, 50... mm/24 h. La courbe de concentration indique le pourcentage que les sommes des totaux journaliers supérieurs à ces seuils représentent dans les totaux annuels.

(12). PEGUY (Ch.P.), Une nouvelle expression graphique de la variabilité interannuelle des climats: les calendriers de probabilités. Bull. Assoc. de géogr. franç. n° 431-432 (1976)p. 5-16.

(13). Elles sont remarquables au point de vue pédagogique par leurs histogrammes en forme de "U" dissymétriques. Les moyennes arithmétiques de ces durées d'insolation journalières correspondent ainsi le plus souvent aux valeurs les moins fréquentes de la série.

de deux totaux consécutifs en constituant le pas. Des programmes de dessin automatique ont été mis au point permettant de tracer toutes ces figures, au départ d'une banque de données quotidiennes, pour des champs et des pas quelconques.

Ces techniques d'analyse fréquentielle monovariable, qui représentent assurément un gain considérable sur les descriptions climatiques d'il y a seulement trente ans, ne résolvent pas tous les problèmes, et ne les posent même pas tous correctement. On doit se rappeler, en particulier, que les calendriers de probabilités donnent "indépendamment l'une de l'autre les fréquences d'apparition d'un état, ou de dépassement d'un seuil à une date donnée, ou de disparition à une autre date, mais sans apporter aucune information sur les probabilités de durée de cet état, ou de dépassement de ce seuil"(14): si par exemple sur tel secteur de la plaine russe le manteau neigeux s'établit une année sur deux le 15 décembre pour achever de fondre une année sur deux le 15 avril, il ne s'ensuit nullement que la valeur médiane de la durée de ce manteau y soit de quatre mois. Attention aux fautes de logique dans ces domaines! - Or, la connaissance des probabilités de durée d'une période défavorable, ou potentiellement favorable à l'économie est fondamentale dans de nombreux cas. Prenons le tourisme: la Bretagne est pratiquement assurée d'avoir chaque été six semaines de climat acceptable pour le vacancier. Les deux mois seront assurés trois années sur quatre, au moins sur le littoral méridional. Mais de belles périodes plus longues deviennent rarissimes, alors que septembre reste encore beau en Méditerranée. Depuis les années 30, le climat de la Bretagne n'a pas changé; mais cette région se trouve particulièrement désarmée devant ce phénomène social qu'est l'étalement des congés. Des constatations d'un ordre voisin pourraient s'appliquer aux sports d'hiver, l'équipement de plus en plus coûteux des stations exigeant que leur rentabilité s'étale sur des "saisons" de plus en plus longues.

L'examen concret des processus montre par ailleurs que, souvent, des faits successifs se conditionnent les uns les autres, ce qui exige de pousser l'interprétation économique du climat à un certain niveau de finesse. Les deux exemples qui suivent vont être cette fois empruntés à la céréaliculture. - L'on sait que des hivers rigoureux offrent, entre autres risques, celui de faire geler en terre le blé. Le remède - ou le palliatif - est de réensemencer en blé de printemps. Mais le cycle végétatif de celui-ci étant nettement décalé vers l'été, les effets d'une sécheresse estivale sont beaucoup plus à redouter. En 1956, la combinaison des froids intenses de février, auxquels ne survécut pas le

(14). PEGUY (Ch.P.), Le climat du Monétier et de Briançon: recherches méthodologiques et actualisation des données. Univers. de Paris VII. Tvx du Labor. de Géogr. Phys. n° 5/2 (1978) p. 1-52
Texte cité p. 21.

blé d'hiver, et de précipitations insuffisantes en juillet, nocives aux blés de printemps, fit chuter de 75 % par rapport à la normale la production de blé du département de la Drôme. En fait, une succession d'épisodes pluvieux abondants avaient fait place, cette année là, dès la mi-juin, à une sécheresse de fréquence quinquennale. A Montélimar, la période allant du 17 juin au 8 août ne totalisa que 14 mm et l'on compta 23 jours consécutifs sans pluie du 25 juin au 17 juillet. La faible aptitude céréalière de la région de Valence résulte ainsi de la combinaison de deux risques (15): des hivers parfois continentaux et des étés parfois teintés de sécheresse méditerranéenne. - L'autre exemple, plus subtil, sera celui du choix d'une date optimale pour les semis du maïs. Trop précoce, le semis comporte des risques de germination difficile, sinon de gel; trop tardif, il peut faire souffrir la maturation d'une insuffisance thermique automnale, et limite en tous cas le choix des variétés à ensemercer. Mais surtout, la croissance du maïs comporte une "phase critique" due à ce fait qu'un décalage d'une douzaine de jours existe entre l'apparition des inflorescences mâles et la fécondation. Toute cause - telle que la sécheresse - qui ralentirait la croissance à ce moment entraînerait une grosse chute du rendement. Aussi nombre d'agriculteurs alsaciens (16) reculent-ils la date de leurs semences du maïs - thermiquement possible dès la fin d'avril - de près d'un mois, de façon à ce que cette période critique soit reportée en août, où les risques de sécheresse grave sont plus faibles qu'en juillet. Exemple complexe, qui fait prendre en considération les fréquences de deux variables différentes, avec un décalage dans le temps.

Pour permettre une meilleure prise en compte par l'aménageur de ce type de considérations, l'on peut penser que les techniques de simulation seront appelées à se développer. Ces techniques ont pour objet de "générer" des "séries" météorologiques pseudo-aléatoires de 100 ou 200 ans, respectant toutes les conditions déduites de l'observation quant aux probabilités marginales ou conditionnelles des variables, mais en éliminant par contre les tendances.

 (15). DUBESSET (P.), Op. cit. p. 314. Il faut ajouter, pour que l'analyse soit complète, que cette nuance "continentale" de cette plaine de Valence est par ailleurs insuffisante pour assurer l'établissement d'une couverture neigeuse protectrice. Cette couverture neigeuse avait fait son apparition, en 1956, dans les bassins plus élevés du Diois où le désastre céréalière fut de moindre ampleur

(16). GODARD (A.), La culture du maïs-grain en Alsace et en Bade du Sud: réactif du milieu naturel ou du milieu socio-économique? Rev. géogr. de l'Est., 1967, p. 3 - 166. - On notera encore que le maïs paraît avoir conservé de son origine subtropicale une mauvaise aptitude à supporter des journées d'été trop longues. C'est là le type du facteur purement cosmique qu'il convient de dissocier des facteurs thermiques.

2.3.2. - Les études faites sur la covariation spatiale entre deux variables météorologiques montrent que celles-ci sont très généralement structurées. Il existe des axes privilégiés, souvent liés aux grandes orientations du relief; d'autre part "les groupement de stations par sites (priment) les simples relations de voisinage purement isotropiques" (17). La question d'échelle (ou plus précisément la prise en compte du rapport des échelles espace/temps) devient fondamentale. Six ou sept fois par siècle, soit tous les quinze ans environ, l'un ou l'autre des fameux "torrents cévenols" sort de son lit, avec gros dégâts et morts d'hommes. Mais pour chacun d'eux pris isolément, le phénomène ne revient en moyenne que tous les 60 ans. Problème semblable de méthode au niveau des cultures: P. DUBESSET souligne le paradoxe, sinon l'apparente absurdité, de voir, d'après les documents les plus sérieux, "le gel de printemps frapper gravement les arbres fruitiers une année sur trois dans des régions où leur culture n'a pas cessé de se développer depuis trois décennies!" (18): questions de microclimats, ou de décalages, même légers, dans les stades phénologiques atteints par des individus pourtant voisins.

L'étude spatiale des conditions climatiques de l'aménagement débouche normalement sur la cartographie (19). On évoquera ici la très belle réalisation de la Délégation helvétique à l'aménagement du territoire: Carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse, Berne 1977, qu'il serait superflu de présenter ici en détail, mais dont on doit souligner en quelque sorte la "philosophie" qui marque un progrès considérable sur les conceptions de MCHARG rappelées au début de ce rapport. Derrière une certaine analogie formelle qui se manifeste, en fin d'opération, par la répartition de la surface à aménager en un nombre limité de "classes" (5 ou 6), se cache en fait une analyse fréquentielle empirique, mais complexe, d'après le nombre d'années par siècle jugées bonnes, moyennes, etc..., pour des cultures déterminées, d'après des critères climatiques annuels précis.

(17). PEGUY (Ch.P.), Voir ci-dessus note (7), op. cit. p. 12

(18). DUBESSET (P.), Op. cit., p. 322.

(19). L'aménageur dispose aussi de documents cartographiques dont il peut tirer profit, sans qu'ils aient été conçus spécialement sur sa demande. Pour la France: Carte Climatique Détaillée de la France au 1/250 000 (C.N.R.S. - Equipe de Recherche n° 30, Ophrys, Gap, Editeur. Sept coupures parues).

(20). Département Fédéral de Justice et Police. Bases pour l'aménagement du territoire. Cartes des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse, Berne, 1977.

2.3.3. - Les définitions du climat se sont faites rares dans la littérature récente. Nous avons proposé (1976) de définir la Climatologie appliquée par son but qui serait d'intégrer l'analyse spatiale des données météorologiques dans les projets d'organisation de l'espace géographique et dans le choix des systèmes de production de manière à MAXIMALISER A MOYEN TERME LES ESPERANCES MATHEMATIQUES GLOBALES DES PRODUCTIONS SOUMISES A DES CONTRAINTES METEOROLOGIQUES (21). On voit que les derniers exemples que nous avons évoqués répondent à cette définition, notamment en ce qui concerne l'agriculture.

2.3.4. - La notion d'intercorrélation spatiale conduit enfin ici (sans que cette généralisation doive être tenue pour évidente) au concept de systèmes spatiaux, dont le meilleur exemple est constitué par le bassin versant. Dès 1958, un document de la F.A.O. soulignait à la fois l'interrelation des phénomènes entre eux ("l'objectif de l'aménagement d'un bassin est de résoudre les problèmes de l'utilisation des terres et des eaux, non pas en fonction d'une seule ressource, mais en tenant compte du fait que toutes ces ressources sont interdépendantes, et doivent donc être considérées ensemble...") et de l'interrelation spatiale (La notion d'aménagement des bassins "englobe l'idée que ce qu'un homme fait à sa terre à l'intérieur du bassin a un effet considérable sur l'aménagement et la productivité de la terre de son voisin") (22). C'était là il y a vingt ans parler le langage systémique comme Monsieur Jourdain faisait de la prose...

° ° ° ° °

Une interprétation réellement satisfaisante de la variabilité interannuelle de tous les facteurs aléatoires intéressant l'aménageur devrait prendre en compte l'ensemble de ces considérations: nous sommes fort loin, comme on le voit, des quelques paramètres classiques implicitement présumés indépendants, définis par leurs moyennes et, au besoin, un unique paramètre de variabilité...

(21). Centre National de la Recherche Scientifique (France), E.R. n° 30, Rapport interne, septembre 1977.

(22). F.A.O. Aménagement des Bassins. Rapport n° 703, Rome, 1958.

A. Junod:

Ne faut-il pas ajouter aux objectifs de production de la climatologie appliquée que vous la définissez, ceux du bien-être humain, qui n'entrent pas nécessairement en conflit avec les premiers?

CH.P. Péguy:

Sans doute, mais il ne se trouve guère dans nos sociétés actuelles d'éléments du bien-être qui ne se trouve incorporé dans un circuit commercial.

B. Messerli:

Vous avez développé le concept pour les cartes climatiques de France, bien connu chez nous. Après douze ans de travail et de changements de notre environnement, voudriez-vous changer aujourd'hui quelque chose dans ce concept ou qu'est-ce que vous pensez pour le futur développement de cartes climatologiques appliquées?

CH.P. Péguy:

Il y a trois problèmes. Deux se posent au niveau de la fabrication (techniques de reproduction, notamment). Je dis deux, selon que la rentabilité est - où n'est pas - prise en compte par le maître d'oeuvre. Le troisième problème est posé par le développement de l'informatique, qui après avoir assisté la cartographie classique (1er stade), puis l'avoir concurrencée (cartographie automatique = 2e stade) risque de la rendre inutile (3e stade) avec l'apparition de techniques de visualisation liées directement aux banques de données.

ANWENDUNGSORIENTIERTE KARTIERUNG VON BESONNUNG UND SONNENEINSTRALUNG

Stefan Kunz
Geographisches Institut
Universität Bern

1. Einleitung

Kenntnisse über Besonnung (Sonnenscheindauer) und Sonneneinstrahlung (Energie) können in verschiedenen Bereichen der Planung von Bedeutung sein, insbesondere Wohnbau, Energiegewinnung und Landwirtschaft.

Es besteht eine reiche Literatur über Detailuntersuchungen zum Forschungsbereich Besonnung und Sonneneinstrahlung, doch meistens lassen sich daraus kaum direkte Schlüsse für die Planung ziehen. Ziel der hier vorgestellten Arbeit ist das Nutzbarmachen der Vielzahl klimatologischer Erkenntnisse auf diesem Gebiet für die planerische Anwendung (Projektierter Abschluss im Jahr 1981). Konkret sollen für verschiedene Testgebiete von 10 bis 400 Quadratkilometer Ausdehnung Karten der Besonnung und Sonneneinstrahlung in den Massstäben 1:25'000 oder 1:50'000 hergestellt werden. Die hauptsächlich zu bearbeitenden Gebiete sind dabei die Region Bern und die Gemeinde Grindelwald. Das Schwergewicht liegt auf der Entwicklung einer einfachen und leicht fasslichen Methodik, damit Bearbeitungen anderer Gebiete anschliessend problemlos durchgeführt werden können.

Die in der Folge verwendeten strahlungsklimatologischen Begriffe sind untenstehend zusammengestellt:

- ASTRONOMISCHE SONNENSCHINDAUER:
Dauer der Besonnung bei ebenem Horizont und wolkenfreier Atmosphäre.
- EFFEKTIV MOEGLICHE SONNENSCHINDAUER:
Dauer der Besonnung bei eingegengtem Horizont (Relief, Vegetation, Gebäude) und wolkenfreier Atmosphäre.
- ABSOLUTE SONNENSCHINDAUER:
Dauer der tatsächlichen Besonnung (bewölkungsabhängig).
- DIREKTE STRALUNG:
Die aus der Richtung der Sonnenscheibe einfallende solare Strahlung.
- GLOBALSTRALUNG:
Gesamter kurzwelliger Strahlungsfluss ($0.2 - 4\mu$) aus dem Bereich der Himmelshalbkugel auf eine meist horizontale Fläche.

Das genannte Ziel der Arbeit kann nur über mehrere Vorstufen erreicht werden. Tabelle 1 zeigt eine logische Gliederung dieser Vorstufen in einer thematischen und einer raumbezogenen

<p>RAUMBEZUG THEMATIK</p>	<p>PUNKTUELLE AUSSAGE</p>	<p>FLÄCHENDECKENDE KARTE</p>
<p>EFFEKTIV MÖGLICHE SONNENSCHWEINDAUER</p>	<p>Sonnenbahnberechnungen Aufnahme von Horizontverlauf</p>	<p>Interpolation punktueller Auswertungen Eigenschatten und Bergschattenbestimmung mit digitalem Geländemodell</p>
<p>ABSOLUTE SONNEN- SCHEINDAUER</p>	<p>Tages- und Jahresgang der Bewölkung und relativen Sonnenscheindauer. Interpolation oder Schätzung aus be- stehenden Daten benachbarter Stationen.</p>	<p>Räumliche Verteilungsmuster der Bewölkung Ausscheidung von Gebieten mit einheitlichen Bewölkungsverhältnissen.</p>
<p>DIREKTE STRAHLUNG</p>	<p>Tages- und Jahresgang der Trübung in der Atmosphäre. Interpolation oder Schätzung aus Daten benachbarter Stationen.</p>	<p>Räumliche Verteilung und insbesondere Höhengradient der Trübung.</p>
<p>GLOBALSTRAHLUNG</p>	<p>Schätzung von Diffus- und Reflexstrah- lung mit Hilfe von synoptischen Angaben über Bewölkungsart, Globalstrahlungsmes- sungen benachbarter Stationen und Messun- gen an Ort</p>	<p>Umfassendes Modell für die räumliche Beschreibung der Globalstrahlung aufgrund klimatologischer Daten benachbarter Statio- nen, kurzfristiger Messkampagnen und topographischer Informationen.</p>

Tabelle 1 Gliederung der Problemstellung nach Thematik und Raumbezug der Aussage

Dimension. Im Innern der Tabelle sind die wichtigsten Probleme genannt, welche zum Erreichen der am Tabellenrand aufgeführten Teilziele gelöst werden müssen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Lösungsmethoden der einzelnen Probleme abhängig sind von den vorhandenen Grundlagen, der räumlichen und zeitlichen Detaillierung der Aussage, sowie deren Genauigkeit. Demzufolge findet sich in der Literatur auch ein breites Spektrum von deterministischen bis zu stochastischen Methoden und Verfahren.

Dem gegenwärtigen Stand der Arbeit entsprechend, sollen hier einige Aspekte der Sonnenscheindauer-Untersuchungen diskutiert werden.

2. Zur effektiv möglichen Sonnenscheindauer

Die Variation der effektiv möglichen Sonnenscheindauer in stark reliefiertem Gelände ist eine der wichtigsten Ursachen für geländeklimatische Unterschiede. Im Siedlungsgebiet von Grindelwald liegt der Bereich der Jahressummen zwischen 2300 und 3450 Stunden (Figur 1). Doch auch in schwächer reliefiertem Gelände, wie in der Region Bern können solche Extremwerte auftreten, wenn auch in flächenanteilmässig viel unbedeutenderem Mass als in den Alpentälern.

Die Bestimmung der effektiv möglichen Sonnenscheindauer kann dank neuen technischen Möglichkeiten heute recht schnell durchgeführt werden. Wir benutzen hierbei zwei Methoden:

- Punktuelle Horizontaufnahmen im Gelände mit Fotoapparat und 180° Fischaugeobjektiv; halbautomatische Speicherung in digitaler Form und weiterverarbeitung mit Computer. Figur 1 zeigt eine praktische Auswertung von 35 Horizontaufnahmen im Siedlungsgebiet von Grindelwald.
- Berechnung der Geländebesattung mit digitalisiertem Relief und Computer.

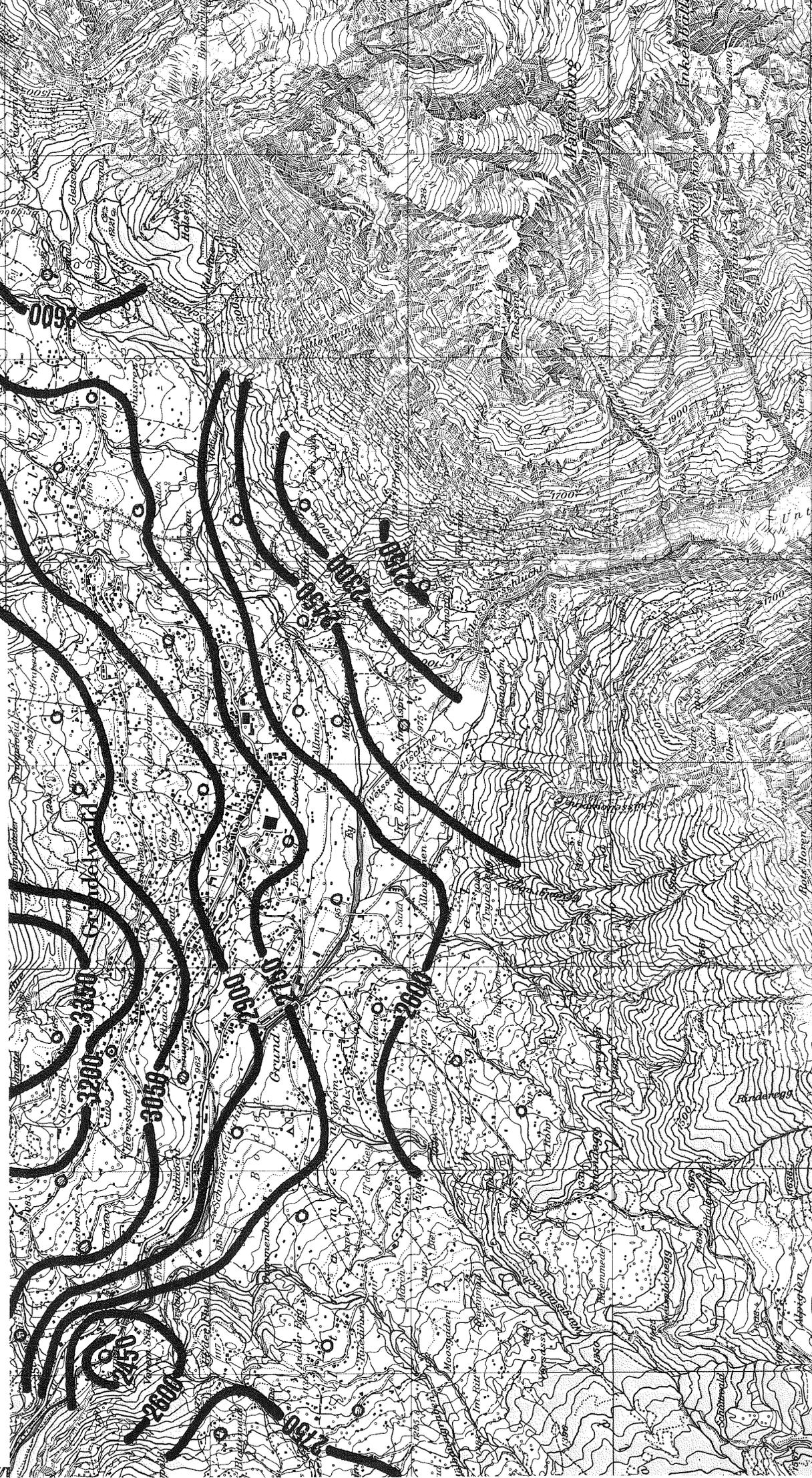
3. Zur absoluten Sonnenscheindauer

Die absolute Sonnenscheindauer wird nur an einigen Dutzend Stationen in der Schweiz fortlaufend registriert. Soll die absolute Sonnenscheindauer für einen beliebigen Ort bestimmt werden, so muss dies aus dem bestehenden Messnetz mittels statistischer Methoden erfolgen. Diese Schätzung gewinnt stark an Genauigkeit, wenn sie durch kurzfristige (minimal 1 Jahr) Messungen am Ort unterstützt wird.

Demzufolge führen wir in unseren Testgebieten Bern und Grindelwald Sonnenscheindauer-Registrierungen an verschiedenen Standorten durch.

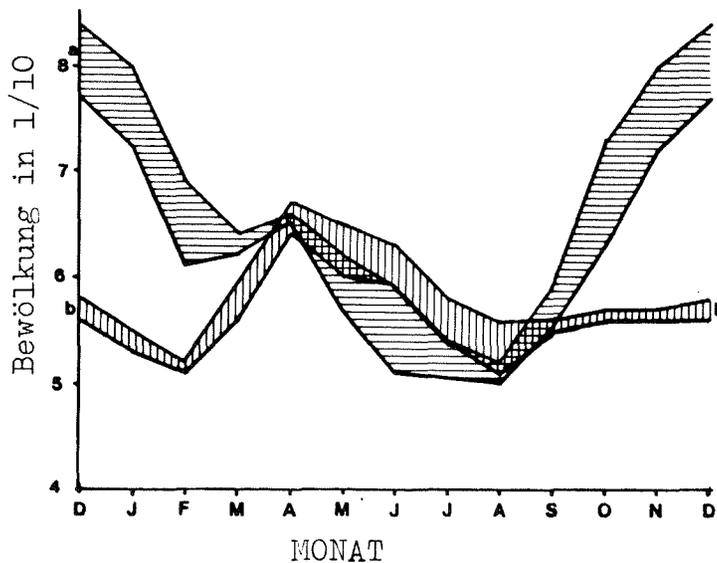
Figur 1 Jahressumme der effektiv möglichen Sonnenscheindauer (Stunden) im Siedlungsgebiet von Grindelwald.

○ Messpunkte Kartenmasstab 1 : 25'000



4. Vergleich der Besonnungsverhältnisse in Bern und Grindelwald

Bewölkungsschätzungen (SCHÜEPP 1963) und Sonnenscheindauermessungen (SCHÜEPP 1962) im Raume des Kantons Bern lassen eine grobe Gegenüberstellung der beiden Testgebiete zu. Während im Sommer die Bewölkungsverhältnisse in beiden Gebieten ähnlich sind (Figur 2), ist im Winter die Bewölkung in den Alpentälern bedeutend tiefer als im Mittelland. So liegt zum Beispiel in Bern die absolute Sonnenscheindauer im November im Mittel um 59 Stunden (für freien Horizont), im Siedlungsgebiet von Grindelwald liegt sie maximal bei 92 Stunden, wird aber dank Horizonteinengung an gewissen Stellen bis auf 3 Stunden reduziert. In diesem Beispiel wird deutlich, wie stark die Besonnung grossräumig (durch klimatische Differenzen) und kleinräumig (durch die Topographie) ändern kann. Solche Differenzen im Besonnungs- und demzufolge Bestrahlungsregime haben Konsequenzen in vielen Bereichen der Planung, insbesondere bei der Sonnenenergienutzung, da nicht nur die Menge, sondern auch die jahreszeitlichen und tageszeitlichen Variationen (Speicherprobleme!) lokal und regional stark variieren. Diese Differenzen genau zu beschreiben ist das Ziel unserer Studie.



Figur 2 Jahressgang der Bewölkung in den Gebieten:

a Berner Mittelland (Biel, Bern, Thun)

b Berner Alpentäler (Adelboden, Grindelwald, Guttannen)

Daten aus SCHÜEPP (1963)

5. Schlussbemerkungen

Die Berücksichtigung der Besonnungsverhältnisse bei Planungsfragen erscheint uns heute im Zeichen einer besseren Anpassung unseres Lebens an die Umweltbedingungen und einer besseren Nutzung der natürlichen Ressourcen als besonders wichtig.

Die Analyse der Besonnungsverhältnisse in planungsrelevantem Massstab und Genauigkeit ist eine langfristige Aufgabe. Im Bereich der Sonnenenergienutzung sollte sie daher nicht im Anschluss an technische Abklärungen durchgeführt werden, wie dies häufig der Fall ist, sondern vorgängig oder parallel zu diesen.

Die Methodik der Besonnungsuntersuchung ist stark abhängig vom angestrebten Ziel. Vorgängig zur klimatologischen Arbeit muss daher im Kontakt zwischen Klimatologen und Planer dieses Ziel genau definiert werden.

Literatur:

- SCHÜEPP, M. 1962: Sonnenscheindauer. Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. H.I., Zürich.
- SCHÜEPP, M. 1963: Bewölkung und Nebel. Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. H.G., Zürich.

W. Spring:

In welchen Fällen wird die mittlere Sonnenscheindauer eines mittleren Wintertages noch verwendet?

S. Kunz:

Diese Grösse hat nach wie vor ihre Bedeutung in wohnhygienischen Belangen und kann aus den von uns erhobenen Daten gewonnen werden.

F. Jeanneret:

Der Verlust an Strahlungsenergie in der Atmosphäre ist zum einen Teil auf natürliche, zum andern Teil auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen. Kann dies im Rahmen des vorliegenden Projektes unterschieden werden?

S. Kunz:

Die atmosphärische Trübung soll bei unserer Untersuchung primär aus Angaben aus der Literatur geschätzt werden. Eigene Messungen dienen nur zu stichprobearartigen Kontrollen. Demzufolge wird der genannte Problembereich nicht speziell untersucht. Dies ist unserer Ansicht nach zulässig, weil die Untersuchung ihr Hauptgewicht in nur schwach industrialisierten Räumen hat.

G.A. Gensler:

Ueber den möglichen Spielraum des Einflusses verschiedener atmosphärischer Trübung gibt VALKO auch Auskunft. Starke Trübung reduziert wohl die direkte Sonneneinstrahlung, doch erhöht sich dabei die diffuse Himmelstrahlung etwas, wodurch die Globalstrahlung nicht so stark vermindert wird.

B. Messerli:

Meine Frage betrifft das Interpolationsverfahren zur flächendeckenden Kartierung der Sonnenscheindauer. Gerade im alpinen Raum (Grindelwald) dürften die Reliefeinflüsse auf kleinstem Raum grosse Differenzen zur Folge haben. Konkret, wie wurde zwischen den erwähnten 3 - 5 Punktaufnahmen interpoliert?

S. Kunz:

Die Interpolation erfolgt lokal aufgrund umliegender Punkte mit dem Computerprogramm SYMAP (RASE, W.D. 1976). Da darin keine Reliefinformation verarbeitet wird, muss mit einem zweiten Netz von Punktmessungen die erste Interpolation überprüft werden.

J. Karlen:

Sonnenenergie kann nicht nur mittels Kollektoren genutzt werden. Lage der Bauzonen, Stellung und Form der einzelnen Gebäude spielen bezüglich Energieverbrauch eine bedeutende Rolle (Energie die so nicht benötigt wird, muss nicht produziert, bzw. eingespart werden). Sind diesbezüglicher Aussage, zum Beispiel Vorschriften in Gestaltungsplänen vorgesehen?

S. Kunz:

Aussagen über Stellung und Form von Gebäuden sind nicht vorgesehen, da sie in einen andern Massstabereich und eine andere Thematik (Bauklimatologie) fallen. Aussagen über optimale Lage der Bauzonen sind jedoch eines der Ziele der vorliegenden Untersuchung.

KLIMAATLAS DER SCHWEIZ

Walter Kirchhofer
Schweizerische Meteorologische
Anstalt, Zürich

Zusammenfassung

Im Rahmen des Werkes "Klima der Schweiz" ist die Herausgabe eines Kartenwerkes in Form eines Klimaatlasses geplant. Dieser Klimaatlas wird in einem ersten Teil kleinmassstäbliche Klimaübersichtskarten enthalten. In einem zweiten Teil ist die Bearbeitung von grossmassstäblichen Klimaeignungskarten vorgesehen. Das Gesamtprojekt umfasst ca. sechzig Kartenblätter. Für die Bearbeitung wird mit einer Laufzeit von zehn Jahren gerechnet.

1. Einleitung

Im Verlaufe der letzten Jahre haben verschiedene europäische Staaten klimatologische Kartenwerke bearbeitet und veröffentlicht. Einzelne Länder verfügen sogar über einen speziellen Klimaatlas mit grossmassstäblichen, regionalen Klimakarten. Dieser Hinweis mag die Bedeutung aufzeigen, die man solchen klimatologischen Grundlagenarbeiten beimisst.

Bedürfnisabklärungen haben ergeben, dass auch bei uns in der Schweiz ein Kartenwerk im nationalen Raster auf einen breiten Benutzerkreis stossen wird. Wesentlich ist jedoch die Entscheidung, ob man sich auf vorhandenes Datenmaterial unseres nationalen Messnetzes beschränkt, oder ob man versuchen wird, zusätzliche anwendungsorientierte Darstellungen zu erarbeiten, die noch wissenschaftlicher Grundlagenarbeiten bedürfen. Neben den Klimaübersichtskarten müssen auch Karten bearbeitet werden, die relativ grossmassstäblich die Forderung der Raumordnung aufnehmen und darstellen. Zusammenfassend darf betont werden, dass wir die anfallenden ökologischen Probleme unseres Landes nur dann lösen können, wenn detaillierte Grundlagen erhoben und bereitgestellt werden. Das Atlasprojekt soll dieser Forderung Rechnung tragen.

2. Zielsetzung

Die Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA) unternimmt den Versuch, im Rahmen des Werkes "Klima der Schweiz", welches bis heute Zahlentabellen für einzelne Wetterelemente, regionale Klimabeschreibungen sowie eine Klimatologie der einzelnen Witterungslagen beinhaltet, ein umfassendes Kartenwerk in Form eines Klimaatlasses herauszugeben. Es ist vorgesehen, sowohl kleinmassstäbliche Klimaübersichtskarten im nationalen Raster als auch regionale Klimauntersuchungen für typische Räume unseres Landes in grossen Massstäben darzustellen.

Aufgrund dieses Gesamtkonzeptes wird das Atlasprojekt in zwei Teilprojekte gegliedert. Wir unterscheiden zwischen einem Subprojekt 1 "Klimaübersichtskarten" und einem Subprojekt 2 "Klimaeignungskarten". Das Gesamtprojekt umfasst ca. sechzig Kartenblätter. Für die Bearbeitung wird mit einer Laufzeit von zehn Jahren gerechnet.

3. Projektbearbeitung

Das Projekt "Klimaatlas der Schweiz" ist als ein Gemeinschaftswerk zwischen Bundes- und Hochschulinstituten konzipiert worden. Der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt wird es im heutigen Zeitpunkt und auch in den nächsten Jahren nicht möglich sein, die Grundlagenarbeiten zu den Klimaeignungskarten voll zu übernehmen. Dies umso weniger, als für diese angewandten Klimakarten auch Elemente aufzunehmen sind, die ausserhalb der Klimatologie erhoben werden müssen.

Die am Atlasprojekt beteiligten Institutionen werden durch die Zusammenarbeit mit der SMA die Verantwortung für ein Kartenwerk übernehmen, das seiner fachlichen und methodischen Bedeutung gerecht werden kann. Diese Zusammenarbeit wird in einer ersten Phase zwischen der SMA und dem Geographischen Institut der Universität Bern im Sinne einer geschlossenen Konzeption aufgebaut. In einer zweiten Phase wird die Mitarbeit grundsätzlich allen interessierten Bundes- und Hochschulinstituten offenstehen.

Aus diesen obengenannten Gründen sehen wir folgende Aufgabenverteilung vor:

Die Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA) übernimmt die Leitung und die Redaktion des Gesamtprojektes "Klimaatlas der Schweiz".

Klimaatlas 1. Teil: - Bearbeitung und Darstellung von "Klimaübersichtskarten".

- Verantwortung: Schweizerische Meteorologische Anstalt

Klimaatlas 2. Teil: - Bearbeitung und Darstellung von "Klimaeignungskarten".

- Verantwortung: Geographisches Institut der Universität Bern

Kartographie und Druck:

- Bundesamt für Landestopographie

- Institut für Kartographie ETHZ (Beratung)

4. Subprojekt "Klimaübersichtskarten"

Für die Bearbeitung der Gesamtkartenserien werden grundsätzlich die langjährigen Messreihen des bestehenden Beobachtungsnetzes der SMA herangezogen. Dieses relativ weitmaschige Stationsnetz erlaubt jedoch nur in den wenigsten Fällen eine Bearbeitung von detaillierten Klimakarten. Es werden somit vorwiegend kleinmassstäbliche Uebersichtskarten im nationalen Raster in diesen Atlasteil aufgenommen.

Für den Atlasteil "Klimaübersichtskarten" ist eine Maquette mit der Konzeption und dem detaillierten Inhalt ausgearbeitet worden. Er wird in kompakter Form etwa fünfzig Kartenblätter umfassen. Die Formatgrösse dieser Kartenblätter beträgt 34 x 52 cm. Für die ausgewählten vier Basiskarten sind die Massstäbe 1:800'000, 1:1'250'000, 1:1'750'000 sowie 1:3'000'000 festgelegt worden. Die Beschriftung der Kartenblätter sowie die dazugehörigen Begleittexte werden zweisprachig ausgeführt, nämlich in deutsch und in französisch.

Der Atlasteil "Klimaübersichtskarten" wird die folgenden fünfzehn Hauptkapitel umfassen: Einführung, Grosswetterlagen, Luftdruck, Wind, Strahlung, Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Nebel, Niederschlag, Gewitter, Verdunstung, Kombinierte Darstellungen, Phänologie und Klimageschichte der Schweiz.

In Abweichung zur klimatologischen WMO-Normalperiode 1931-1960 hat man den Klimaübersichtskarten die Klimaperiode 1931-1970 zugrunde gelegt. Für die Aufbereitung dieser langjährigen Beobachtungsmessreihen werden vorwiegend statistische Verfahren angewendet.

Diese Karten sind weitgehend als angewandte Klimakarten zu betrachten. Für die Grundelemente, wie Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag, ist die Erstellung von Monatsmittelwertkarten vorgesehen. Die Klimaübersichtskarten werden thematisch in Form von Inselkarten dargestellt. Bei der Bearbeitung der Grenzgebiete sind die klimatologischen Unterlagen der Nachbarländer entsprechend zu berücksichtigen.

Während der eigentlichen Ausführungsphase können die gedruckten Klimakarten in Teillieferungen abgegeben werden. Es ist jedoch vorgesehen, dieses Kartenwerk zu einem spätem Zeitpunkt in gebundener Form herauszugeben.

5. Subprojekt "Klimaeignungskarten"

Das steigende Interesse, welches vor allem von den Umweltwissenschaften und der Planung an die Klimatologie herangetragen wird, führt zu einer Erweiterung und einer Vertiefung von klimatologischen Untersuchungen. Die reiche Gliederung unseres Landes, der dynamische Wandel unserer Landschaft, die drängenden Probleme der Raumordnung (wie Landwirtschaft, Erholung, Siedlung, Industrie) bedürfen einer verbesserten, anwendungsorientierten Grundlagenarbeit über das Klima. Mit diesem Teilprojekt wird der Versuch unternommen, in grossen Massstäben gehaltene klimatologische Regionaluntersuchungen in typischen Räumen unseres Landes sowie Klimaeignungskarten, welche die klimatische Eignung bezüglich einer bestimmten Landnutzung beinhalten, übersichtlich darzustellen.

In letzter Zeit hat die Nachfrage nach angewandten Klimakarten, wie Durchlüftungskarten für lufthygienische Fragen, nach Klimaeignungskarten für Landwirtschaft, Siedlung, Tourismus, Industrie und Verkehr sowie nach lokalklimatischen Studien für Planungszwecke, stark zugenommen. Für die Bearbeitung derartiger Klimaeignungskarten sind vorerst Geländeuntersuchungen anzusetzen und umfangreiches Datenmaterial bereitzustellen.

In einer ersten Phase sollen die folgenden drei Teilprojekte bearbeitet werden:

5.1. Durchlüftungskarte der Schweiz

Diese Karte soll eine kombinierte Darstellung der beiden klimatologischen Phänomene Inversion (als Mass für den vertikalen Luftaustausch) und Ventilation (als Mass der horizontalen Luftversetzung) beinhalten. Sie wird uns Auskunft geben über die lufthygienische Belastbarkeit der verschiedenen Regionen unseres Landes.

5.2. Ausgewählte Regionalstudien über die landwirtschaftliche Klimateignung

Hier werden geländeklimatische Erscheinungen zusammengestellt und interpretiert mit dem Ziel, sie für eine Anwendung in der Landwirtschaft bereitzustellen. Zu diesem Zweck wird das Geländeklima und seine Bedeutung für die Landwirtschaft in ausgewählten Testregionen erarbeitet.

5.3. Klimaeignungskarte Wintertourismus

Es werden die wesentlichen Klimaelemente, welche für eine Aussage über Klimaeignung Wintertourismus zu berücksichtigen sind, erfasst und entsprechend gewichtet. Die Zielsetzung ist eine flächenhafte Darstellung der Resultate in einer kombinierten, regionalisierenden Eignungskarte.

B. Berz:

Werden die für die Raumplanung wichtigen Klimaeignungskarten in Zusammenarbeit erstellt und wenn ja, in welcher Form erfolgt diese Zusammenarbeit? Weshalb wird nicht gleichzeitig mit der Eignungskarte/Wintertourismus eine Karte Sommer-tourismus erstellt?

W. Kirchhofer:

- Die Zusammenarbeit erfolgt mit den interessierten Stellen, z.B. ORL-Institut ETH. Grundsätzlich ist eine aktive Mitarbeit erwünscht.
- Aus finanziellen und personellen Gründen kann vorerst nur die Karte "Winter-tourismus" bearbeitet werden. Die Karte "Sommer-tourismus" wird später in Angriff genommen.

M. Ischi:

Warum wird nicht als eine der ersten Klimaeignungskarten diejenige für den Som-
mertourismus erstellt, da ja für den Wintertourismus nichts mehr drin liegt?

W. Kirchhofer:

Für die Karte "Wintertourismus" müssen umfangreiche Schneedaten aufbereitet wer-
den. Diese Datensätze können gleichzeitig für das Kapitel "Niederschlag" im
Atlasteil I verwendet werden. Bei der Festlegung der Reihenfolge wurden zudem
personelle Ueberlegungen mitberücksichtigt.

W. Weischet:

1) Lassen sich nicht wenigstens für das Schweizer Mittelland die 4-Grad-Intervalle
der Temperaturkarte durch Zwischenwerte weiter detaillieren?
2) Jede Klimakarte ist eine Interpretation einer gegebenen - oft unzureichenden -
Wertbasis. Kritische Beurteilung der Interpretation und die Möglichkeit weiter-
gehender Auswertung ist auf die Kenntnis der Wertbasis angewiesen. Werden die
verwendeten Daten in die betreffenden Karten eingetragen?

W. Kirchhofer:

1) 2-Grad-Intervalle sind z.T. vorgesehen
2) Es ist nicht geplant, solche Einzelwerte in die Karten aufzunehmen. Diese Kli-
mawerte können jedoch spez. Tabellen entnommen werden.

Heinz Wanner
Geographisches Institut der Universität Bern

1. Einleitung und Zielsetzung

Die Abgrenzung und Kartierung durchlüftungsarmer Kaltluft- und Nebelzonen stellt eine wichtige Grundlage für die Raumplanung dar. Man denke nur an die Wahl der Standorte von Spitälern, Erholungsheimen, Verkehrsachsen oder von industriellen Grosseinstallenten. Das Projekt "Durchlüftungskarte der Schweiz" bildet deshalb einen wesentlichen Bestandteil des geplanten "Klimaatlas der Schweiz". Dabei wird von folgender Zielsetzung ausgegangen:

Klassierung und Kartierung der Durchlüftungsverhältnisse in den Wohngebieten der Schweiz bei austauscharmen Wetterlagen (in einem für die Landesplanung relevanten Massstab).

Dieser Zielsetzung kann entnommen werden, dass die geplanten Arbeiten auf eine klimatologische Darstellung der Durchlüftung und nicht auf eine Ausbreitungsrechnung hinauslaufen. Im weiteren möchte man sich bei den Untersuchungen auf austauscharme, bezüglich der Durchlüftung "kritische" Wetterlagen beschränken. Dabei soll das Untersuchungsgebiet derart begrenzt werden, dass unbewohnte Hang- oder Gipfelregionen oberhalb von zirka 1 500 m ü. M., die in der Regel eine genügende Durchlüftung aufweisen, von Anfang an ausgeklammert werden (AUBERT 1979).

2. Definition des Begriffs "Durchlüftung"

Eine erste bekannte Definition des deutschen Begriffs Durchlüftung stammt von KAPS (1955). Er hält zunächst fest, dass es wünschbar wäre, als Mass der Durchlüftung eine Zeit zu bestimmen, die uns angibt, wie lange es dauert, "bis die Luft einer Hohlform bei vorgegebenen meteorologischen Bedingungen vollständig durch neue Luft ersetzt wird". Er weist jedoch gleichzeitig darauf hin, dass in der Regel die Mittel und Wege fehlen, um diese Zeiten für grössere Gebiete und alle wichtigen synoptischen Situationen mit mathematisch-physikalischen Methoden zu bestimmen. KAPS (1955 : 61) entschied sich deshalb für die folgende Definition: "Wir verstehen unter Durchlüftung die Ersetzung der mit lokalen Eigenschaften behafteten Luft durch solche, die auf dem Wege der Grosszirkulation herangeführt wird". Als Mass für diese Durchlüftung wählte er eine messtechnisch einfach erfassbare Charakterisierung

* Die Arbeit wird unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

der topographischen Gegebenheiten (Klassifikation von Hohlformen).

Es leuchtet ein, dass auch bei einer gesamtschweizerischen Untersuchung der Umweg über möglichst einfache Durchlüftungskriterien gesucht werden muss. Dabei wurde zur Bedingung gesetzt, dass die aktuell gültigen klimatologischen Verhältnisse als Basis dienen sollen.

3. Bestimmende Faktoren der Durchlüftung

Der Ueberblick über die wichtigsten Modelle der Ausbreitungsrechnung (TAYLOR 1921, SUTTON 1953, PASQUILL 1962, TURNER 1964, KLUG 1969, REUTER 1970, VOGT und GEISS 1974) weist auf die drei für die Durchlüftung eines Ortes bestimmenden Einflussfaktoren hin:

- a) Topographie
- b) Bodenrauigkeit
- c) Meteorologie

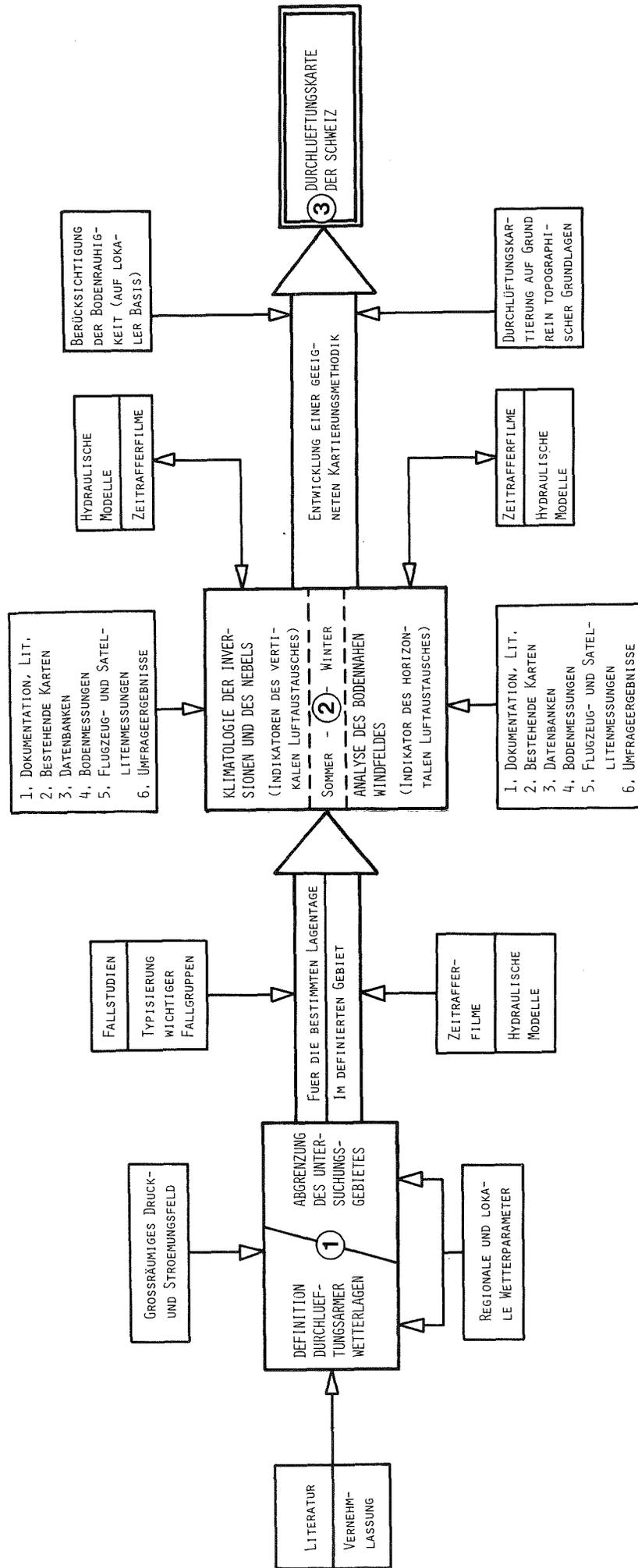
Die Faktoren Topographie und Bodenrauigkeit zeichnen sich durch eine grosse Stabilität aus. Der Faktor Meteorologie weist dagegen in Raum und Zeit eine grosse Variabilität auf; er muss deshalb bei Ausbreitungs- und Durchlüftungsstudien von Fall zu Fall untersucht werden. Am Anfang der Wirkungskette der für die Durchlüftung entscheidenden meteorologischen Parameter steht die Strahlungsbilanz. Von ihr abhängig ist das Temperaturfeld, welches seinerseits das Druck- und Strömungsfeld prägt. Aus praktischen Gründen (direkter Bezug zum Ausbreitungsvorgang, leicht messbar) beschränkt man sich in vielen Fällen auf das Studium des Strömungsfeldes.

4. Wahl des Vorgehens

Die Ausbreitungsbedingungen an einem Punkt x können dann definiert werden, wenn wir in diesem Punkt die Windvektoren in der x -, y - und z -Richtung über einen längeren Zeitraum gemessen haben. Da Vertikalwindmessungen meistens fehlen, behilft man sich bei der Bestimmung von Diffusionskategorien mit dem Vertikaltemperaturgradienten, der eine sehr enge Korrelation zum Vertikalwind aufweist (POLSTER 1969). Ein ähnlicher Weg soll bei der Herstellung der Durchlüftungskarte eingeschlagen werden. Figur 1 gibt uns einen Ueberblick über das allgemeine Vorgehen. Die drei Arbeits-

Fig. 1

Schematische Darstellung des Vorgehens bei der Herstellung der Durchlüftungskarte der Schweiz



schritte können wie folgt charakterisiert werden:

Schritt 1

In einem ersten Schritt wird die Untersuchung zeitlich und räumlich eingeschränkt: Erstens werden jene durchlüftungsarmen Wetterlagen bestimmt, für die anschliessend eine Untersuchung durchgeführt wird. Zweitens wird das Untersuchungsgebiet auf dichter bewohnte Hang- oder Muldenlagen begrenzt. Dabei sollen sämtliche verfügbaren Hilfsmittel und Informationen (u. a. Literatur, gross- und kleinräumig definierte Wetterparameter) zu Rate gezogen werden. Mit Hilfe von Fallstudien können wichtige Abläufe und typische Verteilungsmuster erkannt und typisiert werden. Zeitrafferfilme und hydraulische Modelle geben mögliche Hinweise auf ungelöste Fragen oder wichtige Messstandorte.

Schritt 2

In einem zweiten Schritt werden für die ausgewählten Untersuchungsgebiete und Wetterlagen klimatologische Untersuchungen bezüglich der genannten Durchlüftungsindikatoren Horizontalwind (in Bodennähe) und Vertikaltemperaturgradient durchgeführt. Als drittes Element wird der Nebel in die Untersuchung einbezogen. In den tiefliegenden, dicht besiedelten Tal- und Muldenlagen stellt er einen idealen Indikator für besonders durchlüftungsarme Gebiete dar (WANNER 1979). Die drei genannten Durchlüftungsindikatoren werden mit Hilfe sämtlicher verfügbarer Hilfsmittel erfasst und dargestellt (u. a. Bodenmessungen, Satellitenbilder, gezielte Umfragen). Bei den genannten Untersuchungen wird grosser Wert auf das Verständnis dynamischer Prozesse gelegt. Die Resultate der Feldmessungen werden deshalb mit Zeitrafferfilmen über die Nebelmeerdynamik (FRIEDERICH und HAEUSELMANN 1976, BERLINCOURT und HEIM 1978) und hydraulischen Modellen verglichen.

Auf eine Messung und Darstellung des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes (z. B. in der Form des Mischungsverhältnisses) muss aus Aufwandgründen verzichtet werden.

Schritt 3

In einem dritten Schritt werden sämtliche zur Verfügung stehenden Untersuchungsergebnisse zu einer Karte der Durchlüftung bei austauscharmen Wetterlagen verarbeitet. Dabei muss überprüft werden, wie weit die lokal

herrschenden Bodenrauigkeitsverhältnisse mitberücksichtigt werden können. Im weiteren ist geplant, in ausgewählten Gebieten eine Klassierung der Durchlüftungsverhältnisse aufgrund rein topographischer Grundlagen vorzunehmen (KAPS 1955). Dies sollte zumindest für die Berechnung des potentiellen nächtlichen Kaltluftflusses gelingen (ENDERS 1979 : 43 - 45).

5. Stand der Arbeiten

Der Aufwand an zusätzlichen Feldmessungen wird in allen Untersuchungsregionen recht beträchtlich sein. Vorab sollen in Regionen, aus denen bereits zahlreiche Untersuchungsergebnisse vorliegen, erste Erfahrungen gesammelt werden. Aus diesem Grunde entschloss man sich, in einer ersten Phase zwei Testgebiete zu bearbeiten. Man entschied sich für die beiden Talungen zwischen Bern und Thun sowie Waldshut und Basel. Nach Beendigung dieser beiden Pilotstudien im Jahre 1982 sollen die Untersuchungen auf weitere Gebiete der Schweiz ausgedehnt werden. Verschiedene Institute haben bisher ihre Arbeit im Rahmen der gezeigten Fragestellung aufgenommen. Sämtliche Mitarbeiter freuen sich, wenn sich weitere Interessenten am Projekt beteiligen.

6. Literaturverzeichnis

- AUBERT, C., 1979: Carte de ventilation de la Suisse, proposition de régions et de paramètres. Unveröff. Manusk., Serv. de climatol. de la Suisse romande, 6. S.
- BERLINCOURT, P. und HEIM, M., 1978: Zur Dynamik der Nebelmeere im Schweizerischen Mittelland. Film, Geogr. Inst. Bern, Aufführungszeit: zirka 20 Min.
- ENDERS, G., 1979: Theoretische Topoklimatologie. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsberichte, 92 S.
- FRIEDERICH, R. und HAEUSELMANN, F., 1976: Die Ventilation im Becken von Bern - Bericht zum Meteofilm. Unveröff. Hausarb., Geogr. Inst. Bern, 131 S.
- KAPS, E., 1955: Zur Frage der Durchlüftung von Tälern im Mittelgebirge. Met. Rundschau, Nr. 8 : 61 - 65
- KLUG, W., 1969: Ein Verfahren zur Bestimmung der Ausbreitungsbedingungen aus synoptischen Beobachtungen. Staub 29 : 143 - 147

- PASQUILL, F., 1962: Atmospheric Diffusion. Verlag Van Nostrand, London, 297 S.
- POLSTER, G., 1969: Erfahrungen mit Strahlungs-, Temperatur-, Gradient- und Windmessungen als Bestimmungsgrößen der Diffusionskategorien. Met. Rundschau, Nr. 22 : 170 - 175
- REUTER, H., 1970: Die Ausbreitungsbedingungen von Luftverunreinigungen in Abhängigkeit von meteorologischen Parametern. Arch. f. Met., Geophys., Biokl., Serie A, Nr. 19 : 173 - 186
- SUTTON, O. G., 1953: Micrometeorology. A study of the lowest layers of the earth's atmosphere. Verlag Mac Graw Hill, New York, 333 S.
- TAYLOR, G. I., 1921: Diffusion by continuous movements. Proc. London Math. Soc. 20, 196 S.
- TURNER, D. B., 1964: A diffusion model for an urban area. J. of Appl. Met., Nr. 3 : 83 - 91
- VOGT, K. J. und GEISS, H., 1974: Kurzzeit- und Langzeitausbreitungsfaktoren zur Berechnung der Umweltbelastung durch Abluftfahnen. Kernforschungsanlage Jülich, ZST-Bericht Nr. 198, 16 S.
- WANNER, H., 1979: Zur Bildung, Verteilung und Vorhersage winterlicher Nebel im Querschnitt Jura-Alpen. Geogr. Bernensia, H. G 7, 240 S.

W. Weischet:

Sie haben als ersten Schritt der Untersuchung die Suche nach der "Definition kritischer Wetterlagen" aufgezeigt, dann aber als zu untersuchende Phänomene Inversionen, Nebel und bodennahe Winde festgesetzt. Glauben Sie jenseits der durch diese kritischen Eigenschaften umschriebenen Wetterlagen auch andere zu finden?

H. Wanner:

Im Falle der bodennahen Winde müssen zusätzliche Bedingungen gestellt werden (z.B. Horizontalwindgeschwindigkeit ≤ 3 m/sec). Bei der regionenweise vorgenommenen Definition durchlüftungsarmer Situationen muss als zusätzliches Kriterium auch die maximale Höhe vorhandener Inversionen angegeben werden.

W. Weischet:

Sie wollen hydraulische Modelle heranziehen, um die Klimatologie von Nebel- und Luftbewegungen zu erläutern. Man sollte meteorologische Modelle, wie das von Urfer-Henneberger erarbeitete nicht vergessen.

H. Wanner:

Ich bin ebenfalls der Ansicht, dass nach Möglichkeit derartige Modellvorstellungen erarbeitet werden sollen. In meiner Dissertation habe ich aus diesem Grund ein meteorologisches Modell über die Strömungsdynamik der Nebelmeere im Schweizer Mittelland publiziert. Im weiteren ist es begrüßenswert, wenn für einzelne Regionen auch mathematische Modelle aufgestellt werden (z.B. CLIMOD-Region).

F. Fliri:

Da das Vorhaben das Erfassen der "Nichtbelüftung" zum Gegenstand hat, erhebt sich die Frage, wie weit auch Föhn und Bise einbezogen werden könnten.

H. Wanner:

Die Wahl der Durchlüftungsparameter hat automatisch zur Folge, dass auch Föhn- oder Bisensituationen mitberücksichtigt werden. Es muss jedoch geprüft werden, ob die Föhn- und Bisentage nicht generell untersucht werden sollten.

W. Spring:

Kann aus der "Nichtdurchlüftungskarte" herausgelesen werden, wo keine emittierenden Anlagen (Bauten, Strassen), wo nur noch im beschränkten Umfang derartige Anlagen angeordnet werden dürfen, oder wo bei Nutzungsänderungen der Klimatologie beigezogen werden muss?

H. Wanner:

Die durchlüftungsarmen Kaltluftammelgebiete, aus welchen emittierte Schadstoffe oft über mehrere Tage nicht entweichen können, kommen in der Karte zur Darstellung. Dies dürften potentiell auch jene Gebiete sein, wo bei der Planung zusätzlicher Emittenten der Klimatologie beigezogen werden muss.

W. Spring:

Darf der Föhn vernachlässigt werden?

H. Wanner:

Der Föhn wird kaum vernachlässigt, da die Wettersituationen mit leichtem Föhn, bewölkungsarmer Alpennordseite und starker nächtlicher Ausstrahlung mit Inversionsbildung ebenfalls in die Untersuchung einbezogen werden.

B. Berz:

Mit der Durchlüftungskarte entsteht eine "Vorbehaltskarte", wie wir sie mehr und mehr für die Planung an der Front benötigen. Wird die Durchlüftungskarte auf Landesebene sowie für diese Planung im reg. Rahmen (Front) brauchbar sein (Massstab)? Sind Zwischenergebnisse zu erwarten?

H. Wanner:

Die Karte dürfte in einem Massstab von ca. 1 : 200 000 bis 1 : 500 000 erstellt werden. Sie wird also bedingt auch für regionale Fragen eingesetzt werden können. Die Zwischenergebnisse der Testregionen Bern-Thun und Waldshut-Basel werden vorher zum Teil publiziert.

A. Junod:

Erlaubt der benützte Begriff der Durchlüftung eine genügende Differenzierung nach der Höhe? Beispiel eines hohen Kamms: schlechte Durchlüftung unterhalb der Mündung, aber gute oberhalb.

H. Wanner:

Wir sind uns bewusst, dass nur punktuell gezielte Feinsondierungen durchgeführt werden. Wir hoffen jedoch, dass mit Hilfe von IR-Satellitenbildern und Umfragen eine Extrapolation in den Raum und somit eine Festlegung der häufigsten Inversionsniveaux ermöglicht wird.

KLIMA UND PLANUNG 79

Versuch einer Zusammenfassung: Thesen und Themen für eine Fortsetzung des Gespräches

Bruno MESSERLI, Bern

Die Klimatologie - Meteorologie und die damit verbundenen Probleme der Lufthygiene und des Lufthaushaltes sind ein immer wesentlicher werdender Bestandteil unserer natürlichen Umwelt. Wenn wir im folgenden vereinfacht von Klimatologie sprechen, dann denken wir an diesen umfassenden Problembereich unserer Umwelt, der mit wachsender Verstädterung, mit grösser werdenden Verkehrsströmen, mit zunehmenden Energieversorgungsproblemen, mit ungünstigen Industriestandorten und mit schrumpfenden und ständig uniformer werdenden Landwirtschaftszonen usw. in immer engere Wechselwirkung zur Planung tritt.

Dass diese Wechselwirkung nicht zu einer zunehmenden Konfrontation, sondern zu einer zunehmenden Kooperation führt, war Sinn und Ziel unseres zweitägigen Gesprächs, das wir im folgenden stark vereinfacht zusammenzufassen versuchen. Die folgenden abstrakten Formulierungen aber basieren auf den konkreten und eindringlich wirkenden Beispielen, die in den zahlreichen Referaten von ausländischen und inländischen Kollegen und Spezialisten vorgetragen wurden. Dieser lebendige Hintergrund ist zum Verständnis der folgenden Themen und Thesen wesentlich.

1. Allgemeine Thesen und Themen

- 1.1. Ausbildung der Planer für die Probleme der Klimatologie.
Ausbildung der Klimatologen für die Probleme der Planung.
-

Dieser Titel mag anmassend tönen, aber das intensive Gespräch dieser Tagung hat mit aller Deutlichkeit gezeigt, dass für ein sinnvolles Zusammenspiel von Klima und Planung doch gewisse Voraussetzungen erfüllt sein müssen:

Der Planer

muss sich in die Probleme der Klimatologie so weit einarbeiten, damit er die richtigen Fragen zur richtigen Zeit stellen kann. In den letzten Jahren hat die "Oekologie in der Raumplanung" zusehends an Boden und an Gewicht gewonnen, weil die ökonomischen Triebkräfte allein nicht imstande sind, unseren Lebensraum sinnvoll zu gestalten. Klimatologie und Meteorologie aber sind ein wesentlicher Teil des Naturhaushaltes oder des natürlichen Oekosystems. Es liegt an uns, die Ausbildung der Planer in diesem Bereich zu fördern und so weit zu vertiefen, damit künftighin ein Gespräch und eine Zusammenarbeit möglich und für beide Seiten erfolgreich wird.

Der Klimatologe

muss sich in die Belange und in die Bedürfnisse der Raumplanung einarbeiten, damit er seine Ergebnisse in einer verständlichen und brauchbaren Form präsentieren kann. Es ist seine Aufgabe, umfassende und komplexe wissenschaftliche Grundlagenarbeiten auf die wichtigsten Zielfragen hin so einfach und verständlich darzustellen, dass nicht nur der Planer, sondern auch der Politiker und eine breite Öffentlichkeit verwendbare und sachliche Entscheidungsgrundlagen erhalten. Diese Vereinfachung liegt dem Wissenschaftler nicht, weil Vereinfachung Verzicht bedeutet und weil dieser Verzicht mit Oberflächlichkeit verwechselt werden könnte. Wer aber soll diese Vereinfachung vornehmen, wenn es nicht der Wissenschaftler selber tut, der die Bedeutung der Daten und der Prozesse am besten kennt? Hier liegt eine grosse und verantwortungsvolle Aufgabe vor uns. Wir werden sie nur mit einer besseren Kenntnis der Planungsprozesse und Planungsbedürfnisse lösen können.

1.2. Fachtagungen für Klimatologen, Planer, Juristen und Politiker

Eine umfassende Weiterbildung und eine fundierte Meinungsbildung ist nur möglich, wenn sich Klimatologen und Planer, aber auch Juristen und Politiker zum gemeinsamen Gespräch finden. Klimatologen und Planer können sich wohl zu einem wesentlichen

Ergebnis finden oder zu einer dringenden Massnahme einigen, wie unsere Tagung gezeigt hat, aber das bleibt wirkungslos, wenn die rechtliche Basis und die politische Entscheidungskraft fehlen.

Solche Fachtagungen würden wohl den Wissenschaftler in die Schranken des Realisierbaren weisen, dafür aber auch die Entscheidungsträger mit elementaren Problemen unserer heutigen und zukünftigen Umwelt vertraut machen.

1.3. Information und Oeffentlichkeitsarbeit als Voraussetzung für den Einbezug des Klimas in der Planung

Drei Ebenen sind zu berücksichtigen:

- Eine breite Oeffentlichkeit muss mit ihren Umweltproblemen so vertraut gemacht werden, dass eine Meinungsäusserung und Meinungsbildung auf verschiedenen Stufen unserer Gesellschaft in Gang kommt. Nur dadurch werden Planungsentscheide möglich, die anderen Argumenten als den allmächtigen und überall dominierenden ökonomischen Wachstumsprinzipien folgen. Vor allem aber muss klarer differenziert werden zwischen lokalen, regionalen und überregionalen Auswirkungen, zwischen starken und schwachen, dafür langfristigen und irreversiblen Prozessen und letztlich auch zwischen gesicherten und ungesicherten Folgen.
- Für die Schule und für die Lehrer müsste ein Material bereitgestellt werden, das einen Lernprozess an konkreten Beispielen erlaubt. In den Referaten dieser Tagung wurden viele interessante Sachverhalte aufgezeigt, die sich in angepasster didaktischer Form für verschiedenste Stufen unserer Schule zum Vertrautwerden mit komplexen Umwelt- und Planungsprozessen eignen würden. Unsere Schule wird um die Aufgabe nicht herumkommen, den Blick von der Vergangenheit vermehrt auf die Gegenwart und die Zukunft zu richten, weil so viele Prozesse und Entscheide auf uns zukommen, die mit vergangenen Mustern nicht mehr gelöst werden können.

- Die Verwaltung auf kommunaler, regionaler/kantonomer und nationaler Ebene sind die Orte, wo wichtige Entscheidungen fallen oder zumindest so vorbereitet werden, dass die Marschrichtungen gegeben sind. Verwaltungsstellen sind aber auch die Orte, wo dringende Probleme verzögert oder gefördert werden können, je nach fachlichen und persönlichen Konstellationen. Die Frage ist gestellt, ob die Probleme unserer Umwelt nicht vermehrt in Weiterbildungskursen erläutert und bearbeitet werden könnten, um die Entscheidungsträger zu sensibilisieren und zu motivieren.

1.4. Klima und Lufthygiene in Gesetzen und Verordnungen

Alle unsere Anliegen und Planungswünsche bleiben letztlich bedeutungslos, wenn es nicht gelingt, sie rechtlich abzusichern. Im Referat Schirmer wurde uns ein grossartiges Beispiel vorgelegt, wie ein deutsches Bundesland die Bedeutung des Klimas gesetzlich verankert hat. In diesem Sinne müssten wir unsere Anstrengungen und unsere Einflussnahme verstärken, dies um so mehr, als in den nächsten Generationen Umweltprobleme grösseren Ausmasses an uns herantreten könnten.

2. Spezielle Anforderungen an die Klimatologie aus der Sicht der Planung

2.1. Geländeklimatische Karten

Die charakteristischen Merkmale könnten etwa folgendermassen lauten:

- Massstab: Orts- und Regionalplanung, eventuell auch Standortplanung (1 : 10 000 bis 1 : 50 000 oder kleiner).
- Zeitbedarf: Grössenordnung Jahr bis mehrere Jahre, je nach Messaufwand und je nachdem, ob einzelne oder mehrere Klimaelemente bearbeitet und dargestellt werden.

- Genauigkeit: Abhängig von der Dichte des Messnetzes, der Intensität der Messkampagnen, der Methodik der Auswertung und Darstellung.
- Sinn und Ziel: Einzelne oder mehrere Klimaelemente so aufarbeiten, dass die geländeklimatischen Verhältnisse eines Raumes zur Darstellung kommen und für bestimmte Fragen der Nutzung, Eignung, Planung oder Belastung ausgewertet werden können.

In diese Kategorie gehören zahlreiche Karten, die im Rahmen von Stadt-, Orts- und Regionalplanungen oder im Blick auf umfassende Standortplanungen (Industrie, Energie, Verkehr, Erholung usw.) erstellt worden sind und auch künftighin erstellt werden. Dazu gehören Karten, die ein Klimaelement in räumlicher und zeitlicher Dimension darstellen, wie zum Beispiel die Nebelkarte für die Kantone Bern und Solothurn oder die Karte der Sonnenscheindauer in der Region Bern. Dazu gehören aber auch Karten, die die verschiedenen, für einen bestimmten Raum herrschenden Klimaelemente kombiniert und gewichtet darstellen. Je nach topographischen Verhältnissen, oft auch nach vorherrschender oder geplanter Nutzung variieren Messmethodik, Auswertungstechnik und Darstellungsart. Auch wenn geländeklimatische Karten sehr oft nicht auf eine direkte planerische Verwendung ausgerichtet sind, sondern eher einen Grundlagencharakter haben, so enthalten sie doch wertvolle Hinweise auf klimatische und lufthygienische Probleme und Problemzonen. Daraus können Klimavorbehalte, Klimarisiken und Klimagefahren (entsprechend den "risques naturels", "Naturgefahren" oder "natural hazards") abgeleitet werden.

2.2. Klimaeignungskarten

Die charakteristischen Merkmale könnten folgendermassen umschrieben werden:

- Massstab: Regionalplanung bis Landesplanung (1 : 25 000 für die Regionalplanung bis 1 : 200 000 oder kleiner für die Landesplanung)
- Zeitbedarf: Grössenordnung mehrere Jahre

- Genauigkeit: dem Massstab entsprechend, wobei das Problem der Umsetzung punktueller Messdaten in flächenhafte Angaben limitierend wirkt.
- Sinn und Ziel: Darstellung der Klimaeignung für eine bestimmte Nutzung, z. B. Landwirtschaft, Siedlung, Verkehr, Tourismus usw.

Die Klimaeignungskarte beruht einerseits auf der Analyse der spezifischen Anforderungen einer bestimmten Nutzung an das Klima und andererseits auf der Gegenüberstellung von klimatischen Anforderungen und klimatischen Gegebenheiten in einem bestimmten Gebiet (Referat Jeanneret). Das Instrument der Klimaeignungskarte wird in den meisten Fällen auf Landesebene in einem entsprechend kleinen Massstab erstellt. Für die Orts- und Regionalplanung können nur beschränkte und allgemeingültige Informationen herausgeholt werden. Bis heute gibt es aber nur wenige solche Karten und es wird auch noch bedeutende Anstrengungen nationaler Instanzen brauchen, um das Angebot zu vervollständigen. Ein Problem wird aber dann noch offen bleiben: Wie werden die potentiellen Benützer mit diesem Instrument vertraut gemacht? Was nützen diese Grundlagen, wenn sie nicht gebraucht werden? Damit soll angedeutet sein, wie wichtig neben der sorgfältigen Grundlagenarbeit auch die leicht verständliche und graphisch geschickte Darstellung ist.

3. Nutzungsbezogene Klimavorbehalte oder Klimavorbehaltskarten als Arbeitsinstrumente der Planer

Die charakteristischen Merkmale könnten etwa folgendermassen lauten:

- Massstab: Orts- und Standortplanung bis Regionalplanung (1 : 10 000 oder grösser bis 1 : 50 000)
- Zeitbedarf: Dem Planungsprozess angepasst (von raschen und vorläufigen Aussagen bis zur gründlichen Abklärung)

bestimmter Probleme mit Sondermessnetzen).

- Genauigkeit: Je nach vorhandenen Daten oder bloss abgeschätzten Werten sehr verschieden.
- Sinn und Ziel: Darstellung von bekannten oder abschätzbaren lokal- oder regionalklimatischen Besonderheiten, die für bestimmte Nutzungen und Planungen aus klimatischer Sicht Vorbehalte erkennen lassen.

Der Klimavorbehalt oder die Klimavorbehaltskarte soll ein Instrument sein, das ganz spezifisch auf die Zusammenarbeit mit der Raumplanung ausgerichtet ist. Es soll in einem Planungs- und Entscheidungsprozess zeit- und sachgerecht zum Einsatz kommen und das bedeutet, dass es sowohl auf bekannte wie auf potentiell mögliche Probleme aufmerksam macht, und dass es sowohl provisorische, auf Erfahrung basierende, wie auch definitive, auf Messkampagnen oder Sondermessnetzen abgestützte Vorbehalte umfassen kann. Solche Vorbehalte können sein: Inversionshäufigkeit, Kaltluftseen, Frostgefährdung, Nebel, mangelnde Besonnung, Windstille, Luftbelastung usw.

Klimavorbehalte können auch aus bestehenden geländeklimatischen Karten oder Klimaeignungskarten abgeleitet werden.

Letztlich geht es aber in der Zusammenarbeit zwischen Planern und Klimatologen darum, Zonen abzugrenzen, wo aufgrund bestehender Nutzungen bereits Konflikte (Belastungen) bestehen, oder wo allfällige Nutzungsänderungen infolge der klimatischen Eigenheiten sehr rasch Konflikte (Belastungen) schaffen können. Werden dabei die bereits existierenden oder in Zukunft potentiell möglichen Konfliktzonen für raumplanerische Zwecke besonders herausgearbeitet, so könnte man auch von Konfliktkarten (Belastungskarten) sprechen.

2.4. Klimatologisches Handbuch für die Planer

Für die kurzfristigen Entscheidungen braucht der Planer ein Instrument, das ihm mit Richtlinien und Empfehlungen, mit Checklisten und Fallbeispielen zeigt, wie die anstehenden Probleme gelöst werden könnten. Wir sind überzeugt, dass bei Orts- und Projektplanungen (Spitäler, Schulhäuser, Erholungsanlagen, Autobahnen, Industriestandorte usw.) viele Fehler hätten vermieden werden können, wenn ein einfaches Nachschlagewerk auf die zu beachtenden Faktoren aufmerksam gemacht hätte. Der Planer muss rasch entscheiden können, ob eine erste grobe Abschätzung des Problems genügt, oder ob eine gründliche klimatologische Begutachtung nötig ist. Dafür wünscht der Planer sehr einfache und klar formulierte Kriterien, wie sie besonders im Referat Spring gefordert wurden. Damit wird die Wissenschaft wieder in den Konflikt um die Definition von Grenz- und Richtwerten gedrängt, ein Problem, das auf nationaler Ebene noch nicht gelöst ist. Trotz dieser Unsicherheit sollten wir die Idee eines klimatologischen Handbuches für die Raumplanung sehr ernst nehmen, weil dadurch rasche Vorentscheide möglich sind und weil dadurch ein Pufferraum für genauere Abklärungen geschaffen werden kann.

Aufgrund dieser Forderungen wurde der Vorschlag gemacht, dass eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Klimatologen und Planern, diese Arbeit an die Hand nehmen müsste. Zweifellos hätte ein solches Handbuch grenzüberschreitende Bedeutung und in diesem Sinne wären wir auf die Mitarbeit von Kollegen und Spezialisten aus unseren Nachbarländern angewiesen.

2.5. Klimaatlas: Bereitstellung von Klimagrundlagen

Die charakteristischen Merkmale lassen sich folgendermassen zusammenfassen.

- Massstab: Nationale Ebene, Landesplanung (1 : 200 000 bis 1 : 1 000 000 oder kleiner).
- Genauigkeit: Das nationale Messnetz bildet die Basis, wobei die Umsetzung von punktuellen Messungen in flächenhafte Darstellungen wiederum ein schwieriges Problem bedeutet.
- Zeitbedarf für die Erstellung: Jahre bis Jahrzehnt.
- Sinn und Ziel: Aufarbeitung aller Klimaelemente in Karten und Tabellen, wenn nötig mit Erläuterungen.

An einem solchen Werk hat der Planer naturgemäss wenig Interesse, weil der Zeitbedarf ausserhalb seines Arbeitsprozesses liegt, weil die ausführliche Darstellung der einzelnen Klimaelemente ihm keine direkte Hilfe bietet und weil der nationale Massstab der meist kleinräumiger arbeitenden Planung meist nicht gerecht wird.

Wir müssen aber die grosse Bedeutung dieser Grundlagenarbeit gegenüber den Planern und Verwaltungsbehörden auch an dieser Stelle betonen. Für alle ihre Wünsche wie rasch erstellte Klimavorbehaltskarten, thematisch orientierte Klimaeignungskarten und selbst für die klare Ausstattung eines Handbuches brauchen wir diese Grundlagen.

3. Spezielle Anforderungen an die Planung aus der Sicht der Klimatologie

3.1. Auftragserteilung und verfügbare Zeit

Es ist sinnlos, die Wissenschaft beizuziehen, wenn die Entscheide bereits gefallen sind und wenn es höchstens noch um eine Rechtfertigung dieser Entscheide geht. Wäre es nicht möglich, in einem zeitlich gestaffelten Planungsverfahren die Klimatologie und andere Wissenschaftsbereiche der Oekologie rechtzeitig

in einem ebenfalls gestaffelten Vernehmlassungsverfahren einzuschalten? Das Instrument der Klimavorbehaltskarte würde sich zu diesem Zweck ausgezeichnet eignen und würde weitreichende Fehlentscheide verhindern oder zumindest vermindern. In diesem Sinne geht die dringende Bitte an die Planer, klimatische und ökologische Aspekte in der Planung rechtzeitig in die Diskussion zu bringen, damit eine genügende Reaktionszeit und eine vernünftige Antwort möglich ist.

3.2. Langfristig wichtige Fragen in einem kurzfristig ökonomisch-politisch dominierten Planungsprozess

Die Klimatologie und die ökologischen Wissenschaften im allgemeinen liefern in den heute noch üblichen Entscheidungsprozessen einen bescheidenen und vielfach noch wenig beachteten Beitrag. Wirtschaftliche Elemente, Grundbesitzverhältnisse und politische Aspekte dominieren. Aber gerade deshalb sollten wir vermehrt daran denken, dass diese dominierenden Kräfte, die lokal und kurzfristig entscheiden und handeln wollen, selten bereit sind, die überlokalen und irreversiblen Auswirkungen und vor allem die langfristige Sicht über unsere Generation hinaus zu berücksichtigen. Diese Beurteilungskriterien scheinen uns aber immer wichtiger und immer unumgänglicher. Sie sollten vor jedem anderen Kriterium den Vorrang haben und dazu müssten sich verantwortungsbewusste Planer und Wissenschaftler eine gemeinsame Sprache, ein gemeinsames Denken und ein beidseitig brauchbares Instrumentarium schaffen. Wir müssen lernen, die wirklich wichtigen Fragen zu sehen und zu stellen. Wir müssen aber auch den Mut haben, uns für ihre Abklärung die nötige Zeit zu verschaffen. Schliesslich liegt es auch an uns, einer betroffenen Öffentlichkeit die Gründe für unseren Entscheid einfach und sachlich so darzulegen, dass ein sinnvoller politischer Entscheid möglich ist. Zusammengefasst sind wir gemeinsam dafür verantwortlich, dass die wichtigen Fragen zur richtigen Zeit gestellt werden, damit wir in den komplizierten Entscheidungsmechanismen mit den richtigen Argumenten im richtigen Zeitpunkt intervenieren können.

4. Grenzüberschreitende Zusammenarbeit

4.1. Unterschiede in klimatologischen Fragestellungen

Selbstverständlich werden die Probleme von Land zu Land, aber auch von Region zu Region sehr verschieden sein. Die klimatologischen Probleme im Raum Innsbruck werden völlig anders sein als im Raum des Oberrheins, die bioklimatischen Fragen werden bei einem Hochgebirgs-Massentourismus ganz anders sein als bei einem Naherholungstourismus einer Grossstadt usw. Alle diese raum- und sachbezogenen Differenzen bedeuten aber nicht, dass eine Zusammenarbeit über die Grenzen hinweg nicht sinnvoll wäre. Im Gegenteil, eine gemeinsame Absprache in methodischen und fachlichen Fragen (z. B. Klimaeignungskarten, Handbuch für Planer usw.) würde für Klimatologen und Planer anregend und fördernd wirken.

4.2. Unterschiede in Planungsstrukturen und Planungsprozessen

Selbstverständlich wird auch in diesem Bereich jedes Land seine Besonderheiten haben. Aber die ganz konkreten Probleme und die zu fällenden Entscheide (z. B. Lufthaushalt einer Stadt, Ausscheidung von Erholungszonen, Standortplanungen für Verkehr und Industrie usw.) werden doch über die Grenzen hinweg vergleichbar sein. Auch wenn Strukturen und Kompetenzen in der Raumplanung staatenweise verschieden geregelt sind, so würde doch eine Zusammenarbeit helfen, die Kriterien zur Durchsetzung wichtiger Entscheide abzustimmen.

4.3. Unterschiede in der Gesetzgebung und in den politischen Entscheidungsprozessen

Selbstverständlich wird auch in diesem Bereich jeder Staat, jedes Land oder jeder Kanton seine besonderen Wege gehen. Trotz dieser Verschiedenheiten war es doch für uns äusserst wertvoll zu hören, wie die USA heute mit ihren umfassenden Umweltverträglichkeitsprüfungen ihre Probleme angeht (Referat Carrel) oder wie ein deutsches Bundesland die Berücksichtigung des Klimas in

der Raumplanung in seiner Gesetzgebung verankert (Referat Schirmer). Diese gegenseitige Information zeigt uns Beispiele und Lösungen, die in ihrem grundsätzlichen Gehalt übertragbar sind, auch wenn sie den eigenstaatlichen Strukturen angepasst werden müssen.

5. Konstituierung einer Arbeitsgruppe "KLIMA UND PLANUNG"

Die Anregung wurde von verschiedener Seite gemacht, dass "KLIMA UND PLANUNG 79" nicht eine einmalige Veranstaltung bleiben dürfe. Dieser Bereich der Umweltprobleme ist zu wichtig, um vernachlässigt zu werden. Vor allem aber hat sich gezeigt, dass solchermaßen komplexe und interdisziplinäre Probleme nur in Zusammenarbeit von Naturwissenschaftlern, Planern, Juristen und Politikern gelöst werden können. Die Wissenschaft allein kann höchstens Probleme zeigen, aber nicht Lösungen realisieren. In diesem Sinne ist die fach- und grenzüberschreitende Zusammenarbeit von höchster Dringlichkeit.

Die Teilnehmer sind sich aber auch einig geworden, dass eine nächste Tagung erst stattfinden darf, wenn anstehende Probleme gefördert und notwendige Fortschritte erzielt worden sind. Dazu aber braucht es Mitarbeiter: Planer und Klimatologen haben sich bereiterklärt, Zeit und Erfahrung zur Verfügung zu stellen. Für die schweizerische Seite soll im Rahmen des Projektes "KLIMAATLAS DER SCHWEIZ" die Zusammenarbeit zwischen Klimatologen und Planern fortgeführt werden. Die übergeordneten und grenzüberschreitenden Probleme aber, wie sie in diesem Schlussbericht zusammengestellt wurden, sollten mit unseren Kollegen und Spezialisten aus den Nachbarländern im kleinen Kreise, in zwangloser Form und in einer für alle Interessenten offenen Arbeitsweise weitergeführt werden. Die Ergebnisse und die Fortschritte dieser Zusammenarbeit werden bestimmen, wann die nächste Tagung "KLIMA UND PLANUNG" stattfinden wird.

AUTOREN- UND TEILNEHMERVERZEICHNIS

- AERNI, Prof. K. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
- AMREIN, Dr. R. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
- AUBERT, C. Service de climatologie de la Suisse romande, CH-1215 Genève 15
- BALZLI, M. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
- BERLINCOURT, P. Sandrainstr. 83, CH-3007 Bern
- BERNASCONI, A. Sager, CH-4954 Wyssachen
- BERZ, B. Büro Berz und Droux, Monbijoustr. 29, CH-3011 Bern
- BIERI, L. Schulhausstr. 21, CH-3302 Moosseedorf
- BRENNI, S. Dipartimento dell'ambiente, Sez. pianificazione urbanistica, CH-6500 Bellinzona
- BRIDEL, Prof. L. Institut de Géographie, Dorigny, CH-1015 Lausanne
- BUEHLER, B. Stadtplanbüro Basel-Stadt, Rittergasse 11, CH-4051 Basel
- CARREL, Dr. L. F. Kant. Direktion für Verkehr, Energie- und Wasserwirtschaft, Rathauspl. 1, CH-3011 Bern
- CIOTTO, Dr. A. Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich, CH-8090 Zürich
- DISTELI, Dr. M. Abteilung Raumplanung, Obere Vorstadt 40, CH-5000 Aarau
- FLIRI, Prof. F. Institut für Alpengeographie, Innrain 52, A-6020 Innsbruck
- FLORIN, D. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
- FRAUENFELDER, E. Kant. Planungsamt, Gerechtigkeitsgasse 36, CH-3011 Bern
- FREY, R. Stegenhalde 4c, CH-6130 Willisau
- FUHRER, J. Botanische Institute, Altenberggrain 21, CH-3013 Bern
- GAFNER, E. CH-3801 Beatenberg
- GENSHEIMER, P. Stadtplanungsamt Biel, Zentralplatz 47, CH-2500 Biel
- GENSLER, Dr. G. A. Schweiz. Meteorologische Anstalt, Krähbühlstr. 58, CH-8044 Zürich
- GINSBURG, PD Dr. T. Geographisches Institut ETH, Sonneggstr. 10, CH-8006 Zürich
- GIOVANNONI, J. M. IPEN, Av. d'Apples 17, CH-1006 Lausanne
- GUTERMANN, Dr. T. Schweiz. Meteorologische Anstalt, Krähbühlstr. 58, CH-8044 Zürich
- HADER, Dr. F. Eichenweg 7, A-2380 Perchtoldsdorf
- HAEBERLI, Dr. R. Delegierter für Raumplanung, Bundesrain 20, CH-3003 Bern
- HIRT, W. CH-3423 Ersigen
- ISCHI, M. Planungsverband Region Oberaargau, Farbgasse 7, CH-4900 Langenthal
- JEANNET, P. Station aérologique, CH-1530 Payerne
- JEANNERET, Dr. F. Le sentier 14, CH-2534 Orvin
- JORDAN, R. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
- JUNOD, Dr. A. Institut Suisse de Météorologie, Les Invuardes, CH-1530 Payerne
- KARLEN, J. Abteilung Raumplanung, Obere Vorstadt 40, CH-5000 Aarau
- KARRASCH, Prof. H. Geogr. Institut Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld, BRD-6900 Heidelberg
- KIENHOLZ, H. Kranichweg 15, CH-3074 Muri b. Bern
- KIRCHHOFER, Dr. W. Schweiz. Meteorologische Anstalt, Krähbühlstr. 58, CH-8044 Zürich

KOCHER, H. P. LS Seeland, CH-3232 Ins
 KRAMER, E. Schönenbühl 11, CH-3414 Oberburg
 KRUMMEN, A. Junkerngasse 13, CH-3011 Bern
 KUENDIG, Prof. W. Lachenacker, CH-8049 Zürich
 KUNZ, S. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
 LANG, P. Kant. Planungsamt, Gerechtigkeitsgasse 36, CH-3011 Bern
 LICHTENEGGER, B. Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer, Forchstr. 395, CH-8029 Zürich
 MAEDER, Dr. F. Schaufelbergerstr. 36, CH-8055 Zürich
 MATHYS, Dr. H. Kant. Amt für Industrie und Gewerbe, Laupenstr. 2, CH-3008 Bern
 MAURER, Dr. R. Kornweidliweg 9, CH-3700 Spiez
 MESSERLI, Prof. B. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
 MEYER, W. Fuchsstr. 3, CH-3063 Ittigen
 MICHEL, H. Kant. Planungsamt, Gerechtigkeitsgasse 36, CH-3011 Bern
 MOSER, H. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
 MUELLER, Prof. F. Geogr. Institut ETH, Sonneggstr. 5, CH-8092 Zürich
 PEGUY, Prof. CH.-P. CNRS, E.R. 30, B.P. 53, Centre du Tri, F-38041 Grenoble-Cedex
 PESTALOZZI, P. Vennerweg 12, CH-3006 Bern
 PETERS, Dr. B. Falkenweg 9, CH-3012 Bern
 PORTMANN, Prof. J.-P. Institut de Géographie, Coq d'Inde 10, CH-2000 Neuchâtel
 REIST, D. Stadtplaner, Schwarztorstr. 9, CH-3001 Bern
 ROQUES, E. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
 ROTEN, Prof. M. 43, Rte de Loèche, CH-1950 Sion
 SCHAFFER, H. P. Bleichestr. 14, CH-4900 Langenthal
 SCHAFFNER, Ch. Waldgartenstr. 6, CH-8125 Zollikerberg
 SCHIRMER, Prof. H. Deutscher Wetterdienst, Zentralamt, Frankfurterstr. 135, BRD-6050 Offenbach
 SCHÜEPP, PD Dr. W. Gesundheitsamt Basel, Hirschgässlein 21, CH-4000 Basel 10
 SCHWAB, Z. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
 SCHWABE, Dr. E. Redaktor, Breichtenstr. 18, CH-3074 Muri b. Bern
 SCHWARZ, W. Forstinspektion Oberland, Lawindienst, Schloss 2, CH-3800 Interlaken
 SPRING, W. Länggasse 9, CH-3600 Thun
 STETTLER, Dr. A. Bundesamt für Umweltschutz, CH-3003 Bern
 STUERM, Dr. B. Lämmli brunnenstr. 62, CH-9000 St. Gallen
 TERCIER, P. Station aérologique, CH-1530 Payerne
 THELIN, G. Delegierter für Raumplanung, Bundesrain 20, CH-3003 Bern
 TSCHUMI, L. Mauborget 15, CH-1510 Moudon
 VOLZ, R. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
 WANNER, Dr. H. Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
 WEISCHET, Prof. W. Geogr. Institut, Werdering 4, BRD-7800 Freiburg i. B.

WENGI, M.
WINIGER, Dr. M.
WITMER, U.
ZINGG, Dr. T.

Abteilung Raumplanung, Obere Vorstadt, 40, CH-5000 Aarau
Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
Geogr. Institut der Universität Bern, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern
Bergstr. 100, CH-8708 Männedorf

GEOGRAPHICA BERNENSIA

Bisher sind erschienen:

- | | | |
|------|---|--|
| B 1 | AMREIN Rudolf: Niederlande – Feldstudienlager 1976, 1979 | Fr. 24.– |
| B 2 | MATTIG F., MESSERLI P., ZEITER H.P.: Feldstudienlager Aletsch, 1980 | Fr. 20.– |
| G 1 | WINIGER Matthias: Bewölkungsuntersuchungen über der Sahara mit Wettersatellitenbildern, 1975 | Fr. 30.– |
| G 2 | PFISTER Christian: Agrarkonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland 1755–1797, 1975 | Fr. 48.– |
| G 3 | JEANNERET François: Klima der Schweiz: Bibliographie 1921–1973; mit einem Ergänzungsverzeichnis von H. W. Courvoisier, 1975 | Fr. 15.– |
| G 4 | KIENHOLZ Hans: Kombinierte geomorphologische Gefahrenkarte 1 : 10'000 von Grindelwald, mit einem Beitrag von Walter Schwarz, 1977 | Fr. 48.– |
| G 5 | BUCHMÜLLER P., EGLI H. R., PESTALOZZI P., WIESMANN U.: Dorf und Flur der Gemeinde Lohn (SH), 1977 | vergriffen |
| G 6 | JEANNERET François und VAUTIER Philippe: Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft in der Schweiz – Levé cartographique des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse, 1977 | Textband Fr. 20.–
Kartenband Fr. 36.– |
| G 7 | WANNER Heinz: Zur Bildung, Verteilung und Vorhersage winterlicher Nebel im Querschnitt Jura–Alpen, 1979 | Fr. 28.– |
| G 8 | Simen Mountains – Ethiopia, Volume 1: Cartography and its application for geographical and ecological problems, 1978 | Fr. 36.– |
| G 9 | Kamerun – Grundlagen zu Natur- und Kulturraum. Probleme der Entwicklungszusammenarbeit, 1978 | Fr. 43.– |
| G 10 | MESSERLI Paul: Beitrag zur statistischen Analyse klimatologischer Zeitreihen, 1979 | Fr. 24.– |
| P 1 | GROSJEAN Georges: Raumtypisierung nach geographischen Gesichtspunkten als Grundlage der Raumplanung auf höherer Stufe, 1975 (2. Aufl.) | Fr. 35.– |
| P 2 | ÜHLINGER Heiner: Räumliche Aspekte der Schulplanung in ländlichen Siedlungsgebieten. Eine kulturgeographische Untersuchung in sechs Planungsregionen des Kantons Bern, 1975 | Fr. 25.– |
| P 3 | ZAMANI ASHTIANI Farrokh: Province East Azarbayejan Iran, Geographical Study for an Environment Development Proposal, 1979 | Fr. 24.– |
| P 4 | MAEDER Charles: Raumanalyse einer schweizerischen Grossregion, 1980 | Fr. 18.– |
| P 5 | KLIMA UND PLANUNG 79. Bericht der Tagung am Geographischen Institut der Universität Bern, 1980. | Fr. 25.– |
| S 1 | AERNI K., AFFOLTER R., WENGER F., WÜTHRICH U.: Die Schweiz und die Welt im Wandel, 1975 | Fr. 7.– |
| S 2 | PFISTER Christian: Autobahnen verändern eine Landschaft, 1978 | Fr. 9.– |
| | 1 Klassensatz des Schülerteils (8 Blätter in je 25 Expl.) | Fr. 9.– |
| | 1 Satz Dias (20 Dias, kommentiert im Textband) | Fr. 28.– |
| S 3 | BICHSEL Ulrich, KUNZ Rudolf: Indien – Entwicklungsland zwischen Tradition und Fortschritt, 1979 (2. Auflage) | Fr. 16.– |
| | Schülerpreis ab 15 Exemplaren | Fr. 7.– |
| | 90 Dias | Fr. 180.– |
| S 4 | AERNI Klaus et al.: Die Schweiz und die Welt im Wandel. Teil 1: Arbeitshilfen und Lernplanung (Sekundarstufe I + II), 1979 | Fr. 8.– |
| S 5 | AERNI Klaus et al.: Die Schweiz und die Welt im Wandel. Teil 2: Lehrerdokumentation, 1979 | Fr. 28.– |
| U 1 | GROSJEAN Georges: Die Schweiz. Der Naturraum in seiner Funktion für Kultur und Wirtschaft, 1975 | Fr. 8.50 |
| U 2 | GROSJEAN Georges: Die Schweiz. Landwirtschaft, 1975 | Fr. 15.– |
| U 3 | GROSJEAN Georges: Die Schweiz. Geopolitische Dynamik und Verkehr, 1978 | Fr. 12.– |
| U 4 | GROSJEAN Georges: Die Schweiz. Industrie, 1975 | Fr. 12.– |
| U 9 | GROSJEAN Georges: Kartographie für Geographen I. Allgemeine Kartographie, 1974 | Fr. 17.– |
| U 10 | GROSJEAN Georges: Kartographie für Geographen II. Thematische Kartographie, 1975 | Fr. 13.– |
| U 12 | AERNI Klaus: Kartenzeichnen und Arbeitstechnik. Skriptum und Unterlagen zum prop.-geogr. Praktikum, 1976 | Fr. 20.– |
| U 13 | MESSERLI Bruno, WINIGER Matthias (Leitung): Probleme der Entwicklungsländer (Seminararbeit), 1977 | Fr. 18.– |
| U 14 | Grindelwald. Bericht des Feldstudienlagers 1977, 1978 | Fr. 8.– |
| U 15 | MATTIG Franz: Genese und heutige Dynamik des Kulturraumes Aletsch, dargestellt am Beispiel der Gemeinde Betten-Bettmeralp, 1978 | Fr. 36.– |

