

# Klima und Luftverschmutzung

R. Maurer

Geographisches Institut der Universität Bern, Abt. Regionalklimatologie.

## Beziehungen zwischen Klima und Luftverschmutzung

Klima und Luftverschmutzung sind eng miteinander verkoppelt. Einerseits führen die jährlichen Belastungen der Erdatmosphäre mit Tausenden von Tonnen Luftschadstoffen (Gas, Dämpfe, Aerosole, Russ, Staub) zu Klimaveränderungen, die zurzeit in ihrer globalen Auswirkung zum Teil erst erahnt werden können, regional und lokal aber bereits mancherorts für Flora, Fauna und Menschen schädliche Ausmasse erreicht haben. Andererseits bestimmen Klimaelemente wie etwa Winde, Temperaturschichtung und Niederschlag weitgehend Prozesse der Verdünnung, des Transportes und der Verteilung der Luftfremdstoffe in den Luftmassen der Atmosphäre.

### 1. Klimaveränderung durch Luftverschmutzung

#### 1.1. Globale Belastungen

Die durch Energieproduktion, Industrie, Verkehr, Hausbrand und allerlei Prozesse moderner Technologien täglich in gewaltigen Mengen in die Atmosphäre ausgestossenen Luftfremdstoffe belasten die bodennahen Luftmassen heute derart, dass die Folgen dieser Eingriffe weltweit Gegenstand umfassender Untersuchungen bilden und alle Überlegungen für zukünftige Energieversorgungs-konzeptionen in grossem Masse beeinflussen.

Die möglichen Konsequenzen weiterer Belastungen dieser Art in noch beschleunigtem Masse sind bekannt:

«Treibhauseffekt»: Verminderung der Durchlässigkeit der von der Erde ausgehenden Wärmestrahlung – Temperaturanstieg in den bodennahen Luftschichten – globale Erwärmung.

«Trübungseffekt»: Absorption der einfallenden Sonnenstrahlung durch Staubtrübung in der höheren Atmosphäre – Absinken der Temperatur in den bodennahen Luftschichten – globale Abkühlung.

«Verschmutzungseffekt»: Zunehmende Verschmutzung der Eismassenoberflächen (Arktis, Antarktis, Hochgebirge) – Beschleunigtes Abschmelzen der Eismassen – Veränderte Rückstrahlungsverhältnisse auf der Erdoberfläche (mehr Wasserfläche und weniger Eisfläche) – Temperaturanstieg – globale Erwärmung.

Dass globale Klimabeeinflussungen dieser Art heute eingeleitet sind, wird von der Wissenschaft nicht mehr bezweifelt. Welche Effekte aber überwiegen werden, ob es schon in naher Zukunft zu einer globalen Erwärmung mit rascher Ausbreitung der Wüstengebiete oder aber zu einer Abkühlung mit Zunahme der Vereisung kommen wird, ist noch ungewiss. Man glaubt aber mit Sicherheit zu wissen, dass bereits sehr geringfügige Verschiebungen der globalen Temperaturverhältnisse derart schwerwiegende Veränderungen auslösen könnten.

**Die Luftverunreinigung in Grossstädten und Industriezonen kann zu lokal einschneidenden Klimaveränderungen führen. In dieser Arbeit wird die gegenseitige Beeinflussung von Klima und Luftverunreinigung analysiert und anhand des Beispiels der Region Bern illustriert, wie klimatische Faktoren bei der Regionalplanung berücksichtigt werden müssen.**

#### 1.2. Regionale Belastungen

Die Ballung von Grosse-mitteln in Grossstädten und Industriezonen kann zu lokal einschneidenden Klimaveränderungen führen. Bekannt sind die durch Verbrennungsprozesse verursachten Smog-Erscheinungen mit weitgehender Abschirmung der Sonneneinstrahlung etwa in Kalifornien (Los Angeles) oder in der nordwestlichen Po-Ebene (Industrieraum Mailand-Turin).

Diese Trübungen führen zur Verminderung des thermischen Luftmassenaustausches, was zu hohen Schadstoffkonzentrationen mit zahlreichen Folgeerscheinungen in Bodennähe führt.

Die Belastung der Luftmassen über bebautem Gebiet durch Wärme, Gase und Staubpartikel kann neben der Beeinflussung des Strahlungshaushaltes aber auch Veränderungen im Niederschlagsgeschehen bewirken. Über nordamerikanischen Städten konnten folgende Beeinflussungen gegenüber dem Umland festgestellt werden [1]:

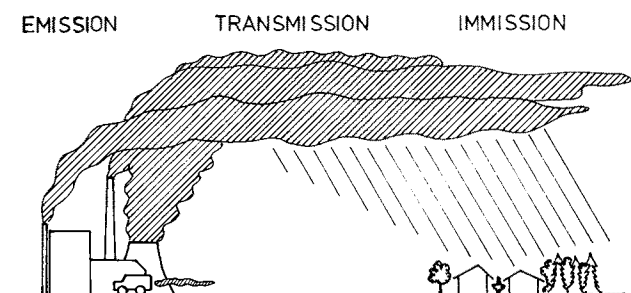
Zunahme der Gesamtniederschlagsmenge um	5-10%
Zunahme der Tage mit weniger als 5 mm Niederschlag um	10%
Zunahme des Schneefalles um	5%

Schirmer [4] wies kürzlich in einem Vortrag in Bern darauf hin, dass mehrere «Niederschlagsstrassen», die sich mehr als 100 km weit über Deutschland verfolgen lassen, ihren Ausgangspunkt über westdeutschen Industriestädten haben.

Untersuchungen über das Niederschlagsgeschehen in der Region Bern deuten Beeinflussungen des Niederschlagsgeschehens selbst durch relativ geringmächtige Überbauungen wie die Stadt Bern an [3]. Bereits mehrmals konnten durch Abgasschwaden des städtischen Fernheizwerkes und der Kehrlichtverbrennungsanlage hervorgerufene Nieselregen und leichte Schneefälle in den Quartieren im Norden und Nordwesten der Stadt Bern beobachtet werden.

### 2. Klimaelemente steuern Verdünnung und Verteilung der Luftschadstoffe

Die von Schadstoffquellen ausgehenden Luftbelastungen (Emissionen) werden durch Klimaelemente auf die nähere oder weitere Umgebung verteilt (Trans-



Figur 1  
Klimaelemente wie Wind, Temperaturschichtung und Niederschlag sorgen für die Verdünnung und Verteilung der Schadstoffemissionen.

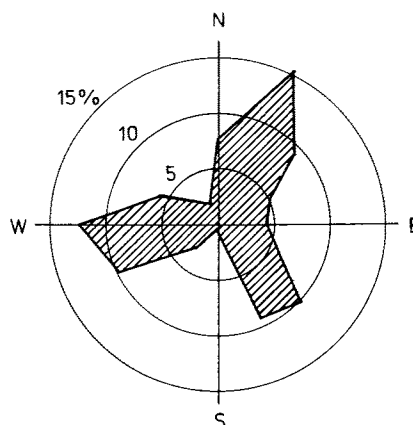
mission) und gelangen dort zur Ablagerung (Immission) (vgl. Fig. 1). Wichtigste Transmissionselemente sind dabei die Winde, grossen Einfluss auf die Schadstoff-Immissionskonzentrationen hat die Temperaturschichtung der bodennahen Luftmassen (besonders bei Inversionsschichtung).

### 2.1. Bedeutung der Ventilation

Die stratosphärischen Austauschströmungen vermögen durch ihre grosse Geschwindigkeit in der Höhe Staubpartikel, Russteile und Gasschwaden über grosse Distanzen zu verfrachten. Zahlreiche Beispiele derart interkontinentaler Verfrachtungen sind heute bekannt. So wurden etwa radioaktiv belastete Staubwolken verschiedener Atomexplosionen durch die Zirkulationsströmungen der unteren Stratosphäre mehrmals um den Erdball verfrachtet. Bei heftiger Höhensüdströmung erreichen feinste Staubteile aus saharischen Sandstürmen unsere Alpen und werden als Ablagerung auf unseren Gletschern gefunden. Russteilchen der gewaltigen Wald- und Steppenbrände südwestlich von Moskau im Sommer 1973 wurden durch heftige Westwinde bis nach Sibirien verschleppt. Durch den Einfluss von Schadgasen aus den nordwesteuropäischen Industriegebieten kommt es in südschandinavischen Binnengewässern zur Verschiebung des Säuregehaltes.

Höhenströmungen verfrachten Schadstoffe über riesige Distanzen und führen dabei zu starken Verdünnungen. Dadurch sind derart weithertransportierte Immissionen kurzfristig kaum schädlich. Die lufthygienische Bedeutung dieser Verfrachtungen liegt wohl eher darin, dass sie uns bewusst macht, wie sehr das Anliegen der Luftreinhaltung ein Problem ist, das in seiner Auswirkung alle und nicht nur den Verursacher trifft.

Bodennahe Windströmungen aber mit regelmässigen, kanalisierten, schwachen Luftmassenverschiebungen können zu lokal erheblichen Belastungen führen. Die Kenntnisse derartiger Ventilationsmechanismen sollten daher in der Raumplanung und bei der Standortwahl sowohl von Grosseigentümern, wie auch



Figur 2  
Windrose der MZA Station Bern: Hauptwinde sind Bise, Westwind und Aaretalwind.

bei der Planung von Wohn- und Erholungsgebieten vermehrt Beachtung finden.

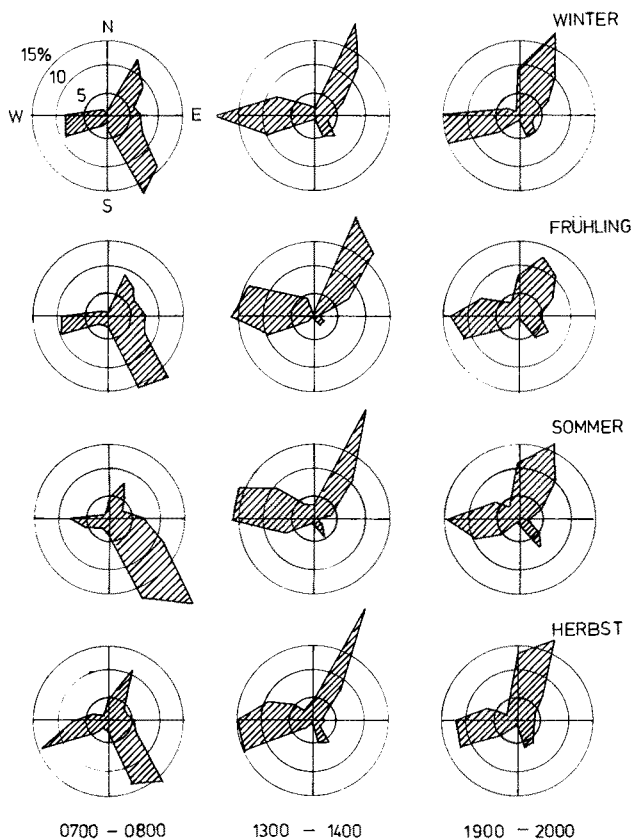
An einem Beispiel aus der Region Bern sei diese Problematik näher dargestellt.

#### 2.1.1. Ventilationsprobleme in der Stadtregion Bern

Das Berner Becken wird durch die Geländeeinschnitte im Nordosten (Senke von Zollikofen-Moosseedorf), im Westen (Riedbachsenke und Wohlensee-graben) wie auch im Südosten (Aaretal) durchlüftet. Die sich bis 500 m über das tiefste Stadtniveau erhebenden Höhenzüge des Frienisberg, Bantiger und Gurten-Ulmizberg schirmen bestimmte Windströmungen ab. So zeigt denn die Windrose der MZA Station Bern (Fig. 2) als Hauptwindherkunftsrichtungen Nordost, West und Südost. Eine differenzierte Untersuchung hat nun ergeben, dass Nordostwind und Westwind durchaus der im Mittelland üblichen Gradientwindströmung parallel zum Alpenhauptkamm entspricht. Die Südostkomponente dagegen darf nicht nur dem Föhneinfluss zugeschrieben werden. Vielmehr wirkt hier ein Berg-Talwind-System, das den Raum der Stadt Bern regelmässig mit Frischluft aus dem Alpenraum versorgt. Der Vergleich der Windrosen mehrerer Tagesstunden (Fig. 3) zeigt, dass dieser Südostwind über alle Jahreszeiten hinweg einem Tagesgang unterworfen ist (Bergwind in der Nacht und am frühen Vormittag, Talwind am Nachmittag).

Die meist mit Windstärken von über 2 m/s einfallenden West- und Nordostwinde tragen mit zur Reinigung der Stadtluft bei. Belastete Luftmassen werden aus dem Stadtraum wegverfrachtet und über dem umliegenden Gebiet stark verdünnt.

Den aus dem Alpenraum abfliessenden Kaltluftmassen mit Windstärken von meist weniger als 1 m/s kommt eine andere Bedeutung zu. Die reinigende Wirkung der bodennah fliessenden Kaltluft ist gering. Da-



Figur 3  
Windrose der MZA Station Bern zu bestimmten Tagesstunden über alle Jahreszeiten – die Südostkomponente (Aaretalwind) ist deutlich einem Tagesgang unterworfen.

gegen beeinflusst die regelmässige Zufuhr wenig belasteter Frischluft die Qualität der Stadtluft über Bern sehr positiv.

2.1.2. Planerische Konsequenzen

Was gilt es aus diesen Kenntnissen der Ventilationsverhältnisse für die Planung abzuleiten?

Die reinigende Wirkung der relativ kräftigen Gradientwinde sollte möglichst erhalten bleiben. Die wichtigsten Ventilationsrinnen im Westen und Nordosten der Stadt müssten daher möglichst offen gehalten werden.

Durch massive Hochhausüberbauungen gerade im Westen Berns werden nun diese Windkanäle immer mehr verbaut und die Strömungsverhältnisse dadurch nachteilig beeinflusst. Die Transportkraft der Winde wird durch Erhöhung der Bodenrauigkeit herabgesetzt. Tieflagen im Stadtzentrum werden dadurch nur noch ungenügend durchlüftet. Die Ventilation in der orographischen Beckenlandschaft der Region Bern wird durch eine architektonische Stadtbeckenlandschaft mit einem Kranz von Hochbausiedlungen wei-

ter verschlechtert. Die Planung künftiger Siedlungen an der Peripherie Berns sollte diesem Umstand vermehrt Rechnung tragen.

Von grosser Wichtigkeit für die lufthygienischen Verhältnisse in Bern ist die nächtliche Versorgung mit wenig belasteter Frischluft aus dem Alpenraum. Hier gilt es dafür zu sorgen, dass diese Luft auch unbelastet bleibt. Eine Bestückung etwa des Aaretals zwischen Bern und Thun, des Gürbetales oder des Worbentales mit Grosseinstallen (Kraftwerke, Verbrennungsanlagen, Fernheizwerke, Industriekomplexe) muss unbedingt vermieden werden. Emissionen aus diesem Gebiet gelangen mit grosser Sicherheit in den Bereich der Stadt Bern.

2.2. Temperaturschichtung

Bei normaler Temperaturschichtung in den Luftmassen der Troposphäre nimmt die Lufttemperatur mit zunehmender Höhe konstant ab. Bei diesen Temperaturverhältnissen entstehen vertikale Austauschströmungen. Bodennahe Emissionen werden in grosse Höhen verfrachtet und stark verdünnt. Winde dringen bis in Tieflagen ein und wirken dort reinigend (Fig. 4a).

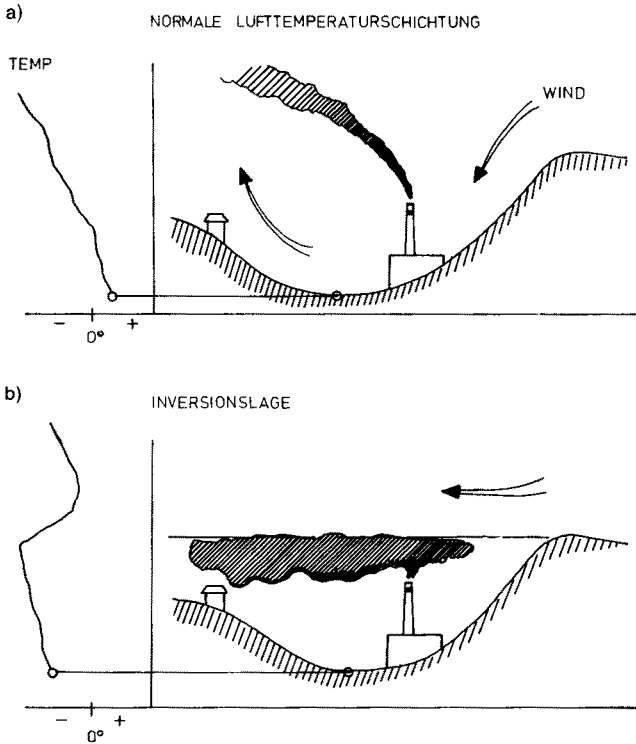
Sehr oft tritt nun der Fall auf, dass die normale Temperaturschichtung gestört wird. Das Einströmen kalter Luftmassen oder die starke Ausstrahlung in einer wolkenlosen Nacht können dazu führen, dass sich in Becken, Talungen und Gräben Kaltluft ansammelt. Über diesem Kaltluftsee bildet sich ein Warmluftdeckel. Diese Situation wird als *Inversion* bezeichnet. In der kälteren Jahreszeit werden derartige Inversionen oft durch Nebelausbreitung sichtbar. Inversionen sind auch im Sommer häufig, werden aber weniger als solche erkannt.

Inversionen wirken sich nun auf die Verteilungsprozesse der Luftschadstoffe besonders nachteilig aus. Der vertikale Luftmassenaustausch ist weitgehend unterbunden. Luftschadstoffe bleiben in relativ geringem Luftvolumen zurück und erreichen dadurch hohe Konzentrationen. Die Winde gleiten über den Kaltluftsee hinweg und dringen nicht mehr bis in Tieflagen ein (Fig. 4b).

Mehrtägige bodennahe Inversionen in Gebieten mit massiver Luftverschmutzung können katastrophale Folgen haben. Eine ganze Reihe Inversionskatastrophen sind heute bekannt. Die wohl verheerendste Wirkung hatte eine mehrtägige Inversion über London im Jahre 1952, die zu derart hohen Schwefeldioxyd- und Russkonzentrationen führte, dass dem dichten Smog gegen 4000 Menschen zum Opfer fielen.

Kenntnisse über Häufigkeit, Ausdehnung, Mächtigkeit und Dauer von Inversionslagen sind bei der Standortwahl wichtiger Emittenten von grosser Bedeutung.

An einem kleinräumigen Beispiel aus der Region Bern seien einige Aspekte dieser Problematik näher erläutert.



Figur 4a + 4b  
 Bei normaler Temperaturschichtung entweichen Emissionen in grosse Höhen und werden dadurch stark verdünnt. Emissionen bei Inversionslage dagegen bleiben im Kältesee zurück und erreichen hohe Konzentrationswerte.

2.2.1. Die Belastbarkeit des Aaregrabens nördlich von Bern

Nördlich der Stadt Bern, vom Stadtgebiet durch den Bremgartenwald abgetrennt, erstreckt sich von Bremgarten bis zum Wohlensee in west-östlicher Richtung der im Mittel rund 70 m tief eingeschnittene und nur hundert Meter breite Graben der Aare. In dieser Grabenregion wurden vom Geogr. Institut der Universität Bern detaillierte Untersuchungen der Klimaverhältnisse durchgeführt, um Anhaltspunkte über die Belastbarkeit dieses Raumes zu erhalten [2].

Den Anstoss zu den Untersuchungen hatten Interessenkollisionen in diesem Gebiet gegeben. Der Aaregraben bildet als tiefstgelegenes Gemeindegebiet der Stadt Bern idealen Standort für die städtischen Abwasserreinigungsanlagen. Andererseits bilden die windgeschützten Südhänge des Grabens idealen Wohnraum für die Anstössergemeinden im Norden. Zudem lassen Naturschönheiten das Grabengebiet als stadtnahen Erholungsraum ideal erscheinen. Abwasserreinigung - Wohnquartiere - Erholungsraum - derart divergierende Funktionen lassen sich vielleicht in klimatisch sehr günstigen Gebieten vereinigen. In Regionen aber, die durch ein reliefbedingtes Eigenklima beeinträchtigt sind, muss eine derart unkoordinierte Planung und Entwicklung zum Konflikt führen.

Dass die Belastbarkeit des Aaregrabens nördlich von Bern beschränkt ist, haben die durchgeführten Untersuchungen gezeigt.

Die relativ steilen, bewaldeten Grabenhänge im Süden bewirken eine schlechte Besonnung des Talgrundes. Dies hat zur Folge, dass Inversionen im Graben häufig sind. Lufttemperaturmessungen auf verschiedenen Niveaus des Grabens haben ergeben, dass die Zahl der Stunden mit Inversionslage rund viermal höher liegt als diejenige für Inversionsstunden über der Stadt Bern. Von 3360 erfassten Stunden wies die Grabenregion 1678 Stunden, der Stadtraum Bern dagegen lediglich 418 Stunden Inversion auf. Der bis an den Grabenrand reichende Kaltluftsee ist im Winter meist als dichter Nebel klar erkennbar.

Sollte diese Grabenregion weiter unkoordiniert überbaut und mit Emittenten aller Art bestückt werden, so könnten sich aufgrund der schlechten Ventilationsverhältnisse und der häufigen Inversionen lokal ungünstige Luftschadstoff-Konzentrationen ergeben. Dies um so mehr, als die starke Dezimierung des schützenden Bremgartenwaldes im Rahmen des Nationalstrassenbaues mit breiten Zubringerschneisen ein zusätzliches Abfliessen belasteter Stadtluft in den Graben immer mehr begünstigt.

3. Regional- und lokalklimatische Gegebenheiten müssen in der Raumplanung vermehrt berücksichtigt werden.

Die beiden Beispiele, Einfluss des Aaretalwindes und damit der Talregion Thun-Bern auf die Luftqualität in der Stadtregion Bern sowie beschränkte Belastbarkeit der Grabenregion bei Bremgarten durch häufige Inversionen, lassen Probleme erkennen, die über die Region Bern hinaus ihre Bedeutung haben:

- Planung in klimatisch vorbelasteten Gebieten ist doppelt wichtig. Sie muss geographische Einheiten (Talschaften, Beckenregionen, Grabenräume) als Ganzes erfassen, über politische Grenzen hinweg koordiniert werden und sich unbedingt auf Kenntnisse lokaler Klimagegebenheiten abstützen.
- Um belästigende oder gar schädliche Schadstoffkonzentrationen zu erreichen, braucht es nicht unbedingt nur Grosse emittenten mit gewaltigem Schadstoffausstoss. Orographisch bedingte Klimagegebenheiten können mithelfen, Luftschadstoffe örtlich derart zu konzentrieren, dass kritische Werte erreicht werden.

Dies gilt es in der Schweiz besonders zu berücksichtigen. Der weitaus grösste Teil unserer Siedlungen wie auch der Industriegebiete und Grosse emittenten liegt in Tieflagen mit kanalisiertem Windverhältnissen und häufigen Inversionen (Wallis/Rhonetal, Rheintal, Leventina, Aaretal, Emmental, Reusstal, Limmattal, Sihltal usw. sowie Jurasüdfuss von Neuenburg bis in den Raum Baden). Der lufthygienischen Belastbarkeit unseres Raumes sind daher Grenzen gesetzt. Dies

muss in der Planung und besonders bei der Standortwahl neuer Belastungsquellen unbedingt vermehrt berücksichtigt werden.

#### 4. Kenntnisse der meteorologisch-klimatischen Mechanismen in der tieferen Troposphäre müssen verbessert werden

Abschliessend sei darauf hingewiesen, welche Schwierigkeiten bei der Erforschung der meteorologisch-klimatischen Verhältnisse in bodennahen Luftschichten noch vorhanden sind.

Die Schweiz verfügt über ein umfassendes Netz klimatologischer Messstationen. Da dieses Messnetz der Meteorologischen Zentralanstalt MZA ursprünglich nach Bedürfnissen der Agrarklimatologie und des Flugwetterdienstes konzipiert wurde, erfolgen die Messungen vorwiegend entweder in Messhütten in 2 m Höhe über Grund oder aber mit Ballonsonden ab ca. 800 m über Grund. Die für lufthygienische Verdünnungen und Verfrachtungen wichtigen Luftschichten bis etwa 500 m Höhe über Grund werden praktisch nicht erfasst. Da zudem der Raster der MZA Stationen für regional- und lokalklimatische Untersuchungen zu weitmaschig ist und sehr oft in der Nacht keine Messungen durchgeführt werden, vermag das vorhandene Datenmaterial im Zusammenhang mit Problemen der Luftverschmutzung nicht zu genügen. Aus dieser Sicht drängt sich ein Überdenken der meteorologischen Datenerfassung auf. Vom Relief her potentiell gefährdete Gebiete sollten als solche erkannt und umfassender untersucht werden.

Mit Vertikalmessungen, wie etwa diejenigen der Gesundheitsdirektion in Zürich mit Fesselballon, engmaschigeren Messnetzen, automatischen Datenerfassungssystemen und Messfahrten müssen potentiell gefährdete Gebiete dringend aufgearbeitet werden.

Da derartige Erhebungen aber ausserordentlich aufwendig und kostspielig sind, sollte man vermehrt auch mit physikalischen Modellen arbeiten. Untersuchungen von Vadot [5] in Grenoble zeigen, dass mit derartigen Modellen im Wasser Inversions- und Strömungsverhältnisse verblüffend gut nachgebildet werden und dadurch zahlreiche Erkenntnisse mit relativ geringem Aufwand gewonnen werden können.

#### Zusammenfassung

Klima und Luftverschmutzung sind eng miteinander verknüpft. Einerseits führen die gewaltigen Schadstoffbelastungen unserer Atmosphäre immer mehr zu lokalen wie auch globalen Klimabeeinflussungen. Andererseits sind bestimmte Klimaelemente direkt an den Verdünnungs- und Verteilungsprozessen der Schadstoffemissionen beteiligt. Von besonderer Wichtigkeit sind dabei Ventilation und Inversion. An kleinräumigen Beispielen der Aaretalventilation und der Inversionshäufigkeit im Aaregraben nördlich von Bern wird die Bedeutung der Kenntnisse regionalklimatischer Klimateigenheiten dargestellt. Derartige Kenntnisse sollten vermehrt auch in der Planung, bei Standortfragen wichtiger Emittenten und bei der Wahl geeigneter Wohn- und Erholungsräume Eingang fin-

den. Kritische Schadstoffkonzentrationen in der Luft sind nicht nur das Produkt gewaltiger Schadstoffemissionen. Ungünstige meteorologisch-klimatologische Verhältnisse können dazu führen, dass harmlose Konzentrationen örtlich ein kritisches Mass erreichen. Der Erforschung der meteorologisch-klimatologischen Vorgänge in den untersten 500 m unserer Atmosphäre muss in diesem Zusammenhang grössere Beachtung geschenkt werden. Durch die Verbesserung der Datenerfassung mit engmaschigeren Messnetzen und automatischen Messgeräten wie auch mit vermehrter Verwendung physikalischer Modelle könnten Immissionsprobleme in unserem stark zertalten Land bestimmt umfassender untersucht werden.

#### Résumé

##### *Climat et pollution atmosphérique*

Le climat et la pollution atmosphérique sont étroitement liés. D'une part, la présence d'énormes quantités d'agents polluants dans notre atmosphère a une influence grandissante sur les conditions climatiques locales et globales. D'autre part, certains éléments climatiques participent directement aux processus de dilution et de diffusion de polluants. La ventilation et l'inversion de température jouent ici un rôle particulièrement important. A propos d'exemples de la ventilation et de la fréquence de l'inversion thermique le long du cours de l'Aar, au nord de Berne, on démontre ici l'importance des connaissances sur les caractéristiques climatiques de petites régions. Ces données devraient être prises davantage en considération pour l'aménagement du territoire, l'implantation de foyers de pollution, le choix de zones de repos et d'habitation. Une concentration élevée d'agents polluants dans l'atmosphère n'est pas seulement le résultat d'émissions massives. Des conditions météorologiques et climatiques défavorables influent de manière telle sur la répartition de la pollution atmosphérique que des concentrations inoffensives peuvent atteindre dans certaines régions un degré critique. A cet égard, une plus grande attention doit être accordée à l'étude des phénomènes météorologico-climatiques dans les 500 premiers mètres de l'atmosphère. L'amélioration des données par des réseaux plus fins et des appareils de mesure automatiques, de même que par l'application de modèles physiques, permettrait certainement de connaître de façon plus précise les problèmes de dispersion dans notre pays très accidenté.

#### Summary

##### *Climate and air pollution*

Climate and air pollution are closely related. On the one hand, the climate is more and more influenced, locally as well as globally, by the tremendous concentration of pollutants in our atmosphere. Certain elements of the climate are, on the other hand, directly responsible for the process of dilution and dispersion of pollution emission. Of particular importance is the phenomenon of ventilation and inversion. The significance of knowing the regional climatic peculiarities is presented by ways of a smallspace-example of the ventilation existing at the valley of river Aare and of the frequency of inversion existing at the Aare-trench situated north of Berne. Such knowledge should increasingly be used to influence regional planning, to assist in the determination of the position of any important source of pollution and should help to determine the selection of suitable living and recreation areas. Unfavorable meteorological-climatological conditions could aggravate a situation whereby harmless concentrations of pollutants could lead locally to critical proportions. For the better understanding of the meteorological and climatological processes within the lowest 500 m - level of our atmosphere, an increased effort of research should be considered in this connection. Through the use of improved data processing in connection with more closely meshed measuring networks, and of automatic recording facilities, as well as through the increased use of physical models, the problem of immission in our heavily valleyed country could be investigated more thoroughly.

#### Literatur

- [1] Landsberg H. E.: Climates and urban planning. Urban climates. WHO Bull. 254, Genf 1970.
- [2] Mathys H., Maurer R.: Der Aaregraben nördlich von Bern. Beiträge zum Klima der Region Bern, Beitrag Nr. 8, Eigenverlag Geogr. Institut der Universität Bern, Bern 1974.
- [3] Maurer R., Kunz S., Witmer U.: Niederschlag - Hagel - Schnee. Beiträge zum Klima der Region Bern, Beitrag Nr. 4, Eigenverlag Geogr. Institut der Universität Bern, Bern 1975.
- [4] Schirmer H.: Räumliche Strukturen von Niederschlag und Nebel im Mittelgebirge - ein methodischer Beitrag zur kli-

marelevanten Landesplanung. Vortrag vor der Geogr. Ges. Bern, Bern 18.11.1975.

- [5] Vadot L.: Etude de la diffusion des panaches de fumée dans l'atmosphère. Etude de la SOGREAH pour le compte du C.I.T.E.P.A., Paris 1965.

#### Adresse des Autors

R. Maurer, Geographisches Institut der Universität Bern, Abt. Regionalklimatologie, Hallerstrasse 12, 3012 Bern.



# Medizin

Pierre Gygi / Heiner Henny



Verlag Hans Huber

1976. 192 Seiten, 19 Tabellen, 1 Falttafel, kartoniert Fr. 32.-

Das Ziel dieser in drei Teile ausgegliederten Arbeit ist, im Sinne einer Momentaufnahme, Auskunft über den Aufwand, die wichtigsten Strukturmerkmale, die Finanzierung und die Preisbildung im pflegerischen Bereich zu geben.

## Verlag Hans Huber