

Annalen der Meteorologie

(Neue Folge)

Nr. 22

**Internationale Tagung
für Human-Biometeorologie
vom 2. bis 4. Oktober 1985 in Freiburg**

Offenbach am Main 1985

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

Die für die Veröffentlichung als Vorabdruck zur Internationalen Tagung für Human-Biometeorologie Freiburg 1985 eingesandten Manuskripte stellen erweiterte Zusammenfassungen oder Kurzfassungen der Vorträge dar. Für ihren Inhalt sind die Verfasser verantwortlich. Die Wiedergabe dieser Zusammenfassungen nimmt eine spätere ausführliche Darstellung der Vorträge und ihre Veröffentlichung durch die Autoren an anderer Stelle nicht vorweg.

ISSN 0072-4122

ISBN 3-88148-222-9

Herausgeber und Verlag:
Deutscher Wetterdienst, Zentralamt, Frankfurter Straße 135
6050 Offenbach am Main

Redaktionsschluß: 13. 8. 1985

VORWORT..... VII

1 Physiologische Grundlagen, Biosynoptik, Klimatherapie

Vorträge

EHRENSTEIN, W. H.: Neurophysiologische Verarbeitung und psychophysische Wirksamkeit von Umwelteinflüssen (Übersichtsvortrag) 1

PIERAU, FR.-K.: The Interface between Atmosphere and Organism (Übersichtsvortrag)..... 6

KOLLE, O.; HÖSCHELE, K.: Meßtechnische Erfassung von Fluktuationen der thermischen Umgebungsbedingungen des Menschen..... 9

WENZEL, H. G.: Wärmebilanz des Menschen in verschiedenen Klimaten (Übersichtsvortrag).... 12

HÖPPE, P.: Anwendungsmöglichkeiten eines instationären Energiebilanzmodells zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit..... 17

MAYER, E.: Physikalische Ursachen für Zegerscheinungen – neue Erkenntnisse 19

SCHUH, A.: Klimakur in der Praxis..... 21

KLINKER, L.; TUROWSKI, E.: Zur Bedeutung der Abkühlung im Rahmen der Klimatherapie 23

TYCZKA, S.: Appliance of Meteorological and Solar Data in Health-Resort Climatherapy 141

ÖRMÉNYI, I.: The Influence of Heliometeorologic Factors on Circulation and some Vegetative Functions..... 25

BARANOWSKA, M.; GABRYL-WOJTACH, B.: Meteorotropic Determinants of Road Collisions and Accidents..... 27

JENKNER, F. L.: Objektive Untersuchungen und subjektive Beobachtungen über Wetterfühligkeit 29

PLEŠKO, N.: Atmospheric Biotropy..... 31

HUMMEL, K.: Kolloid-Meteorologische In-Vitro-Reaktionen..... 33

WEIHE, W. H.: Die Wetterfühligkeit als Diskomfort 35

BUCHER, K.: Das Wetter als physikalischer Prozeß und seine wirkungsrelevante Parametrisierung als meteorologischer Beitrag zur Untersuchung der Beziehung Wetter – Mensch..... 38

FETT, W.: Signifikanz, Relevanz und Akzeptanz – zu Parallelen zwischen Humanbiometeorologie und Lufthygiene (Übersichtsvortrag) 42

Poster

JENKNER, F. L.; MACHALEK, A.: Wetter und Migräne 43

ZANINOVIC, K.: TWH – A Biometeorological Index Testing..... 45

LECHELER, J.; VÖLKER, M.: Wetter und Asthmasymptomatik 47

WANG, Y.; ZHANG, X.: A Study of a Meteorological Prediction for the Incidence of Acute Myocardial Infarction..... 49

KVĚTOŇ, V.; MATOUŠEK, J.; ŠEBESTA, Z.: Meteorotrope Veränderungen des Blutzuckers und der Pulsfrequenz der Herzkranken im Verlauf der komplexen Bäderkur 51

KVĚTOŇ, V.: Das Wetter und die subjektiven Gesundheitsschwierigkeiten der Herzkranken 53

PELZ, J.; SWANTES, H. J.: Untersuchungen über einen möglichen Einfluß von luftelektrischen Erscheinungen auf Stumpf- und Phantomschmerzen bei Amputierten..... 55

MACHALEK, A.; SABO, P.: Der Österreichische Biowetterdienst 57

MOHR, M.: Der medizin-meteorologische Informationsservice des Deutschen Wetterdienstes..... 59

2 Lufthygiene

Vorträge

	Seite
JOST, D.: Immissionsbedingungen in Reinluftgebieten (Übersichtsvortrag).....	*
BECKRÖGE, W.: Vertikalaustausch und Schadstoffkonzentration über Ballungsräumen am Beispiel der Stadt Dortmund.....	60
LECHELER, J.; VÖLKER, M.; WINKLER, R.: Höhenabhängige Reduzierung des Pollenflugs und die Auswirkung auf Kinder und Jugendliche auf Asthma Bronchiale	63
STOLWIJK, J. A. J.: Indoor Air Quality (Übersichtsvortrag).....	*
FRANK, J.: Messungen von Kohlenwasserstoffimmissionen zur Ermittlung von Konzentrationsunterschieden zwischen Freiland- und Raumluftwerten	65
SCHLIPKÖTER, H.-W.; BEYEN, K.: Wirkung von Luftverunreinigungen auf den Menschen (Übersichtsvortrag)	67
SCHMIDT, P.; BECK, E. G.: Gruppendiagnostik als Risikoabschätzung in der Umwelthygiene.....	70
FEGLER, U.; MOYZES, R.; WEDLER, E.; EBERHARD, K.: Immissions- und Wettereinflüsse auf Atemwegserkrankungen von Kindern in Belin (1979-1982). Methodik und Ergebnisüberblick.....	72
MACHALEK, A.; KAPAUN, H.; JUNKER, E.: Umweltfaktoren und Säuglingssterblichkeit	75
KATZSCHNER, L.: Atemwegserkrankungen in Abhängigkeit von Stadtklima und lokaler Immissionsbelastung	77
DIRNAGL, K.: Was kann die Human-Biometeorologie zur Bewertung gesundheitlicher Wirkungen von Schadstoffen beitragen?.....	80

Poster

FEGLER, U.; MOYZES, R.; WEDLER, E.; EBERHARD, K.: Immissions- und Wettereinflüsse auf Atemwegserkrankungen von Kindern in Berlin (1972-1982). Zeitreihenuntersuchungen: Croup-Syndrom und asthmatische Atemwegserkrankungen	82
FEGLER, U.; MOYZES, R.; WEDLER, E.; EBERHARD, K.: Immissions- und Wettereinflüsse auf Atemwegserkrankungen von Kindern in Berlin (1979-1982). Vergleich zweier unterschiedlich immissionsbelasteter Wohnbereiche im Belastungsgebiet Berlin (West).....	86
SCHUH, A.: Luftqualitätsbestimmung in Kurorten.....	88
RABE, R.; SCHULTZ, E.: Die biologische Wirksamkeit von Staubimmissionen - ermittelt anhand des Absterbegrades exponierter Flechten	90
BOEHM, G.: Eine einfache, wenig aufwendige Methode zur halbquantitativen Bestimmung von Staub in der Luft.....	92

3 Biometeorologie in der Stadt- und Regionalplanung

Vorträge

FROMMES, B.: Probleme der Stadtplanung (Übersichtsvortrag).....	95
MAYER, H.: Problematik bei der humanbiometeorologischen Bewertung des Stadtklimas	99
SIEVERS, U.; JENDRITZKY, G.: Numerische Simulation der meteorologischen Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen in Straßenschluchten.....	101
EBERLE, D.: Aufgaben und Instrumente der Regional- und Landesplanung (Übersichtsvortrag) ...	104
FORTAK, H.: Probleme der Grundsichtmeteorologie (Übersichtsvortrag).....	*
VENT-SCHMIDT, V.: Die Darstellung lokalklimatischer Phänomene und daraus resultierende bioklimatische Aussagen in der Regionalplanung	106
DUBANIEWICZ, I. H.: Relationships between Air Temperature and Field of Wind in Atmospheric Groundlayer-Example of Western Part of the Polish Baltic Coast.....	109
PULPITLOVÁ, J.: Bestimmung der Grundparameter des Strahlungsklimas einer beliebigen Lokalität	112
BLUMTHALER, M.; AMBACH, W.: Neuere Messungen der Albedo verschiedener Oberflächen für erythemwirksame Strahlung.....	114

Poster	Seite
GERTH, W.-P.: Kartographische Umsetzung bioklimatisch relevanter Parameter für die Regionalplanung.....	116
HARLFINGER, O.: Humanbioklimatische Klassifizierungsmethoden am Beispiel ausgewählter Länder	119
HAMMER, N.; KOCH, E.; RUDEL, E.: Vergleich zwischen meteorologischen Komplexgrößen und einem Energiebilanzmodell des Menschen	122
RICHTER, C.-J.: Ein Vorschlag zur Berücksichtigung lokaler orographischer Gegebenheiten bei der Standortplanung.....	124
MEDROW, W.: Empirische Verfahren zur Ermittlung von Geruchimmissionen und die Übertragbarkeit auf repräsentative Wahrnehmungshäufigkeiten	126
RALL, A.: Verwendung von Fisheye-Aufnahmen für humanbiometeorologische Fragestellungen	128
WILMERS, F.: Messungen von Oberflächentemperaturen in Gartenhöfen verschiedener Exposition mit und ohne Vegetation	130
SWANTES, H.-I.: Lokalklimatische Besonderheiten in ihrer Bedeutung für Erholungsgebiete (Am Beispiel Saarland – Unteres Blietal).....	132
JENDRITZKY, G.: Die räumliche Verteilung von Wärmebelastung und Kältestreß in der Bundesrepublik Deutschland	134
HORBERT, M.; KIRCHGEORG, A.; v. STÜLPNAGEL, A.: Ergebnisse stadtklimatologischer Untersuchungen in Berlin (West)	137
Autorenverzeichnis	140

Vorwort

Die Internationale Tagung für Human-Biometeorologie wird von der **Gesellschaft zur Förderung Medizin-Meteorologischer Forschung e. V.** sowie dem **Arbeitskreis Human-Biometeorologie** ausgerichtet und von der **Internal Society of Biometeorology (ISB)**, der **Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e. V. (DMG)** sowie dem **Institut für Balneologie und angewandte Physiologie der Universität Freiburg** mitgetragen. Der **Deutschen Forschungsgemeinschaft**, dem **Deutschen Akademischen Austauschdienst**, dem **Land Baden-Württemberg**, der **Universität** und der **Stadt Freiburg** sowie der **Firma Gödecke** sei an dieser Stelle sehr herzlich für ihre Unterstützung gedankt.

Die Tagung ist als Forum für solche Personen gedacht, die im Rahmen ihrer wissenschaftlichen oder anwendungsbezogenen Aufgaben an den Beziehungen zwischen dem Menschen und seiner atmosphärischen Umwelt interessiert sind und die aus Erkenntnissen der Forschung eventuell auch Konsequenzen für planerisches Handeln ableiten wollen. Das Konzept der Tagung sieht deshalb vor, daß die große Spannweite der Biometeorologie des Menschen durch zehn Übersichtsvorträge von Wissenschaftlern, die nicht aus dem engeren Kreis der Human-Biometeorologie stammen, aufgezeigt wird. Dabei wird das Spektrum von der Neuro-, Rezeptor- und Thermophysiologie über epidemiologische Methodik, zahlreiche Aspekte aus der Lufthygiene, Anwendungen in der Stadt- und Regionalplanung bis hin zur Grenzschichtmeteorologie abgedeckt. Angesichts der für interdisziplinäre Forschung typischen Verständigungsschwierigkeiten soll genügend Zeit für Diskussionen zur Verfügung stehen; nahezu die Hälfte der eingereichten Beiträge werden deshalb in drei jeweils vorab im Plenum kommentierten Poster-Sessions vorgestellt. Der Festvortrag behandelt die Entwicklung und Ursachen der derzeitigen Walderkrankung, ein Thema, das wie die Human-Biometeorologie nur interdisziplinärer zu behandeln ist und das ebenfalls deutlich zeigt, wie wenig Denkweisen in einfachen Ursache-Wirkungsbeziehungen dem Problem angepaßt sind.

Die Vortragsthemen sind in drei Themenschwerpunkte gegliedert:

- Physiologische Grundlagen, Biosynoptik, Klimatherapie
- Lufthygiene
- Biometeorologie in der Stadt- und Regionalplanung.

Für die Auswahl der Vortragsveranstaltungen war der Programmausschuß zuständig, dem die Herren *Prof. Dr. A. Baumgartner* (München), *Dr. V. Faust* (Ravensburg), *Prof. K. Höschele* (Karlsruhe), *Dr. G. Jendritzky* (Freiburg), *Prof. Dr. W. Schmidt-Kessen* (Freiburg) und *Dr. S. Uhlig* (Traben-Trarbach) angehörten.

Dem Präsidenten des Deutschen Wetterdienstes, Herrn *Dr. H. Reiser*, sei herzlich dafür gedankt, daß mit Unterstützung der DMG die ausführlichen Zusammenfassungen in den *Annalen der Meteorologie (N.F.)* erscheinen konnten und den Tagungsteilnehmern bereits zu Tagungsbeginn als unentbehrliche Diskussionsgrundlage zur Verfügung stehen.

Wir erhoffen uns aus der Tagung neue Anregungen in Forschung und Anwendung zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen und wünschen ihr einen erfolgreichen Verlauf.

Freiburg, den 6. August 1985

Prof. Dr. A. Baumgartner
für den Arbeitskreis Human-Biometeorologie

Dr. G. Jendritzky
Vorsitzender der Gesellschaft zur Förderung
Medizin-Meteorologischer Forschung e. V.

NEUROPHYSIOLOGISCHE VERARBEITUNG UND PSYCHOPHYSISCHE WIRKSAMKEIT VON UMWELTEINFLUSSEN

Walter H. Ehrenstein

Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund

1 SENSORISCHE VERMITTLUNG DER UMWELT- KÖRPER-BEZIEHUNG

Unter der Umwelt eines Lebewesens verstehen wir den seinen Organismus umgebenden Ausschnitt der Außenwelt. Umwelt und Organismus stehen in einem fortlaufenden Stoff- und Energieaustausch, der das Ziel hat, die Konstanz der inneren Bedingungen herzustellen und aufrechtzuerhalten (Fließgleichgewicht). Alle Nachrichten über Umwelt und Innenwelt erhält der lebende Organismus über die Sinnesorgane. Dabei lassen sich mit Bezug auf die Umwelt-Körper-Beziehung drei Klassen von Sinnesorganen unterscheiden: (1) Exterozeptoren, die äußere Informationen aufnehmen (z.B. Seh-, Hör- und Tastsinn); (2) Propriozeptoren, die die Körperlage, Muskelspannung und -bewegung anzeigen und (3) Enterozeptoren, die den Zustand der inneren Organe registrieren und regulieren. Viele Umwelteinflüsse, die meisten sensumotorischen und fast alle Informationen über die inneren Organe bleiben unbewußt. Sie bewirken keine Wahrnehmung, sondern rein reflektorische motorische oder sekretorische Reaktionen. Erst wenn Sinnesinformationen psychophysisch wirksam werden, erhalten wir ein Bild der Umwelt und des Körper-Ichs.

1.1 Gesetz der spezifischen Sinnesenergien

Die Reaktion eines Sinnes erfolgt stets spezifisch. So vermittelt der Sehsinn stets Lichtempfindungen, selbst

wenn er inadäquat (durch Druck oder elektrisch) gereizt wird. Bei einem Schlag aufs Auge kann man "Sterne sehen". Die Wahrnehmung hängt also weniger von der Beschaffenheit des Reizes ab, als von der wie auch immer ausgelösten neuronalen Antwort. Pointiert ausgedrückt: Bei Vertauschung von Hör- und Sehnerv würden wir "den Blitz hören und den Donner sehen" (DU BOIS-REYMOND). HELMHOLTZ erweiterte das von seinem Lehrer J. MOLLER 1826 aufgestellte Gesetz der spezifischen Sinnesenergien, indem er auch für intrasensorische Qualitäten (z.B. Helligkeit, Farbe) spezifische Rezeptoren und neuronale Detektoren postulierte. Diese Annahme konnte seither in zahlreichen Versuchen bestätigt werden. So ließen sich Farbsehen und -blindheit bestimmten Rezeptorfunktionen und neuronalen Mechanismen zuordnen.

1.2 Wirkungsreihe vom physikalischen Objekt zum "psychophysischen Niveau"

Damit ein Gegenstand gesehen wird, zum Sehding wird, müssen Lichtstrahlen von ihm ausgehen (Reizquelle) und auf die Netzhaut des Auges gelangen (Reiz). Dort müssen die Rezeptoren den physikalischen Reiz in elektrische Energien umwandeln (Erregung), die vom Sehnerven zu einem raum-zeitlichen Erregungsmuster geordnet und auf weiteren Stationen der Sehbahn verarbeitet schließlich die Sehrinde erreichen. Ist dieser Übertragungsweg an irgendeiner Stelle unterbrochen, so kommt es zu

keiner Wahrnehmung. Ist die Erregungsleitung, z.B. infolge von Entmarkungsvorgängen am Sehnerv, verzögert, so tritt die Wahrnehmung entsprechend später auf (EHRENSTEIN et al. 1985). Offenbar hat von der gesamten Wirkungsreihe nur der Endabschnitt (die Erregungen in der Sehrinde und angrenzenden Hirnbereichen) etwas mit der Wahrnehmung des Gegenstandes zu tun. Bei Zerstörung der Sehrinde kann man trotz intakter Rezeptoren und Sehnerven nichts mehr sehen (Rindenblindheit; GERLACH et al. 1977). Daraus ergibt sich, daß erst auf einem bestimmten Niveau der neuronalen Verarbeitung physiologische Vorgänge "bewußt", d.h. psychophysisch wirksam werden. Auf dieser Stufe sind die physiologisch beobachtbaren Vorgänge zugleich psychologisch erfaßbar. KÖHLER (1920) hat in diesem Zusammenhang den Begriff des "psychophysischen Niveaus" (PPN) eingeführt, wobei er annahm, daß gleichen oder ähnlichen Bewußtseinsvorgängen gleiche oder ähnliche zentralnervöse (PPN-) Vorgänge entsprechen (Isomor-

phieprinzip). Demnach erlaubt die Beobachtung von Wahrnehmungsvorgängen Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Hirnvorgänge und umgekehrt.

1.3 Verhältnis von physikalischer und phänomenaler Welt

Mit dem bloßen Auge können wir die Gestirne aus der ungeheuren Ferne des Weltraums, über die Haut die Wärmestrahlung der Sonne aufnehmen. Der immense Abstand zur Reizquelle ist dabei für den ausgelösten psychophysischen Prozeß ohne Bedeutung. Die erlebte, phänomenale Welt entsteht in jedem Fall im Gehirn bzw. in der Hirnrinde und bildet so einen Mikrokosmos der Umwelt (CREUTZFELDT 1975). Abb. 1 verdeutlicht schematisch die Zuordnung von physikalischer Welt (Umwelt und Organismus) und phänomenaler Welt (erlebte Umwelt und Körper-Ich). Hiervon befindet sich der Organismus (2) zweifellos in der Umwelt (1). Ebenso sicher befinden sich die Hirnvorgänge einschließlich dem PPN als Grundlage der anschaulichen Welt (3,4) im Orga-

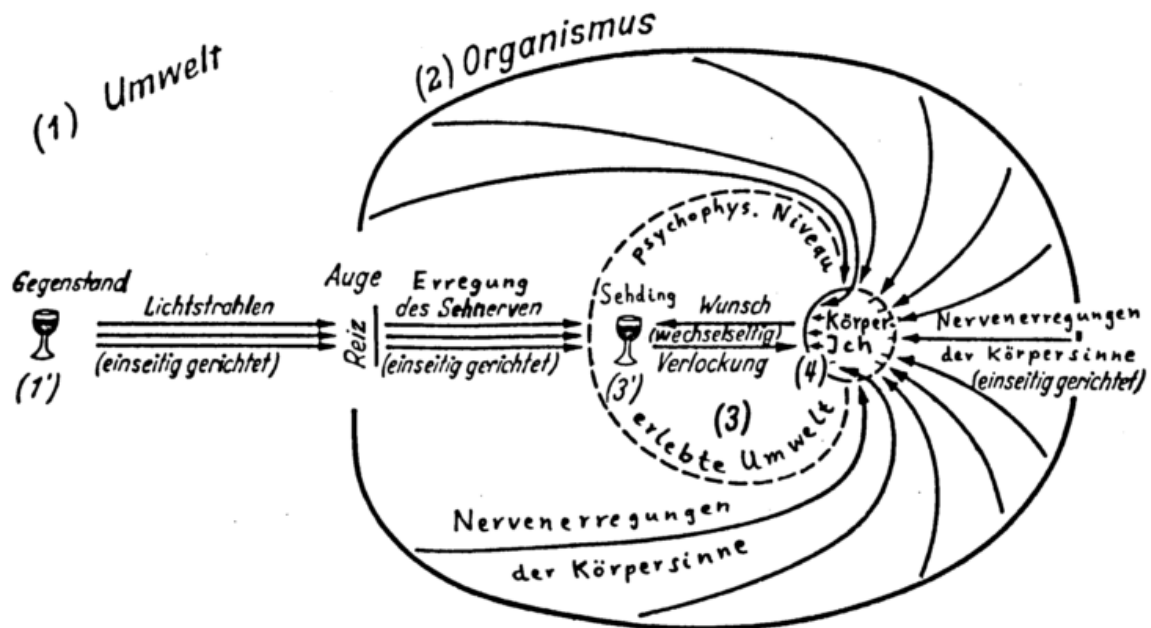


Abb. 1. Schematische Zuordnung von physikalischer Welt (1,2) und phänomenaler Welt (3,4); modifiziert nach METZGER (1975)

nismus (2). Bewußtseinsfähig sind nur (3) und (4), nicht aber (1) und (2). Nichts in unserer Wahrnehmung weist daher auf Reizeigenschaften (z.B. elektromagnetische Schwingungen) der Umwelt (1) oder auf Erregungsvorgänge (z.B. Sehnerv) des Organismus (2) direkt hin, das Feuern der Neurone wird uns nicht bewußt. Was wir wahrnehmen, sind Dinge (Hör-, Seh-, Tastdinge usw.) in der Umwelt in Beziehung zu unseren Erwartungen, Bedürfnissen, d.h. unseren Körper- und Ich-Vorgängen. So nehmen wir nicht nur Farben und Formen wahr, sondern empfinden sie auch als schön oder häßlich. Offenbar lösen Wahrnehmungen spontan Gefühle aus, finden Wechselwirkungen zwischen Ich-Welt (4) und erlebter Umwelt (3) statt. So üben gerade Klima und Wetter einen starken, von den primär sensorischen Qualitäten unabhängigen Einfluß auf unsere Ich-Welt (Stimmung) aus. So erscheinen uns die grauen Wolken am Himmel "bedrohlich" und bei anderer Gelegenheit "lacht der Sonnenschein". Solche Wechselwirkungen treten zwischen Umwelt (1) und Organismus (2) nicht auf. Hier verläuft die Wirkung einsinnig von (1) nach (2) was die Sinnesafferenzen angeht oder einsinnig von (2) nach (1) was die motorischen Efferenzen betrifft. Innerhalb von (2) auf der Ebene des PPN hingegen finden im corticalen Kräftespiel laufend Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen sensorisch-exogenen und den endogenen Erregungen statt (CREUTZFELDT 1983). Da es sich hierbei physiologisch um Vorgänge im engsten zentralnervösen Bereich handelt, wird auch verständlich, "daß zwischen Ich und Gegenstand überhaupt Kräfte von merklicher Stärke auftreten können .." (METZGER 1975, S.284). Solche corticalen Wechselwirkungen bilden auch das psychophysische Korrelat für die zu den spezifischen Sinnesqualitäten

ten wie rot, hart, warm usw. hinzutretenden Qualitäten wie angenehm, anregend, bedrohlich usw., die wir als "Allgemeinqualitäten" (ERTEL 1967) bezeichnen. Allgemeinqualitäten bilden nach ERTEL (1967) das vermittelnde Medium für Zusammenhänge verschiedenster Bereiche der phänomenalen Welt.

2 PSYCHOPHYSIK UND NEUROPHYSIOLOGIE: KORRELATION VON SUBJEKTIVEN UND OBJEKTIVEN DATEN

Während uns Sinneserlebnisse von Kindheit an unmittelbar gegeben sind, war und ist die Erfassung der objektiven Welt von der Entwicklung der Physik und geeigneten Meßmethoden abhängig. Inzwischen sind wir in der Lage, physikalisch sowohl die Reizvorgänge der Umwelt als auch die Erregungsvorgänge im Organismus objektiv zu erfassen. Die Zuordnung dieser objektiven Daten zu den Sinneserlebnissen erfolgte in der von FECHNER vor numehr 125 Jahren 1860 begründeten Psychophysik.

2.1 Klassische Psychophysik

Bereits FECHNER hat beide Zuordnungsrelationen der Erlebnisse zu den sie auslösenden Reizen und den mit ihnen verknüpften Erregungen in seinem Forschungsansatz berücksichtigt und als äußere und innere Psychophysik unterschieden (Abb. 2).

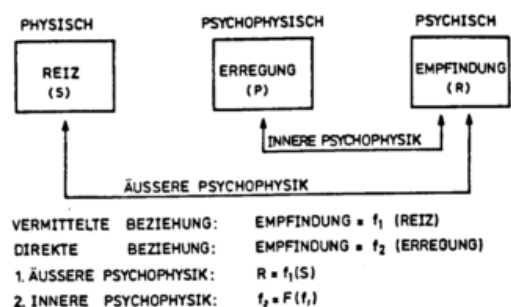


Abb. 2. Schematisches Forschungsprogramm der klassischen Psychophysik (nach HAJOS 1977)

FECHNERS Idee war es, aus der äußeren

Psychophysik, aus den durch sie aufgedeckten (logarithmischen) Transformationsbeziehungen zwischen Reiz und Erlebnisreaktion auf die vermittelnden Erregungsprozesse zu schließen. Die innere Psychophysik war also kein methodisches, sondern ein rein theoretisches Konzept und insofern der äußeren Psychophysik untergeordnet. Zur Zeit FECHNERS gab es noch keine objektiven Methoden, um Erregungsvorgänge des Nervensystems zu erfassen. Ja, es war Aufgabe der Psychophysik, auch im Sinne einer subjektiven Sinnesphysiologie tätig zu werden und Hypothesen über Sinnes- und Hirnfunktionen zu liefern.

2.2 Moderne Sinnesforschung

Heute hat sich die Situation grundlegend gewandelt. Mit Hilfe von EEG, evozierten Potentialen, Einzelzellableitungen und neuerdings auch Biomagnetfeldmessungen ist es nunmehr möglich, die Aktivität des Gehirns und einzelner Neurone direkt zu messen. Damit wird ein Vergleich von objektiven und subjektiven Reaktionen auf äußere Reize möglich. Der Reiz bildet dabei erkenntnislogisch das tertium comparationis, wenn er identisch zur Auslösung von Neuronen- und Wahrnehmungsantworten dargeboten und variiert wird. Durch die "Methode des gemeinsamen Reizes" (HAJOS 1977) werden die objektiven und subjektiven Antworten bei Mensch und Tier vergleichend abgebildet. Dieser Ansatz einer interdisziplinären Korrelationsforschung wurde von Richard JUNG anfang der 50er Jahre in Freiburg begründet, als es erstmals möglich wurde, von einzelnen Neuronen im Sehirn der Katze abzuleiten. Der Vergleich von objektiven und subjektiven Korrelaten der Sinnesfunktionen hat sich als äußerst fruchtbar erwiesen (JUNG 1972; EHRENSTEIN 1981) und das klassische Konzept

der Psychophysik erweitert (Abb. 3).

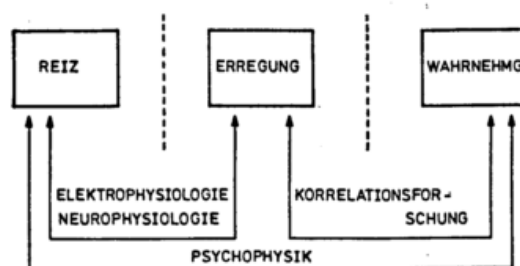


Abb. 3. Gliederung der modernen Sinnesforschung (nach HAJOS 1977)

3 MEDIZIN-METEOROLOGISCHE ANWENDUNGSPERSPEKTIVEN

Der Ansatz der Korrelationsforschung eignet sich über den Rahmen der Sehforschung hinaus ganz allgemein, um die neurophysiologische Verarbeitung und psychophysische Wirksamkeit von Umwelteinflüssen zu untersuchen. Die Schwierigkeiten liegen hier weniger im theoretischen als im methodischen Bereich. Zu Recht wird von AULICIEMS (1981) eine verstärkte Einbeziehung psychophysiologischer Konzepte und Methoden in der medizin-meteorologischen Forschung propagiert. Ergänzend zu seinen Vorschlägen wäre besonders auf die bereits vorliegenden korrelativen Untersuchungen des Temperatursinns (HENSEL 1976; KENSHALO 1976) hinzuweisen. Eine aktuelle, physikalische und physiologische sowie systemtheoretische Aspekte umfassende Darstellung der Temperaturregulation gibt WERNER (1984). Bei der multisensorischen Verarbeitung und Integration von Klimaeinflüssen sind neben den psychophysischen Umwelt- auch die Ich-Vorgänge zunehmend beteiligt. Hier bietet sich vor allem die Untersuchung allgemeinqualitativer Zusammenhänge (ERTEL 1967) mit Hilfe von Eindrucks-skalen (Differentialmethode; ERTEL 1965) an, um auch die zentralen Vorgänge der psychischen Bewertung von Umweltereignissen zu erfassen.

4 LITERATUR

- AULICIEMS, A.:
Towards a psycho-physiological model of thermal perception.
Int. J. Biometeor. 25 (1981) Nr. 2, S. 109-122.
- CREUTZFELDT, O.D. :
Die Hirnrinde: Ein Mikrokosmos der Umwelt und menschlichen Verhaltens. In: KURZROCK, R. (Hrsg.) Das menschliche Gehirn, S. 167-176
Berlin: Colloquium Verlag 1975
- CREUTZFELDT, O.D.:
Cortex Cerebri. Leistung, strukturelle und funktionelle Organisation der Hirnrinde.
Berlin: Springer-Verlag 1983
- EHRENSTEIN, W.H.:
Psychophysik und Neurophysiologie - Aspekte einer interdisziplinären Korrelationsforschung. Ber. 32. Kongr. d. Dt. Ges. f. Psychol., Bd.1, (1981) S. 154.
- EHRENSTEIN, W.H.; MANNY, K.; OEPEN, G.:
Foveal interocular time thresholds and latency differences in multiple sclerosis.
J. Neurol. 231 (1985) S. 313-318.
- ERTEL, S.:
Standardisierung eines Eindrucksdifferentials.
Z. exp. angew. Psychol. 12 (1965) S. 22-58.
- ERTEL, S.:
Allgemeinqualität und Relation.
Arch. ges. Psychol. 119 (1967) S. 26-56.
- GERLACH, J.; KRAUSENECK, P.; LIEBALDT, G.P. :
Rindenblindheit.
Arch. Psychiatr. Nervenkr. 223 (1977), S. 337-350.
- HAJOS, A.:
Wahrnehmungspsychologische Indikatoren neuronaler Strukturen.
Stuttgart: W. Kohlhammer 1977
- HENSEL, H. :
Correlations of neural activity and thermal sensation in man. In: ZOTTERMAN (1976, S. 331-353)
- JUNG, R.:
Neurophysiological and psychophysical correlates in vision research. In: KARZMAR & ECCLES (1972, S. 209-258)
- KARZMAR, A.G.; ECCLES, J.C. (Hrsg.) :
Brain and human behavior.
Berlin: Springer-Verlag 1972
- KENSHALO, D.R.:
Correlations of temperature sensitivity in man and monkey, a first approximation. In: ZOTTERMAN (1976, S. 305-330)
- KÖHLER, W.:
Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand.
Braunschweig: Vieweg 1920
- METZGER, W.:
Psychologie. 5. Aufl.
Darmstadt: D. Steinkopff 1975
- WERNER, J.:
Regelung der menschlichen Körpertemperatur.
Berlin: W. de Gruyter 1984
- ZOTTERMAN, Y. (Hrsg.):
Sensory functions of the skin in primates.
Oxford: Pergamon Press 1976

THE INTERFACE BETWEEN ATMOSPHERE AND ORGANISM

Friedrich-Karl Pierau

Max-Planck-Institut für physiologische und klinische Forschung,
W.G. Kerckhoff-Institut, Parkstr. 1, D-6350 Bad Nauheim

A waterproof sheet covers the mammalian body but this cover is very sensitive, rich in afferent innervation which terminates in specialized cutaneous or mucous structures called receptors.

The receptors provide an abundance of complex information for processing by the central nervous system. Changes in atmospheric parameters like temperature, humidity, atmospheric pressure, radiation, air movement (wind) etc. distinctly affect mammals and particularly humans but only temperature, air currents and humidity are subject to sensory perception. This suggests that from the various atmospheric stimuli that impinge upon our bodies only those three are transformed into neurally relevant signals.

Specific receptor structures in the skin connected to particular afferent nerve fibres have been identified for the transduction and signal transformation of temperature and mechanical stimuli, but not for the detection of humidity. Similarly, the psychophysical characterisation has only been established for temperature and mechanical stimulation. Central interaction of both sensory channels has to be expected, since air movement would also change the temperature of the body surface. This demonstrates the limitations of any approach to correlate psychophysical and physio-morphological observations. One has to bear in mind that specific receptors and afferent nerve fibres "are not high fidelity recor-

ders, for they accentuate certain stimulus features and neglect others" leading to the conclusion, that "sensation is an abstraction, not a replication of the real world" (MONTCASTLE 1975).

With this limitation, however, our current understanding of the structure and function of certain types of peripheral receptors, and the relay of sensory information into the central nervous system, may help to give some insight into the somatosensory processes underlying the communication between man and his environment. This review will illustrate the interaction of the body with the environment by describing the transformation of temperature and mechanical stimuli into bioelectric signals, the encoding of stimulus features and the principles of processing in the central nervous system. In addition possible mechanisms to detect air humidity by nasal and/or hypothalamic temperature receptors will be discussed.

Pressure and touch is mediated by two different groups of receptors: the slowly adapting (SA) mechanoreceptors, which respond continuously to an enduring stimulus, and the rapidly adapting (RA) mechanoreceptors, which respond only at the onset and sometimes the termination of such a stimulus. The type of adaptive behaviour of mechanoreceptors largely corresponds to the morphological structure of the terminals. Despite some differences in

hairy and glabrous skin RA receptors are usually surrounded by lamellated structures or connected to hair papillae, while SA receptors demonstrate end structures, which are either not strictly lamellated or are just free nerve endings.

Thermal sensation of the skin is also mediated by two types of afferents: warm and cold receptors. The terminals of both receptor types appear to be free nerve endings, branching into the epidermis. Both types of receptor derive from small afferent fibres which are myelinated in the case of cold receptors (A δ fibres). In contrast, most warm sensitive afferents are unmyelinated, slowly conducting C-fibres, few are classed as A δ fibres.

Cutaneous receptors respond to stimulation of their receptive field which typically exceeds the regions of tissue directly innervated. Receptor activation requires that the stimulus intensity is greater than threshold and has a suitable quality. The transduction of stimulus energy into bioelectrical signals is generally accomplished by the generation of a depolarizing non propagated receptor potential. In mechanoreceptors this receptor potential is probably due to an increase in the permeability to the cations Na⁺ and K⁺ the extent of which depending on the stimulus intensity. Consequently, the amplitude of the receptor potential is linearly or logarithmically related to the stimulus intensity. A second conversion takes place at the interface of the receptive membrane and the conductive nerve membrane, where the local potential is converted into a sequence of propagated action potentials following the principles of amplitude-frequency modulation.

Supposing that the second conversion of the original stimulus in temperature receptors also follows the principles of amplitude-frequency modulation, the generator potential can not be simply generated by permeability changes. Characteristically, both types of temperature sensitive afferents demonstrate a nonlinear frequency-temperature relation, resulting in bell-shaped maximal curves with peaks in different temperature ranges for warm and cold afferents.

The current working hypothesis explains this characteristic feature of temperature receptors on the basis that the changes in passive permeabilities are counteracted by a temperature dependent active transport process. Since this active transport mechanism extrudes 3 Na⁺ ions in exchange to only 2 K⁺ ions it produces a net efflux of positive charge and consequently contributes to the receptor potential. A change in the activity of such an electrogenic Na⁺-pump at low or high temperatures would partly explain the temperature variability of the receptor potentials of warm and cold receptors. In addition voltage and time dependent permeability changes of Ca⁺⁺, and Ca⁺⁺ dependent K⁺ permeabilities appear to contribute to the transduction of temperature, by generating oscillations of the receptor potential which change in frequency with temperature (PIERAU et al. 1974, 1983). The properties of mechano- and temperature receptors enable them to detect very small changes of pressure and temperature (transient sensitivity) respectively, as well as small and large differences in steady state values (proportional sensitivity). Cold receptors for example change their frequency with periodic changes of

temperature as small as 0.05 °C; the operating temperature range of cold receptors is between +5 to about 40°C, although it varies between individual receptors. Warm receptors have similar features but operate over a temperature range of + 15 and 45 °C.

The high sensitivity of temperature receptors is probably used to sense changes in air humidity. There is evidence from animal experiments, that increase of air humidity decreases evaporative nasal heat loss, which in

turn increases the temperature of the nasal mucosa and the hypothalamus. The subsequent increase of respiratory frequency is probably due to the rise of hypothalamic temperature (JESSEN and PONGRATZ 1979). It might be inferred, that the sudden increase of nasal temperature may contribute to the sensation of humidity and sultriness. The significance of forehead and nasal temperature regulation for man has recently suggested by CABANAC and CAPUTA (1979).

References

CABANAC, M; CAPUTA, M.:

Natural selective cooling of the human brain: evidence of its occurrence and magnitude. *J. Physiol.* (1979) 286, pp. 255-264.

JESSEN, C. and PONGRATZ, H.:

Air humidity and carotid rete function in thermoregulation of the goat. *J. Physiol.* (1979) 292, pp. 469-479.

MOUNTCASTLE, V.B.:

The view from within: pathways to the study of perception. *Johns Hopkins. Med. J.* (1975) 136, 109-143.

PIERAU, Fr.-K.; TORREY, P.; CARPENTER, D.O.:

Mammalian cold receptor afferents: role of an electrogenic sodium pump in sensory transduction. *Brain Res.* (1974) 73, 156-160.

PIERAU, Fr.-K.; WURSTER, R.D.; ULRICH, J.:

The effect of low and high Ca concentration on ouabain-treated lingual cold receptors in the cat. *J. therm. Biol.* (1983) 8, pp. 19-22.

MESSTECHNISCHE ERFASSUNG VON FLUKTUATIONEN DER THERMISCHEN
UMGEBUNGSBEDINGUNGEN DES MENSCHEN

Olaf Kolle und Karl Höschele

Institut für Meteorologie und Klimaforschung der Universität Karlsruhe

Einleitung:

Bisher wurde bei der biometeorologischen Bewertung des thermischen Milieus im Freiland, innerhalb von Städten oder auch in Räumen jeweils von einem stationären oder quasistationären Verhalten der Klima- und auch der Körperparameter ausgegangen.

Im Zeitbereich Sekunden/Minuten existiert ein bevorzugtes Gebiet turbulenter Schwankungen der den Wärmehaushalt des Menschen beeinflussenden Grössen Lufttemperatur, -feuchte und Wind. Die zeitliche Ansprechgrenze der Temperatursensoren in der Haut liegt ebenfalls im Sekundenbereich. Es wird deshalb versucht, den Reizcharakter der jeweiligen thermischen Umgebungsbedingungen über die Spektren der mikroturbulenten Schwankungen und ihre Verkopplung zu bestimmen. Als Grundlage dienen zeitlich hoch aufgelöste Messungen aller beteiligten meteorologischen Größen, auch der kurz- und langwelligen Strahlung.

Zielsetzung:

Die Erfassung der Fluktuationen der thermischen Wirkungsgrößen soll zeigen, ob signifikante Unterschiede im Reizcharakter des thermischen Milieus bei verschiedenen Wettersituationen und bei unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten existieren. So werden zunächst am selben Ort Untersuchungen bei typischen Hoch- bzw. Tiefdruckwetterlagen, im Bereich von Kalt-

oder Warmfronten, bei unterschiedlicher Stabilität der Schichtung usw. vorgenommen. Bei möglichst vergleichbaren Wettersituationen werden Messungen an verschiedenen Orten wie z.B. im Stadtkern mit dichter Bebauung, in einem Wohngebiet mit aufgelockerter Bauweise, im Freiland, im Wald und auch in Innenräumen durchgeführt.

Besonderer Wert wird auf die Erfassung des für den menschlichen Wärmehaushalt sehr wichtigen Strahlungsfeldes gelegt. Ein speziell für diesen Zweck entwickeltes zeitlich hoch auflösendes Strahlungsmeßgerät dient zur direkten Erfassung der Strahlungstemperatur und deren asymmetrischer Verteilung.

Mit einem ausreichend mobilen Meßgerät können auch rasche zeitliche Schwankungen der Klimaparameter als Folge der Ortsveränderungen des Akzeptors nachvollzogen und meßtechnisch erfaßt werden (Beispiel: Passant in der Fußgängerzone).

Schließlich gewinnt man mit den Messungen auch Eingangsdaten für die verschiedenen Bewertungsmodelle wie z.B. das Klima-Michel-Modell (Jendritzky und Nübler, 1981) oder das Münchner Energiebilanzmodell für Individuen (MEMI-Höppe, 1984) oder es können Modelle, die ein spezielles Mikroklima simulieren (z.B. Innenhofklima), verifiziert werden.

Meßgeräte und Meßstrategie:

Bei der Planung des Meßsystems stand die Frage der Mobilität im Vordergrund. Die Anlage kann von einer Person innerhalb von ca. 2 Stunden aufgebaut werden. Die Stromversorgung erfolgt über die im institutseigenen Luftmeßwagen eingebauten Batterien mit Wechselrichter. Luftfeuchte, Wind und Temperatur werden quasi trägheitslos gemessen. Der Wasserdampfgehalt wird mit einem Lyman-Alpha-Hygrometer erfaßt; das Meßprinzip beruht auf der Absorption elektromagnetischer Wellen im fernen UV bei 121.6 nm durch die in dem durchstrahlten Luftvolumen enthaltenen Wassermoleküle. Die Trägheitszeit des Meßgerätes selbst beträgt 12 ms, jedoch ist durch einen im Meßverstärker integrierten Tiefpaßfilter die zeitliche Auflösung auf 40 Hz begrenzt worden. Die drei Komponenten der Windgeschwindigkeit (u,v,w) und die Lufttemperatur (T) mit ihren Abweichungen vom zeitlichen Mittel (u',v',w',T') werden mit einem Ultraschallanemometer gemessen. Hier ist die zeitliche Auflösung begrenzt durch die Umschaltfrequenz der piezoelektrischen Elemente zwischen Senden und Empfangen, so daß sich eine maximale Meßfrequenz von 10 Hz ergibt. Das zur Erfassung des Strahlungsfeldes entwickelte Meßgerät besteht aus einem Aluminiumwürfel mit blanker Oberfläche. Auf jeder der sechs Seiten sind zwei Thermosäulendetektoren montiert, von denen der eine mit einem Quarzfenster bestückt ist und nur die kurzwellige (solare) Strahlung, der andere dagegen sowohl den kurz-, als auch den langwelligen (terrestrischen) Anteil registriert. Um Wind- und Temperatureinflüsse von den empfindlichen Sensoren fernzuhalten, sind jeweils zwei von ihnen durch eine handels-

übliche Lupolenhaube geschützt. Jeder Sensor besitzt einen Verstärker mit integrierter Temperaturkompensation.

Der Öffnungswinkel eines jeden Sensors beträgt 95° , so daß der gesamte Raum abgedeckt ist. Die Umrechnung der gemessenen Strahlungstemperaturen auf die für den Menschen wirksamen und in der Biometeorologie üblichen Werte erfolgt mit Hilfe von Gewichts- und Korrekturfaktoren. Aufgrund der geringen Trägheitszeit im Bereich von 50 ms und der speziellen Anordnung der Meßfühler lassen sich Aussagen über bisher wenig untersuchte Aspekte des den Menschen umgebenden Strahlungsfeldes machen.

Parallel zu den Fluktuationmessungen werden Temperatur, Feuchte, Wind und Strahlung mit trägeren, in der meteorologischen Routinemessung üblichen Meßgeräten erfaßt, um sichere Mittelwerte der Absolutbeträge zu erhalten.

Als Datenerfassungssystem für die Fluktuationmessungen steht ein an unserem Institut entwickeltes Gerät zur Verfügung, das gewährleistet, daß alle aufzuzeichnenden Kanäle nahezu gleichzeitig (innerhalb von 500 μ s) abgefragt werden. Die Aufzeichnung der Daten erfolgt digital auf Magnetbandcassette.

Erste Ergebnisse:

Messungen mit einem Prototyp des Strahlungsmeßgerätes liefern gute Übereinstimmung der Strahlungstemperatur mit in der Literatur (Jendritzky und Nübeler, 1981) angegebenen Werten. Z.B. lieferte eine Messung an einem Strahlungstag Ende Juni zur Mittagszeit, durchgeführt auf dem Dach des Physikhochhauses ein $\Delta T_{\text{mrt}} = T - T_{\text{mrt}} = 35$ K. Den Untergrund bildete ein dunkler Steinboden, der Horizont war bis auf eine ca. 10 m weit entfernte, 4 m hohe

und 15 m lange dunkle Wand westlich des Meßortes frei. Außerdem zeigt sich eine starke Asymmetrie im Strahlungsfeld (der größte Unterschied zwischen zwei Raumwinkelanteilen in der Strahlungstemperatur betrug nahezu 90 K), was bei biometeorologischen Bewertungen nicht vernachlässigt werden sollte, indem eine einheitliche Strahlungstemperatur angenommen wird.

LITERATUR

Höppe, P.: Die Energiebilanz des Menschen. Wiss.Mitt.Meteor. Inst. Univ. München, Nr. 49 (1984)

Höppe, P.: Bericht der AG Bioklima in der Stadt. München, März 1985 (unveröffentlicht)

Jendritzky, G., Nübler, W.: A Model Analysing the Urban Thermal Environment in Physiologically Significant Terms. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B, 29 313-326 (1981)

Jendritzky, G.: Rasche Schwankungen der Lufttemperatur im Stadtgebiet von Freiburg i.Br. als Element des Bioklimas des Menschen. Freiburger Geographische Hefte. Heft 19 (1983)

WÄRMEBILANZ DES MENSCHEN IN VERSCHIEDENEN KLIMATEN

Hans Gerd Wenzel

Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund

Als homoiothermes Lebewesen muß der Mensch im Kern seines Körpers während des ganzen Lebens eine Temperatur im Bereich von 37°C haben. Schon Abweichungen von diesem Wert um einzelne Celsiusgrade können über unbehagliche Kälte- bzw. Wärmeempfindungen hinaus zu Minderungen der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit, ggf. auch zu gesundheitlichen Störungen führen (KHOGALI und HALES 1983; PRECHT et al. 1973; WENZEL 1985). Die notwendige Temperaturkonstanz setzt voraus, daß die Wärmebilanz des menschlichen Körpers auf Dauer ausgeglichen ist, d.h. Wärmegewinn und Wärmeabgabe einander entsprechen. Beide Größen können jedoch im täglichen Leben erheblich variieren.

Da die biochemischen Prozesse des Körpers in ihrer Gesamtheit exotherm sind, entsteht im Organismus fortlaufend Wärme, bei sehr leichter Tätigkeit eines Erwachsenen im Sitzen etwa 400 kJ/h, bei schwerer Körperarbeit ein Mehrfaches dieses Betrages (SPITZER et al. 1982). Diese metabolische Wärme muß an die Umgebung übergehen, wenn die Körpertemperatur nicht ansteigen soll. Das Ausmaß der Wärmeabgabe wird außer vom Zustand der Körperoberfläche durch die jeweils gegebenen Klimabedingungen bestimmt, die nach Ort und Zeit stark wechseln können. Schon in Mitteleuropa ist der Mensch natürlichen Lufttemperaturen mit Differenzen bis zu etwa 50 K ex-

poniert, wenn man von Minimaltemperaturen bei -20°C im Winter und Maximaltemperaturen bei +30°C im Sommer ausgeht. Bezieht man industrielle Arbeitsplätze ein, so wird ggf. täglich und mehrstündig bei Temperaturen gearbeitet, die z.B. von -30°C in Tiefkühlhäusern bis zu +50°C im Salzbergbau reichen. Im gesamten Lebensraum auf der Erde differieren die natürlichen Lufttemperaturen um mehr als 100 K.

Aus dieser Situation folgt, daß zur Erhaltung der Körperkerntemperatur nahe 37°C Regulationsmaßnahmen erforderlich sind, die den Wärmegewinn des Körpers und seine Wärmeabgabe an die Umgebung fortlaufend aufeinander abstimmen. Hierzu ergreift der Mensch einmal auf Grund seiner thermischen Empfindungen bewußt Verhaltensmaßnahmen, zu denen insbesondere eine Temperierung ggf. Klimatisierung der Wohn- und Arbeitsräume sowie eine den jeweiligen thermischen Bedingungen angepaßte Bekleidung des Körpers gehört. Solche Maßnahmen können in extremen Klimaten unvermeidlich sein, werden aber auch schon bei nur geringen Abweichungen des Klimas vom Behaglichkeitsbereich ergriffen.

Weiterhin besitzt der menschliche Körper ein autonomes Thermoregulationssystem, dessen Effektoren den vom Körperkern zur Umgebung führenden Wärmestrom den Erfordernissen anpassen können (Abb. 1).

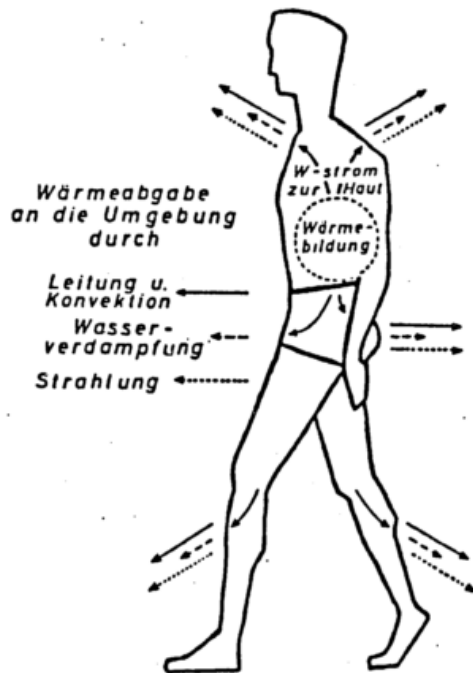


Abb.1 Schema der Wärmebilanz des menschlichen Körpers

Der Wärmetransport erfolgt im Innern des Körpers vorwiegend mit dem strömenden Blut, das bei der Passage der Organe die produzierte metabolische Wärme aufnimmt, im Verlauf der weiteren Zirkulation die in der Regel wesentlich kühlere Haut passiert, hier Wärme abgibt und so die Funktion einer Kühlflüssigkeit des Körpers übernimmt. Ein Teil der von der Haut aufgenommenen Wärme kann durch Leitung und Konvektion an die umgebende Luft übergehen, wobei dessen Betrag auf seiten des Klimas von Temperatur und Bewegung der Luft bestimmt wird. Ein weiterer Teil verläßt die Haut in Form von Infrarotstrahlung, dessen Ausmaß besonders durch die Temperatur der den Menschen umschließenden Körper bestimmt wird. Einen dritten Wärmebeitrag verliert die Haut dadurch, daß von ihrer Oberfläche stets Wasser

verdunstet. Für die damit verbundene evaporative Wärmeabgabe sind der Wasserdampfdruck und die Bewegung der umgebenden Luft maßgebend. Die mit der Atemluft oder durch Leitung an berührte feste Körper abgegebenen Wärmemengen sind demgegenüber meist klein. In manchen Klimaten nimmt der Mensch Wärme aus der Umgebung auf, besonders bei Umgebungstemperaturen oberhalb seiner Körperoberflächentemperatur. Ob die Wärmebilanz des Körpers ausgeglichen ist oder nicht, hängt somit einerseits von mehreren Klimaelementen gemeinsam ab, andererseits auf seiten des Körpers von der Größe der Wärmeproduktion, der Art der Bekleidung, weiterhin von Temperatur, Befeuchtungsgrad der Körperoberfläche u.a. (NEWBURGH 1968).

Wenn Wärmegewinn und Wärmeabgabe nicht durch verhaltensregulatorische Maßnahmen aneinander angepaßt werden können, stellen sich im Rahmen der autonomen Thermoregulation bestimmte physiologische Vorgänge um. Bei zu großem Wärmeverlust in der Kälte nimmt kompensatorisch die Wärmebildung, kenntlich an einer erhöhten O_2 -Aufnahme, zu (Abb. 2).

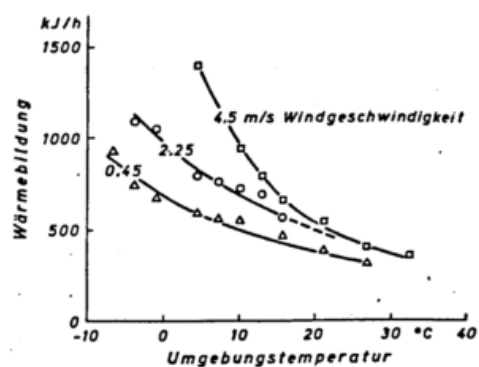


Abb.2 Erhöhung des Energieumsatzes sitzender, weitgehend unbedeckter Männer bei Kälteexpositionen (Modifizierte Darstellung nach IAMPINETRO et al. 1960)

Für den weitgehend unbedeckten, ruhenden Menschen sind Umgebungstemperaturen bei etwa 30°C behaglich, wie sie üblicherweise in Hallenschwimmbädern eingestellt werden. Mit zunehmender Bekleidung und/oder Arbeitsschwere nimmt die Behaglichkeitstemperatur bei Abhängigkeit von verschiedenen Randbedingungen ggf. bis nahe 0°C ab (FANGER 1973). Bei erhöhter Umgebungstemperatur wird die dabei verringerte "trockene" Wärmeabgabe des Körpers an die Umgebung durch zunehmende Verdunstung von Wasser in Form von Schweiß ersetzt, die sich in einer Körpergewichtsabnahme widerspiegelt (Abb. 3).

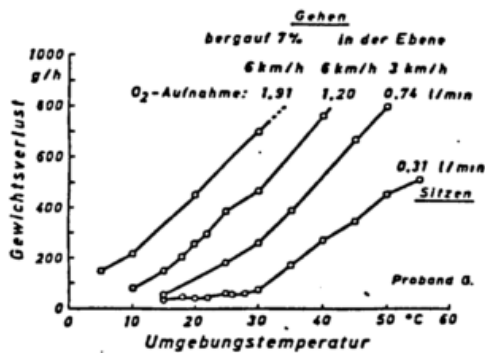


Abb.3 Evaporative Wärmeabgabe eines Mannes bei verschiedener körperlicher Tätigkeit in unterschiedlicher Umgebungstemperatur

Gleichzeitig wird der Wärmetransport aus dem Körperinneren dadurch reguliert, daß die Durchblutung von Haut und Extremitäten in der Kälte abnimmt und in der Wärme ansteigt.

Eine Zunahme der Luftbewegung wirkt sich bei erniedrigten Lufttemperaturen in einer Verstärkung der regulatorischen Steigerung der Wärmeproduktion aus (Abb. 2). Bei gegebener erhöhter Lufttemperatur ist in diesem Fall die Schweißproduktion geringer, solange

die Lufttemperatur die Körperoberflächentemperatur nicht übersteigt, sonst dagegen größer, um den mit zunehmender Luftbewegung ansteigenden konvektiven Wärmeübergang auf den Körper zu kompensieren (WENZEL et al. 1981). Entsprechend liegt bei gegebener Lufttemperatur die Schweißabgabe höher, wenn dem menschlichen Körper unter Wärmebestrahlung zusätzlich Energie zugeführt wird.

Durch Erhöhung des Wasserdampfdruckes der Luft kann der Kühleffekt des Schweißes auf die Haut herabgesetzt oder blockiert werden. Damit verkleinert sich der Temperaturgradient vom Körperkern zur Körperoberfläche (Abb. 4).

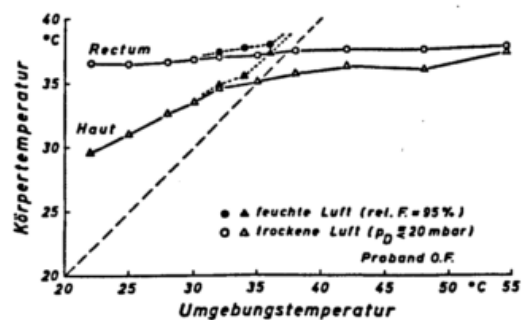


Abb.4 Rektaltemperatur und mittlere Hauttemperatur eines weitgehend unbedeckten Mannes nach 2-stündigem Sitzen in verschiedenem Klima

Der Abtransport der metabolischen Wärme erfordert dann eine verstärkte periphere Durchblutung mit entsprechend höherer Inanspruchnahme des Blutkreislaufs. Produzierter Schweiß, der nicht von der Haut verdunstet, kann in die Haut rückresorbiert werden und über eine Schwellung der Haut mit Kompression der Ausführungsgänge der Schweißdrüsen die Schweißproduktion behindern, ein früher als "Schweißdrüsenermüdung" (GERKING und ROBINSON 1946) bezeichnetes Phänomen. Langfristige, über Tage

oder Wochen wiederholte Hitzebelastungen führen zu einer als Akklimatisation bezeichneten Anpassung, nach der der Körper u.a. die beschriebenen Umstellungen stärker einsetzt. Nach Akklimatisation liegt die Toleranz gegenüber klimatischen Belastungen höher als vorher (z.B. PRECHT et al. 1973, WENZEL und PIEKARSKI 1984).

Außerhalb gewisser thermischer Belastungsgrenzen reichen die regulatorischen Maßnahmen nicht mehr aus, die Wärmebilanz des Körpers ausgeglichen zu halten. Wegen der großen Zahl möglicher und auch praktisch vorkommender Kombinationen der thermischen Einflußgrößen sind bisher jedoch erst einige solcher Grenzen, oft nur näherungsweise, bekannt. Abb. 5 zeigt als Beispiel Ergebnisse von Untersuchungen, die auf die Ermittlung von Grenzbedingungen gerichtet waren. Danach stellt sich die Rektaltemperatur bis zu gewissen Klimaten auf zeitlich gleichbleibende "steady state"-Werte ein, die das Erreichen einer ausgeglichenen Wärmebilanz kennzeichnen. Bei schwereren Klimaten steigt diese Größe als Zeichen einer auf Dauer unerträglichen Wärmestauung kontinuierlich an.

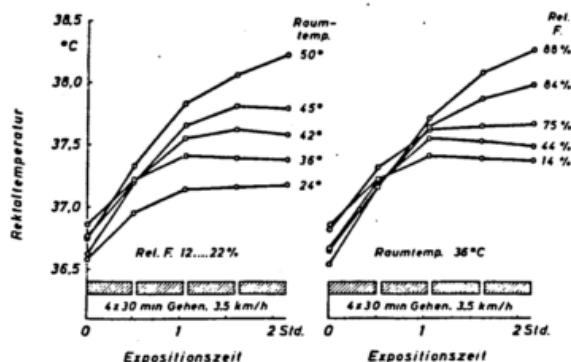


Abb.5 Verläufe der Rektaltemperatur eines weitgehend unbedeckten Mannes bei 10 Arbeitsversuchen in verschiedenen Klimaten

Aus den Ergebnissen großer Serien solcher Laboratoriumsversuche lassen sich in psychrometrischen Diagrammen Kurven physiologisch äquivalenter Klimategrenzen, bis zu denen sich relevante Körpergrößen gerade noch auf zeitlich konstante Werte einstellen und oberhalb derer sich Anstiege z.B. der Rektaltemperatur ($\delta T_R/h$) ergeben (Abb. 6).

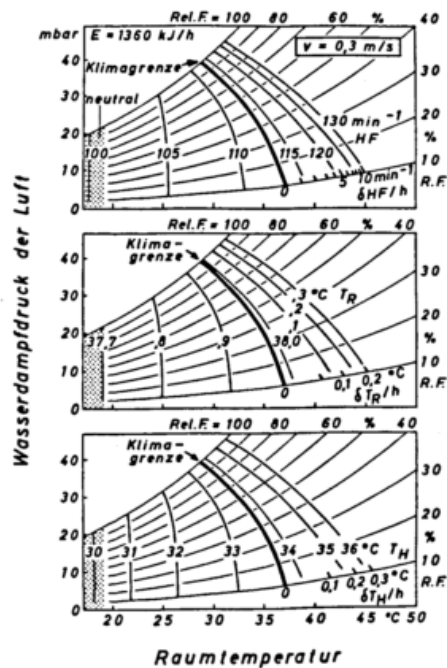


Abb.6 Linien gleicher Herzschlagfrequenz sowie Rektal- und Hautisothermen eines Mannes bei 2-stündiger körperlich schwerer Arbeit

Die praktische Bedeutung dieser Grenzen sollte jedoch nicht überschätzt werden. Auf der einen Seite ist bekannt, daß schon unterhalb von ihnen wegen des starken Einsatzes thermoregulatorischer Umstellungen limitierende unbehagliche Sensationen, Herabsetzungen der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit, ggf. auch gewisse Gesundheitsstörungen vorkommen. Auf der anderen Seite

zeigen z.B. Saunaaexpositionen, daß auch Wärmebelastungen ohne ausgeglichene Wärmebilanz tolerabel sind, solange sie hinreichend kurz sind. Rektaltemperaturen bis 38°C oder etwas mehr werden von der Mehrzahl der Untersucher als gesundheitlich zumutbar betrachtet, solche bei 39°C als exzessiv hoch (Literatur bei WENZEL und PIEKARSKI 1984). Kältebelastungen sind meist durch eine periphere, regional unausgeglichene Wärmebilanz, d.h. bei Auskühlung der Extremitäten mit starken Kälteschmerzen begrenzt, noch bevor die Körperinnentemperatur auf kritisch tiefe Werte abfällt.

Bei Angaben über erträgliche Klimagrenzen für die Praxis besteht das Problem, daß die Toleranz gegenüber thermischen Belastungen individuell sehr verschieden sein kann (z.B. WYNDHAM und HEYNS 1973). Bisher sind erst einige der Einflußgrößen bekannt, die dafür verantwortlich sind, daß verschiedene Menschen eine ausgeglichene Wärmebilanz bzw. ihre Toleranzgrenze unter verschiedenen schweren thermischen Belastungen erreichen.

LITERATUR:

FANGER, P.O.: Thermal Comfort.

Analysis and Applications in Environmental Engineering.
New York: McGraw-Hill 1973

GERKING, S.D.; ROBINSON, S.:
Decline in the rates of sweating of men working in severe heat.
Am. J. Physiol. 147 (1946) pp.370-378

IAMPIETRO, P.F.; VAUGHAN, J.A.;
GOLDMAN, R.F.; KREIDER, M.B.;
MASUCCI, F.; BASS, D.E.:
Heat production from shivering.
J. Appl. Physiol. 15 (1960)
pp. 632 - 634

KHOGALI, M.; HALES, J.R.S.:
Heat Stroke and Temperature Regulation.
Sydney, New York, London:
Academic Press 1983

NEWBURGH, L.H.:
Physiology of Heat Regulation and the Science of Clothing. New York and London: Hafner Publishing Co. 1968

PRECHT, H.; CHRISTOPHERSEN, J.;
HENSEL, H.; LARCHER, W.:
Temperature and Life. Berlin-Heidelberg - New York: Springer-Verlag 1973

SPITZER, H.; HETTINGER, Th.;
KAMINSKI, G.:
Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit. 6. vollständig überarbeitete Auflage. Berlin-Köln: Beuth Verlag GmbH 1982

WENZEL, H.G.; SAKATE, T.;
PIEKARSKI, C.:
Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß verschieden hoher Windgeschwindigkeit auf den Menschen bei Hitzearbeit. Verhandl. 21. Jahrestagung Dtsch. Ges. f. Arbeitsmedizin, S. 377-382, Stuttgart: Gentner-Verlag 1981

WENZEL, H.G.; PIEKARSKI, C.:
Klima und Arbeit. 3. Auflage, München: Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung (Hrsg.) 1984

WENZEL, H.G.:
Erkrankungen durch Einwirken von Hitze und Kälte. In: Innere Medizin in Praxis und Klinik. (H. Hornbostel, W. Kaufmann, W. Siegenthaler, Hrsg.) 3. Auflage, Bd. III, S. 14.2 bis 14.8. Stuttgart: Thieme Verlag 1985

WYNDHAM, C.H.; HEYNS, A.J.:
The probability of heat stroke developing at different levels of heat stress. Arch. Sci. Physiol. 27 (1973) A 545 - 562

ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN EINES INSTATIONÄREN ENERGIEBILANZMODELLS ZUR BEWERTUNG DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT

Peter Höppe

Lehrstuhl für Bioklimatologie und Angewandte Meteorologie, Universität München

EINLEITUNG

Zur biometeorologischen Bewertung des thermischen Milieus in Freilandklimaten, aber auch in geschlossenen Räumen, wurden bisher, soweit dies aus der Literatur zu ersehen ist, fast ausschließlich Behaglichkeitskenngrößen und Bewertungsmodelle benutzt, die von der Stationarität der Körper- sowie der Klimaparameter ausgehen. Beispiele für stationäre Bewertungsmodelle sind die Komfortgleichung von Fanger (1972), das Klima-Michel-Modell (Jendritzky et al., 1979), das in Sacramento (Kalifornien) angewandte Modell von Morgan und Baskett (1974) oder auch das Münchener Energiebilanzmodell für Individuen (MEMI - Höppe, 1984). Auch bei der Bewertung der Behaglichkeit über einfache Kenngrößen, wie die Äquivalenttemperatur, die effektive Temperatur o.ä., wird die Andauer der Einwirkung der zu untersuchenden klimatischen Verhältnisse, sowie die Vorgeschichte der Menschen, die sich am zu untersuchenden Ort befinden, nicht berücksichtigt.

Ein Ansatz zur Überwindung der Stationarität wurde von Theves und Hundhausen (1982) aufgestellt, die die thermische Belastung eines Menschen beim Übergang vom Raumklima zum Außenklima untersuchten. Aber auch z.B. bei der Bewertung der thermischen Belastung in Städten sind oftmals aufgrund der sich fortbewegenden Passanten sehr rasche Veränderungen der Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Hierbei kann ein

instationäres Modell entscheidende Zusatzinformationen liefern, was an einem Beispiel näher gezeigt werden soll.

ANWENDUNGSBEISPIEL

Als Beispiel wurden die gemessenen klimatischen Verhältnisse (Kotz, 1984) in einer Straßenschlucht ausgewählt, in die aufgrund ungleicher Höhen der Randbebauung abschnittsweise direkte Sonnenstrahlung einfällt. Die Berechnungen wurden für einen mit einer Gehgeschwindigkeit von 4 km/h gehenden jungen Mann (innere Wärmeproduktion $H=264$ W) mit leichter Sommerbekleidung (0,5 clo) durchgeführt. Es ergab sich für den besonnten Abschnitt ($T_a=31,6^\circ\text{C}$, $T_{mrt}=48,9^\circ\text{C}$, $v=0,4$ m/s, $e=14,4$ hPa) z.B. bei Verwendung des Klima-Michel-Modells ein sog. "Predicted Mean Vote" von $PMV=+3,3$, was der thermischen Empfindung "sehr heiß" entspricht. Aus dem ebenfalls stationären Modell MEMI berechnen sich eine mittlere Hauttemperatur von $35,8^\circ\text{C}$ und ein Hautbenetzungsgrad von 35 %, was auch auf eine erhebliche thermische Belastung hindeutet.

Wenn man zur Bewertung desselben Szenarios jedoch ein instationäres Behaglichkeitsmodell benutzt, kann sich die Situation in anderer Weise darstellen. Dies sei hier am Beispiel des instationären Energiebilanzmodells IMEM (Instationäres Münchener Energiebilanzmodell) gezeigt. Das Modell IMEM basiert auf den Grundgleichungen der Energieflüsse von MEMI (Höppe, 1984),

wobei jedoch die Speicherung von Wärme (positiv wie auch negativ) in veränderlichen Anteilen von Körperkern und Körperschale berücksichtigt wird. Der Wärmeaustausch zwischen den beiden Segmenten - Kern und Schale - wird über den Wärmetransport des Blutkreislaufes, den die Größen "Kern- und mittlere Hauttemperatur" steuern, modelliert. Über die Wärmekapazitäten der einzelnen Segmente können dann die Temperaturänderungen im Körperkern und in der Körperschale berechnet werden. So kann der zeitliche Verlauf aller für die thermische Behaglichkeit bedeutenden Körperparameter in Abhängigkeit von veränderlichen Umgebungsbedingungen dargestellt werden. Als Behaglichkeitskriterien eignen sich hier die zeitlichen Verläufe der mittleren Hauttemperatur T_{sk} und des Hautbenetzungsgrades b . Als Anfangsbedingungen für die instationäre Betrachtung des Straßenschlucht Szenarios wurden die Körperparameter des stationären Zustandes für den abgeschatteten Abschnitt ($T_a=28,0^\circ\text{C}$, $T_{mrt}=28,1^\circ\text{C}$, $v=0,4\text{ m/s}$, $e=14,2\text{ hPa}$) angenommen. Der besonnte Straßenabschnitt wurde mit einer Länge von 200 m angesetzt. Dies hat zur Folge, daß ein Passant bei der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit während 3 Minuten der direkten Sonnenstrahlung und der Ausstrahlung der durch sie erwärmten Oberflächen ausgesetzt ist.

Die Berechnungen mit IMEM ergaben, daß sich die mittlere Hauttemperatur sehr rasch nach Eintritt in den besonnten Abschnitt erhöht. Sie steigt innerhalb von 3 Minuten von $34,6^\circ\text{C}$ auf $35,6^\circ\text{C}$ und unterscheidet sich nur noch unwesentlich (um $0,2\text{ K}$) vom stationären Wert. Anders liegen die Verhältnisse bei den für das Schwüleempfinden sehr bedeutenden Feuchtegrößen. So steigt der Hautbenetzungsgrad im besonnten Abschnitt

zwar von 14 % auf 21 %; er liegt jedoch am Ende dieses Abschnittes noch um 14 % niedriger als im stationären Zustand. Das hat zur Folge, daß sich während der 3 Minuten noch keine Schwüleempfindung einstellen wird.

DISKUSSION

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei der biometeorologischen Bewertung von veränderlichen Umgebungsbedingungen die Anwendung von instationären Modellen oftmals entscheidende Zusatzinformationen liefert. Instationäre Wärmebilanzmodelle des menschlichen Körpers können aber auch bei der gezielten Therapie mit Kälte oder Wärme Anwendung finden, indem sie Auskunft über die optimalen Expositionszeiten bis zum Erreichen eines vorgegebenen thermischen Körperzustandes geben.

LITERATUR

- Fanger, P.O.: Thermal Comfort. McGraw Hill Book Company. Düsseldorf - New York - London, 1972.
- Höppe, P.: Die Energiebilanz des Menschen. Wiss. Mitt. Met. Inst. Univ. München, 49, 1984.
- Jendritzky, G., Sönning, W., Swantes, H.J.: Klima-Michel-Modell. Beitr. Akad. Raumf. u. Landespl., 28, Hermann Schroedel Verlag, Hannover, 1979.
- Kotz, A.: Humanbiometeorologische Bewertung des thermischen Milieus innerhalb verschiedener Stadtstrukturen. Diplomarbeit. Lehrst. Biokl. u. Angew. Met. Univ. München, 1984.
- Morgan, D.L., Baskett, R.L.: Comfort of Man in the City. Int. J. Biometeor. 18, 3, 184-198, 1974.
- Theves, B., Hunhausen, E.: Die momentane thermische Bilanzstörung. Arch. Meteor. Geophys. Biokl., B, 29, 1-22, 1982.

PHYSIKALISCHE URSACHEN FÜR ZUGERSCHEINUNGEN - NEUE ERKENNTNISSE

Erhard Mayer

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Institutsbereich Wärme/Klima

(Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. K.A. Gertis)

1 PROBLEMSTELLUNG

Bei Klagen über die thermischen Umgebungsbedingungen in Räumen rangieren Beschwerden über Zugluft an vorderster Stelle (z.B. KRÜLLING 1985). Zur Verbesserung dieser Situation ist aus der Sicht des Physikers eine Analyse der physikalischen Ursachen für Zugerscheinungen notwendig. Verursacht werden die genannten Beschwerden durch zu hohe meist lokale konvektive Entwärmung des Menschen, genauer: durch zu starke Erniedrigung der Oberflächentemperatur. Die entsprechende Gleichung lautet:

$$q_K = \alpha_K (RST - \vartheta_L) \quad (1)$$

mit der vom Körper abgegebenen konvektiven Wärmestromdichte q_K , dem konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten α_K , der Körperoberflächentemperatur RST (Resultant Surface Temperature, die sich auf der Haut einstellende Oberflächentemperatur, resultierend aus den körpereigenen und umgebenden thermischen Bedingungen, maßgebend für das "Zukühlempfinden" nach BENZINGER (1979, S. 462)) sowie der Lufttemperatur ϑ_L . Mit weiterer Berücksichtigung der über Strahlung vom Menschen abgegebenen Wärme läßt sich unter Ausklammerung der feuchten Wärmeabgabe (bei der Betrachtung von Zugerscheinungen oft weniger interessant) die Wärmebilanz z.B. des Kopfes angeben:

$$120 \text{ W/m}^2 = \alpha_K (RST - \vartheta_L) + 4,9 \left[\left(\frac{RST + 273,2}{100} \right)^4 - \left(\frac{\vartheta_{UF} + 273,2}{100} \right)^4 \right] \text{ W/m}^2. \quad (2)$$

Dabei wird die durch Stoffwechsel erzeugte und von der Stirn des unbewegte Körpers (Büroarbeit) abgegebene Wärmestromdichte mit 120 W/m^2 angesetzt, und ϑ_{UF} bedeutet die Umschließungsflächentemperatur. Stellt man

den in Gleichung (2) formulierten Zusammenhang von α_K und der Resultierenden Oberflächentemperatur RST grafisch dar, wird der entscheidende Einfluß des konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten auf die thermische Behaglichkeit deutlich, siehe Bild 1.

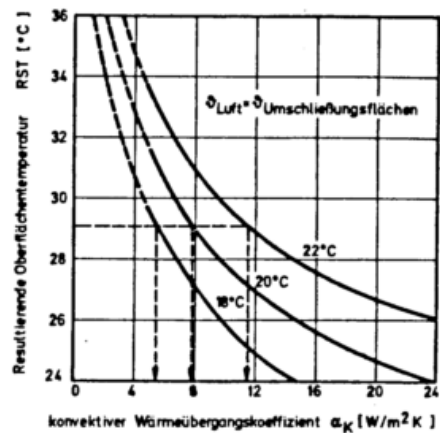


Bild 1 $120 \text{ W/m}^2 = \alpha_K (RST - \vartheta_L) + 4,9 \cdot \left[\left(\frac{RST + 273,2}{100} \right)^4 - \left(\frac{\vartheta_{UF} + 273,2}{100} \right)^4 \right] \text{ W/m}^2$

Ober weitergehende Untersuchungen des konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten wird im folgenden berichtet.

2 NEUE ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

Neue, vorläufige Messungen der Konvektion an einem beheizten künstlichen Kopf führten zu folgendem Ergebnis: bei Anströmung von vorne besteht zwischen dem Produkt aus Luftgeschwindigkeitsmittelwert $V_{50\%}$ und dem Turbulenzgrad Tu einerseits und dem konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten andererseits ein parabolischer Zusammenhang mit der Eigenkonvektion α_{EK} , siehe Bild 2 (MAYER 1983, S.74). Unter weiterer Berücksichtigung früherer exemplarischer Raumklimamessungen in klimatisierten Büros und Reinen Räumen, bei denen für ca. 22°C Umgebungstemperatur ein maximal zulässiger

Wärmeübergangskoeffizient von ca. $12 \text{ W/m}^2\text{K}$ ermittelt wurde (gestrichelte Linien in Bild 1 und Bild 2), sowie der in Bild 1 wiedergegebenen Wärmebilanzgleichung für die trockene Wärmeabgabe, läßt sich Bild 3 herleiten.

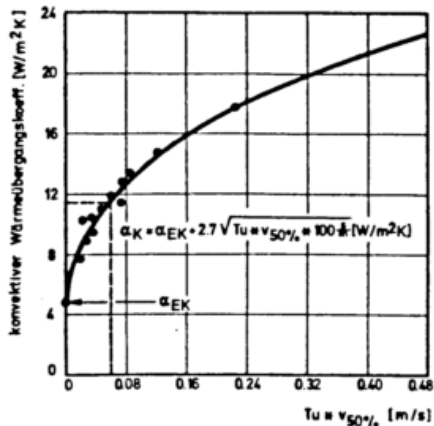


Bild 2

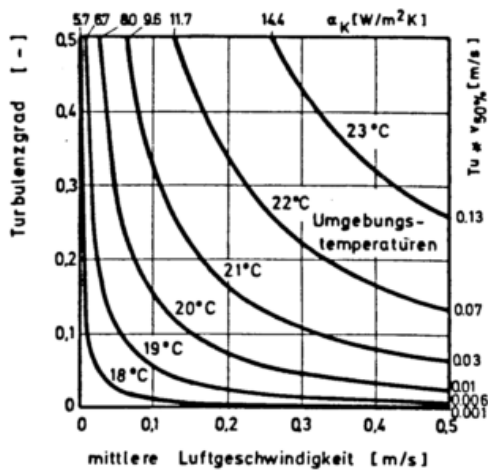


Bild 3

Dargestellt sind in diesem Diagramm die für verschiedene Umgebungstemperaturen maximal zulässigen Werte des konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten (oberer Bildrand). Als thermisch behaglich gilt jeweils der Bereich unterhalb der Kurven. Bei diesen Kurven handelt es sich um Hyperbeln, da die Koeffi-

zienten nach Bild 2 nur vom Produkt aus Turbulenzgrad und mittlerer Luftgeschwindigkeit bestimmt werden (rechter Bildrand in Bild 3). Eine Zusammenfassung der Ergebnisse von Bild 3 beinhaltet Bild 4.

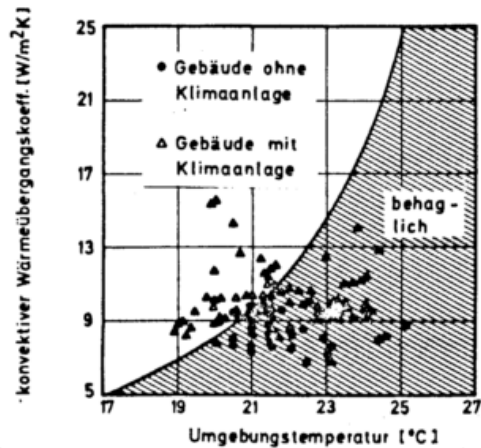


Bild 4

Außer einer Bewertungskurve sind die Ergebnisse von Messungen in Gebäuden mit und ohne Klimaanlage eingetragen (MAYER 1985). Das Resultat steht in weitgehendem Einklang mit anderweitigen Befragungsergebnissen in den überprüften Gebäuden, wonach in den Räumen mit Klimaanlage signifikant mehr über Zugluft-Beschwerden geklagt wird als in den nichtklimatisierten Räumen (KRÖLING 1985).

Die vorgestellten bisherigen Untersuchungen der physikalischen Ursachen für Zugserscheinungen zeigen, daß für die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit der konvektive Wärmeübergangskoeffizient besser geeignet als die bisher verwendete mittlere Luftgeschwindigkeit.

- BENZINGER, T.H.: The Physiological Basis for Thermal Comfort. INDOOR CLIMATE, Danish Building Research Institute. Kopenhagen (1979), S. 41-474.
- KRÖLING, P.: Befindlichkeits- und Behaglichkeitsstörungen in konventionellen und klimatisierten Gebäuden. Forschungsbericht FKZ01 VS 132, München (1985).
- MAYER, E.: Entwicklung eines Meßgerätes zur getrennten und integrativen Erfassung der physikalischen Raumklimakomponenten. Dissertation, Technische Universität, München (1983)
- MAYER, E.: Luftgeschwindigkeitsuntersuchungen in Räumen mit und ohne Klimaanlage. Bericht B Ho 5 (1985) des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik.

KLIMAKUR IN DER PRAXIS

Dr.rer.biol.hum.Dipl.-Met. Angela Schuh

Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München

Eine Klimakur kann in der Praxis als eine Terrainkur unter gezielter Ausnützung klimatischer Bedingungen durchgeführt werden. Dabei stehen für die medizinische Prävention und Rehabilitation zwei Gesichtspunkte im Vordergrund. Zum einen wird dem Patienten ein kardiopulmonales Training ermöglicht. Anhand von leicht erfaßbaren Parametern wie Puls und Blutdruck kann dabei die physiologische Reaktion und die Belastung im Auge behalten werden. Der andere Gesichtspunkt ist das thermoregulatorische Training bzw. die "Abhärtung" der Patienten, deren Thermoregulationssystem lernen soll, möglichst ökonomisch auf Umwelteinflüsse zu reagieren.

Um Terrainkuren unter klimatischen Einflüssen näher zu untersuchen, wurden in Garmisch-Partenkirchen während mehrerer Studien (HAAS 1985, SCHUH 1984) physiologische Werte von rund 150 Kurpatienten während der Begehung von Kurübungswegen erhoben, dazu die Aussagen der Probanden über ihr thermisches Empfinden. Zu jeder Begehung wurden die meteorologischen Daten festgehalten. Aus diesen experimentell gewonnenen Daten entwickelten wir ein System, das dem Kurarzt helfen soll, thermische Bedingungen als Therapeutikum zu nützen. Es erlaubt, aus einer Kombination von Lufttemperatur, Bewölkung und Sonnenhöhe sowie Energieumsatz und Größe der Patienten bei vorgegebenem thermischen Empfinden die zur Begehung notwendige Bekleidung vor auszurechnen (SCHUH 1984).

Dieses Vorhersagesystem wurde im März und April 85 erstmals prospektiv angewandt. Auf

diese Weise haben 38 Patienten eine 3-4 wöchige Klimakur durchgeführt, die aus einer Verbindung von Terrainkur mit Thermoregulationstherapie besteht.

Um die Wirksamkeit der Therapie prüfen zu können, teilten wir unsere Patienten in zwei homogene Kollektive auf. Eine Gruppe wurde einem "regimen refrigerans", also einer systematischen Abhärtung (JESSEL 1978) gegen leichte Kältereize unterzogen. Dabei ist ein Training des Thermoregulationssystems das Ziel. Die zweite Gruppe durchlief lediglich eine "konventionelle" Terrainkur, mit dem Ziel einer Steigerung der physischen Leistungsfähigkeit, also kardiopulmonalem Training (SCHNIZER 1984, SCHUH 1985). Jeden Tag wurden Wanderungen auf vorgegebenen Strecken mit festgelegter Schrittgeschwindigkeit unternommen. Die Kur wurde ohne Rücksicht auf die Wetterlage durchgeführt. Auf diese Weise unterzog sich jeder Patient einem täglichen, mehrstündigen Aufenthalt im Freien.

Die Kältereize auf die "Kühlgruppe" wurden dadurch erzielt, daß die Patienten bereits vor Beginn jeder Tour eine genaue Vorschrift der zu tragenden Bekleidung erhielten. Sie wurde aus den aktuellen meteorologischen und persönlichen Daten aus dem oben beschriebenen System errechnet, wobei ein thermisches Empfinden "leicht kühl" vorgegeben war. Um diesen thermischen Zustand beizubehalten, befragte der Betreuer die Patienten während der Begehung nach ihrem tatsächlichen thermischen Befinden, um gegebenenfalls eine Änderung der Bekleidung zu veranlassen.

Der "Leistungsgruppe" war ebenfalls durch Bekleidungs Vorschriften ein thermisches Empfinden "angenehm" oder auf anstrengenden Strecken höchstensfalls "leicht warm" vorgegeben. Es ist zu beachten, daß beide Gruppen zusammen, also bei gleichen Gelände- und Wetterbedingungen, wanderten. Die körperliche Beanspruchung wurde durch laufende Pulskontrollen während der Begehung überwacht, außerdem mußten sich alle Patienten vor und nach der Kur Fahrradergometertests unterziehen. Wir überprüften den Kurerfolg in Hinsicht auf die Leistungssteigerung durch standardisierte Methoden (Fahrradergometrie) und auf freier Strecke. Meßgröße war dabei neben Puls und Blutdruck die erreichte Milchsäurekonzentration im Ohr läppchenblut, also der Laktatspie-

gel. Außerdem wurde das thermische Empfinden abgefragt. Der Trainingseffekt des Thermoregulationssystems konnte mit Hilfe kalter Arm bäder am Anfang und Ende der Kur und gleichzeitiger Messung der Wiedererwärmungszeit sowie durch Applizieren standardisierter Temperaturereize und gleichzeitiges Abfragen der Temperaturempfindung und der Komforttemperatur überprüft werden.

Unsere Untersuchungen zeigten, daß diese Form der Klimakur in der Praxis einfach durchzuführen ist und im Sinne des Herz-Kreislauftrainings großen Einfluß hat. Ein thermoregulatorisches Training, also eine Verbesserung der Reaktion auf Kältereize wird dabei ebenfalls erzielt.

LITERATUR

DIRNAGL, K.; SCHUH, A.:

Zur Dosierung von Klimareizen bei der Terrrainkur im Heilklimatischen Kurort.

Heilbad und Kurort 38:356-361 (1984)

HAAS, M.:

Untersuchungen zur Herz-Kreislaufbelastung im Rahmen der Bewegungstherapie auf Terrrainkurwegen.

Dissertation, München (1985)

JESSEL, U.:

Das regimen refrigerans in der Therapie der chronischen Bronchitis.

Z. Phys. Med. 7:27 (1978)

SCHNIZER, W.:

Bewegungstherapie-Terrainkur.

Heilbad und Kurort 36:348 (1984)

SCHUH, A.:

Klimatische Einflüsse auf die Bewegungstherapie.

Dissertation, München (1984)

SCHUH, A.; SCHNIZER, W.; DIRNAGL, K.:

Zur Bioklimatischen Beurteilung von Terrrainkurwegen.

Z. Phys. Med. 13:244 (1984)

SCHUH, A.; SCHNIZER, W.; DIRNAGL, K.:

Terrainkuren und ihre Grenzen.

Heilbad und Kurort 37:126 (1985)

ZUR BEDEUTUNG DER ABKÜHLUNG IM RAHMEN DER KLIMATHERAPIE

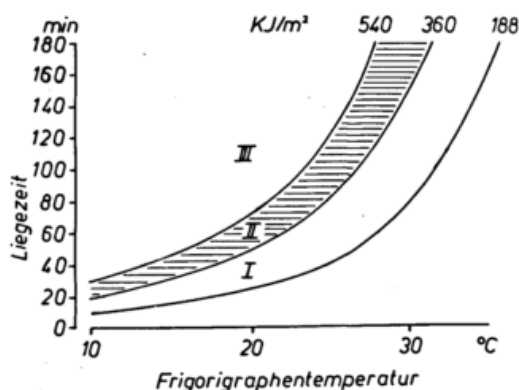
Klinker, L., Turowski, E.

Meteorologischer Dienst der DDR, Forschungsinstitut für Bioklimatologie
DDR-1115 Berlin, Lindenberger Weg 24

1 EINFÜHRUNG

Der Abkühlungsklimatherapie kommt heute bei meist ungenügendem Training der Wärmeregulationsmechanismen der Menschen eine positive kurative Wirkung zu. Vorschläge für eine dosierte Therapie mit dem Klima sind in den letzten Jahrzehnten entwickelt worden (Pfleiderer 1964, Schmidt-Kessen 1965), Bokscha 1966, Hentschel 1978).

Wir haben versucht, die Wirkung von meteorologischen Kältereizen an Mitarbeitern bei gleichbleibenden sozialen Umweltfaktoren vor, während und nach einer Kaltlufttherapie nachzuweisen. Als geeignete Prozedur erschien uns die Kaltluft-Liegekur in Sportbekleidung mit Ganzkörperbelastung. Gestützt auf Empfehlungen von Bokscha (1966) und deren Modifizierung durch Hentschel (1978) haben wir unsere Untersuchungen zunächst mit Wärmeentzügen von 188 kJ/m^2 begonnen. Die dafür erforderlichen Liegezeiten in Abhängigkeit von der Frigorigraphentemperatur wurden aus dem in Abb. 1 dargestellten Diagramm bestimmt.



Da die untersuchten physiologischen Parameter keine deutlichen Reaktionen zeigten,

haben wir den Wärmeentzug erheblich gesteigert und die Liegekuren erst bei leichtem Kältezittern bzw. Schmerzen in den Extremitäten abgebrochen. Die von Hentschel für den Wärmeentzug von 188 kJ/m^2 geforderten Liegezeiten wurden dabei um 200 - 500 % übertroffen.

2 ERGEBNISSE

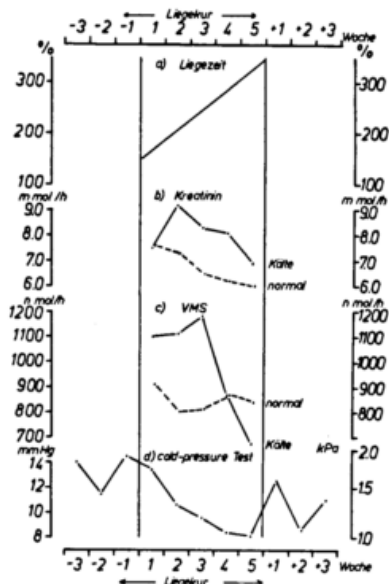
2.1 Abhärtung und vegetative Umstellung

Die im Laufe einer Kaltluft-Liegekur erreichte Abhärtung spiegelt sich in einer Zunahme der prozentualen Überschreitung der nach Hentschel fixierten Liegezeiten für einen Wärmeentzug von 188 kJ/m^2 wider. Dieser nimmt von 150 - 200 % Überschreitung zu Beginn der Meßserie auf 300 - 400 % an deren Ende zu (Abb. 2a).

Der im Vergleich zu unbelasteten Tagen während einer Liegekur deutlich werdende Anstieg der Kreatinin- (Muskelstoffwechsel) und der Vanillin-Mandelsäure-Ausscheidung (Stoffwechselprodukt des Adrenalins und des Noradrenalins) nimmt im Verlauf der Kur trotz doppelt so hoher Kältebelastung als Folge adaptiver Prozesse im Sinne einer Abhärtung deutlich ab (Abb. 2b und c). Habitutionsbedingt entwickelt sich eine Verminderung der ZNS-Reaktion. Sie spiegelt sich wider in:

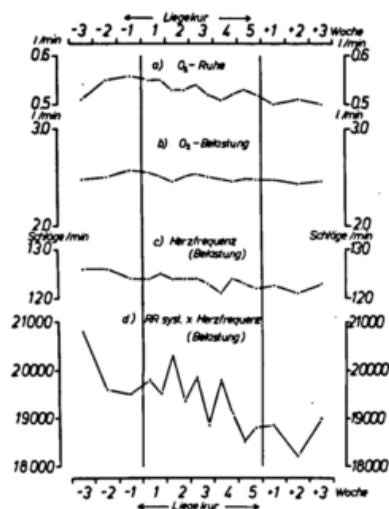
1. einer Abnahme des Blutdruckanstieges (Abb. 2d) nach einem Unterarmbad im Eiswasser von 2 Min. Dauer (cold-pressure-Test) um 10 Torr (1.3 kPa),
2. einer Blutdruckabnahme um 5 - 15 mm (1-2 kPa),
3. einer Abnahme des Tagesmittels der Pulsfrequenz um 1-5 Schläge/min. in über

- 2/3 aller Meßreihen,
 4. einer Abnahme der Flimmerverschmelzungsfrequenzen um 2-4 Hz und der Pupillenweiten um 0.2-0.5 mm.



2.2 GASSTOFFWECHSEL

Ähnlich wie beim körperlichen Training ist bei dieser "harten" Abkühlungstherapie eine verbesserte Sauerstoffutilisation zu beobachten.



Nach Abb. 3a nimmt der Ruhe- O_2 -Verbrauch um etwa 10 % ab, der Rückgang bei submaximaler Ergometerbelastung ist absolut doppelt so hoch (Abb. 3b). Mit einer Abnahme um 2-3 Schläge/min. (Abb. 3c) zeigt auch die Herzfrequenz bei submaximaler Belastung die verbesserte Sauerstoff-

nutzung an. Ein Anstieg der Leistungsreserven spiegelt sich auch in einer Abnahme des Herzfrequenz-Druck-Produktes (Maß für den myokardialen O_2 -Verbrauch) bei Belastung um 7 % wider (Abb. 3d).

3 SCHLUSFOLGERUNGEN

Die Kaltluft-Liegekur ist abgesehen von den heißen Sommermonaten ganzjährig, d.h. auch im Winter bei gutem Windschutz, durchführbar.

Dosierungsempfehlungen sind in Abb. 1 fixiert:

Der Bereich I ist gültig für labile Kurpatienten, der Bereich II für organisch gesunde Probanden.

Die untere Grenze sollte für besonders kälteempfindliche, die obere für kälteunempfindliche Patienten gewählt werden.

Der Bereich III ist nur für stabile Patientengruppen gedacht. Die obere Begrenzung der Liegezeit ist mit dem Auftreten von Kältezittern bzw. von Schmerzen in den Extremitäten erreicht.

Literatur

- Bokscha, W.G. et al: Fragen Kurortologie 31 (1966) 97
 Hentschel, G. et al: Z.Physiother. 30 (1978) 397-445
 Pfeleiderer, H.: Verhand.d.dt.Gesellschaft f.Innere Medizin (1935) 492-500
 Schmidt-Kessen, W.: Z.f.Angew.Bäder- u. Klimaheilkunde 12 (1965) 225-262

THE INFLUENCE OF HELIOMETEOROLOGIC FACTORS ON CIRCULATION

AND SOME VEGETATIVE FUNCTIONS

Dr. Imre Örményi

National Institute for Rheumatics and Physiotherapy

Budapest, Frankel Leó str 25-29 .Hungary

Circulation effect of solar activity was detected by VALLOT, SARDOU and FOURE for the first time in 1922. At the Budapest Medical-Meteorological Conference we referred in 1963, that on basis of the publications found in the world literature it is probable that the solar activity has an effect on human organism by the increase of the sympathetic function of the Vegetative Nervous System /VNS/. In addition there may be factors too, that are still unknown. At the 3rd Congress of the ISB in Pau in 1966 we referred, that in certain sorts of diseases of the nervous system/epilepsy and schizophrénia/with the changes of the weather parallel at the time of the attacks the effect of solar activity suppresses resp. in combined cases occurred the attacks.

1.1, The examinations were made in Budapest at the National Institute for Rheumatics and Physiotherapy of the 3rd Internal Department on 112 patients/1180 cases/and 11 healthy control individuals/519 cases/at the period of the 19th solar cycle's maximum in the 2 months autumn period, in the morning between 8 and 10 a.m. The division of the patient /control/ groups according to sexes: 67/5/ women and 45/6/ men. We daily measured the systolic/SBP/ and diastolic blood pressure /DBP/, we counted the arterial pulse number /APN /and from the latter 2 values the KÉRDŐ sirt Vegetative Index/V.I./was established with the following formula: $V.I. = \frac{1-d}{p} \times 100$ where d= diastolic pressure, p= pulse number. Should the value of the V.I. be positive, so it is a sympathetic, if the V.I. is negative, the formula shows the increase of the parasympathetic reactions. By this system it is advisable to take into consideration the

changes of the vegetative functions, thus the mutual relative divergences to several data. That's why instead of absolute value of the BP, the APN and the V.I. we took into consideration with each single person, the diverging direction of the measured data from one day to the other.

1.2, In the course of the statistical examination we reckon the BP values, the APNs and the values of the V.I. are to be considered significant in the average daily changes. An essential difference did not show itself between the values of the sick and control group. For the statistical proving examination the Schelling way "T" resp. "n" methods were used. If the value of the T probe is 1,96 then $P=0,05$, if the value is 2,58 then $P=0,01$. The elaboration was executed on the GIER-type electronic computer.

1.3, In addition the synoptic, weather factors, we took into consideration the geomagnetic data from the Tihany Geophysical Observatory, on the basis of the Bartha classification of 6 strength grades. By this division the daily amplitude of the geomagnetic horizontal component ΔH is measured in nanotesla /nT/ values. The limit values are the followings: if the Characteristic number /Ch=0/ then $\Delta H = 0-29nT$; if /Ch=1/ then $\Delta H = 30-59nT$; if /Ch=2/ then $\Delta H = 60-99nT$; if /Ch=3/ then $\Delta H = 100-159nT$; if /Ch=4/ then $\Delta H = 160-239nT$; if /Ch=5/ then $\Delta H > 230nT$. Weather data was compiled from the material of the Meteorological Institute. We also took into account geoeffective cosmic spheric flares, resp. values of flux densities of solar radio data from 20 Observatories, on the basis of the publications of the "Quarterly Bulletin on Solar Activity". The measuring interval was between 100MHz and

19 GHz. Finally we took into consideration 3 hours K_p geomagnetic values too.

2.1, We experienced the increase of the SBP at the time of the upper cold front passage / $T=2,05$ /, its diminution at the time of warm front / $T=2,52$ /, as well in the case of cold front arriving from South direction / $T=3,28$ /, during maritime warm air / $T=2,16$ / if in the upper troposphere maritime Arctic air / $T=2,04$ / or maritime subtropical air / $T=2,48$ / were present. Characteristic weather patterns were not mentioned in this place.

2.2, The DBP raising during upper cold front passage / $T=2,0$ / and during anticyclonic weather formation / $T=2,36$ /. The DBP diminished through the passage of cold front, arriving from South / $T=2,55$ /, in maritime warm air / $T=2,65$ / or at the time of the influx of subtropical air in the higher level / $T=2,60$ /. This case is also then valid if in the lower layer cold air sorts were present / $T=2,34$ /.
 2.3, We could show an increased APN if in the higher troposphere subtropical air sorts are present / $T=2,26$ /. The APN diminished in the case of occluded cold front, under the rule of continental cold air / $T=2,49$ /.
 2.4, The functional state of the VNS was directed in the sympathetic form of reaction during the time of warm front passage / $T=2,28$ / in the case of surface / $T=2,51$ / and upper troposphere appearing subtropical air / $T=4,21$ / even, when in the lower air layer cold air sorts were present / $T=2,60$ /. We experienced the increased number of the parasympathetic reactions at the time of cold front passage caused tropospheric ceiling / $T=3,55$ / and in the continental cold air / $T=3,17$ /.
 3, According to the synchronization method in the time of geomagnetic disturbance / $Ch=2$ / the SBP diminishes / $T=2,41$ /, but during geomagnetic storm / $Ch=3$ / the SBP increases / $T=2,48$ /. During an intense geomagnetic storm / $Ch=4$ / the APN diminishes / $T=2,55$ /. In case of the geomagnetic disturbance - similar to the cold front case - the VNS deviates in parasympathetic direction / $T=2,32$ /. In the course of geomagnetic storm, followed by solar flare the

the VNS deviates in the sympathetic direction / $T=2,08$ /, which is analogue to the influence of the influx of subtropical air in the higher layers of the troposphere.

4, Let us examine the common effect of the direction of weather and geoeffective solar activity. The geomagnetic disturbance neutralizes the influence of the warm front. But if the disturbance occurs at the same time of the cold front passage, an increase in the frequency of parasympathetic reactions can be experienced / $T=4,49$ /. The geomagnetic storm suppresses the influence of cold front, at almost significant measure / $T=1,87$ /.
 5.1, To study the solar radio noise effect we took into consideration the data of these days, when the frequency of various reactions of the VNS proved to be different, than the level of probable error / $P < 0,05$ /. On the key days we took into calculation with ± 3 days interval, the values of different frequencies in units of 10^{-22} Watt/m²/Hz. According to this examination the VNS showed a sympathetic form of reactions, when the solar radio noise level increased around 200 MHz and 19 GHz. The increase of radiation started 2 days before the key day, however the maximum level occurred 1 day after the "critical" day. The parasympathetic reactions can be significantly more experienced on the following 2 days of the maximum in flux densities.
 5.2, Since the values of the flux densities are rather small, its physiological effects can be accepted only transmittingly, via ELF Atmospherics, which are regularly measured on 3 Hz range in our laboratory since 1966. When the flux density level on 200 MHz increased by 50% relative to the previous day - in every phase of the 11 years solar cycle - the numbers of spherics impulses on 3 Hz on the key day following 2 days showed a strong diminution and after it an increase. A similar diminution occurs during a warm front passage. The utilisation of the results takes place by furnishing forecasts - since more than 20 years - for the Public Health.

METEOROTROPIC DETERMINANTS OF ROAD COLLISIONS AND ACCIDENTS

Maria Baranowska and Barbara Gabryl-Wojtach

Department of Climatology, Institute of Meteorology and Water Management,
01 - 637 Warsaw, ul.Podleśna 61, Poland

1 INTRODUCTION.- The aim of this investigation is to select the atmospherical factors, which probably modify human psychophysical performance, which we call as meteorotropic determinants, from a complex system, in which road accidents happen. We have examined the statistic of daily number of road collisions and accidents /Lkw/ over the period of 8 years /1970-77/, which have occurred in Warsaw s public transport.

2 METHOD.- As extrameteorotropic factors we have admitted:

- a. traffic intensity fluctuactions
- b. rainfall and fog - meteorological factors, which have a significant effect on visibility and slippery state of the road.

No dependence between Lkw and the duration of fog was found, but very strong dependence was found in case of rainfall /tab.1/.

Lkw	fog duration in hours			
	0.0	0.1 - 2.0	2.1 - 5.0	5.1
\bar{x}	10.3	10.5	10.2	10.6
σ	0.3	1.3	1.3	1.4
Lkw	rainfall duration in hours			
	0.0	0.1 - 1.0	1.1 - 5.0	5.1
\bar{x}	9.4	9.0	10.5	12.0
σ	0.4	0.9	0.6	0.7

Tab.1 Lkw s mean and standard deviation in intervals of fog and rainfall duration. As meteorotropic determinants we have admitted:

- eleven types of baric systems /O_L, O_H - pressure weak gradient area respectively of low and high pressure, Im - low s margin, L - low, Lp - low with centre over Poland, TH - trough, THh - cyclonical disturbances on the anticyclonic margin, Rc - ridge after cold front, H - high, L/H and H/L - slow passage from low to high and adversely;
- seven types of days with passage of atmospheric fronts /Fw, Fc - respectively warm and cold front, Ow, Oc - respectively warm and cold occlusion fronts, Ps - stationary front, Fwc - cyclonic warm sector with warm and cold fronts, Fm - more then two fronts a day; all the fronts were classified into weak and strong ones, taking account temperature, atmospheric pressure and water vapour pressure changes/;
- extreme states of physical characteristics of environment - solar radiation /daily totals of global radiation K_d in J/cm²/, oxygen content in the air /oxygen s specific density O₂ in g/m³/ and air thermal properties /Missenard s effective

temperature Tef in ° Tef/, which are assumed to disturb human processes of long-term and short-term adaptation. They are expressed in terms of deviations from seasonal norm interval, which is estimated for 12⁰⁰ GMT for Tef and O₂ and from day to day variability norm interval/ΔK_d, ΔO₂, ΔTef/. In this paper we use the same method and symbol scheme as in our previous paper BARANOWSKA, GABRYL/1981, p.124// 1 - weak, 2 - strong deviations, 0 - norm/.

In order to eliminate Lkw s extrameteorotropic determinants, the whole sample set /2401 days/ have been divided into two groups of days /B/ with and /A/ without rain and followig Lkw s characteristics were defined:

a. $BM \leq \bar{x} - 1.5\sigma$, $M \leq \bar{x} - 0.5\sigma$, $D \geq \bar{x} + 0.5\sigma$, $BD \geq \bar{x} + 1.5\sigma$, where \bar{x} and σ are respectively Lkw s monthly mean and standard deviation

b. D20% - large and M20% - small Lkw s values of which the criteria are the Lkw quintils of 0.80 and 0.20 orders respectively, estimated for 4 seasons in each A and B groups /tab.2/.

season	D20%		M20%	
	A	B	A	B
winter	14	15	6	7
spring	12	14	6	7
summer	12	14	5	6
autumn	14	17	7	8

Tab.2 Criteria of D20% and M20% in the seasons in groups A and B.

All the hypothesis were verified using Student s, non-parametric Wilcoxon s test and χ^2 test of independence and goodness of fit.

3 RESULTS.-

3.1 LKWS DEPENDENCE ON BARIC SYSTEMS AND ATMOSPHERIC FRONTS

Lkw s mean value and all other Lkw characteristics depend on baric systems in the same way. The probability of days with great Lkw /BD, D, D20%/ increases significantly in cyclonic systems, the strongest in Lp /Fig. 1/. This relation occurs also in group A in all Lkw s characteristics /Fig. 2, Fig. 3/. This allows to reject the hypothesis, that this relation reflects the same dependence of rainfall occurrence in each system. Significant differences of Lkw s mean between A and B groups occur in L and TH /Fig. 1.b/. There is also a significant increase of accidents, when strong fronts pass over Warsaw area in groups of days A and B /Fig. 4/

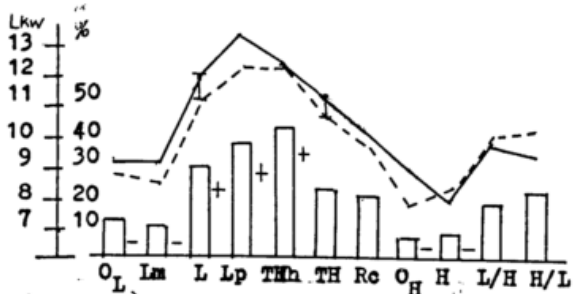


Fig. 1 Lkw's mean values in baric systems in A group /---/ and B group /—/ and frequency of occurrence of D20% in baric systems in the whole sample set. | - significant differences between mean values, + - frequency significant increase or decrease.

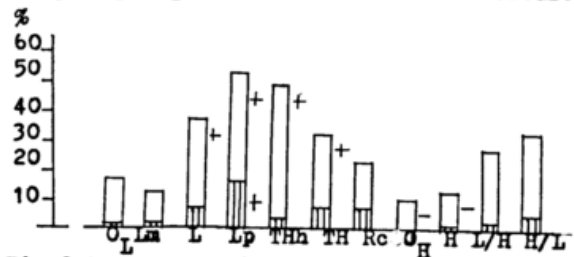


Fig. 2 Frequency of occurrence of BD (hatched) and D (white) in A group in baric systems, + - as in fig. 1

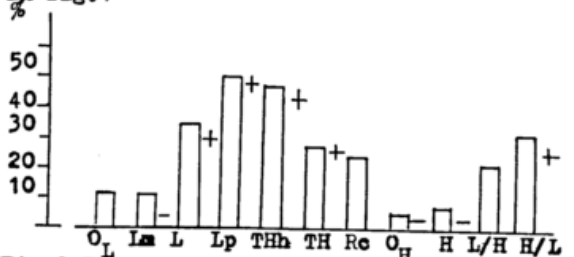


Fig. 3 Frequency of occurrence of D20% in A group in baric systems, + - as in fig. 1

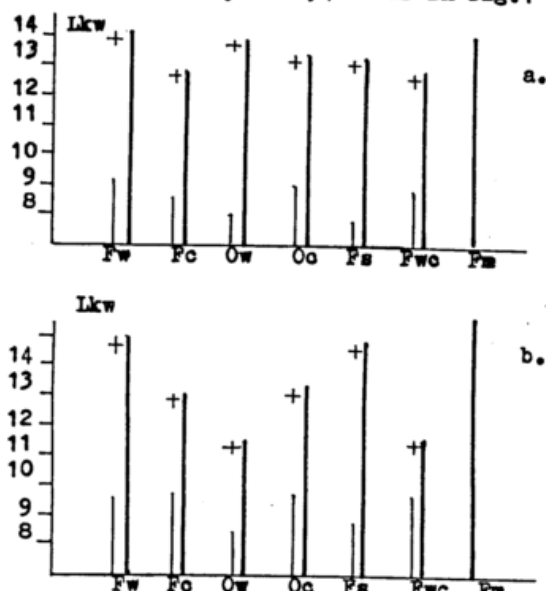


Fig. 4 Lkw's mean values in days with weak /---/ fronts and strong /—/ fronts in the whole sample set /a/ and in A group /b/; + - significant differences between weak and strong fronts.

3.2 LKW'S DEPENDENCE ON EXTREME ENVIRONMENTAL CHANGES

In normal intervals of all the characteristics the baric systems distribution do not deviate from their usual occurrence, and whatever environmental characteristics we use, Lkw's mean value is always the same ≈ 10 Lkw a day.

Significant dependence on these determinants is found in group A. There are significant Lkw's increases in extreme ± 2 seasonal norm deviations of $K\downarrow$ and Tef and in $\pm 2\Delta O_2$ de-

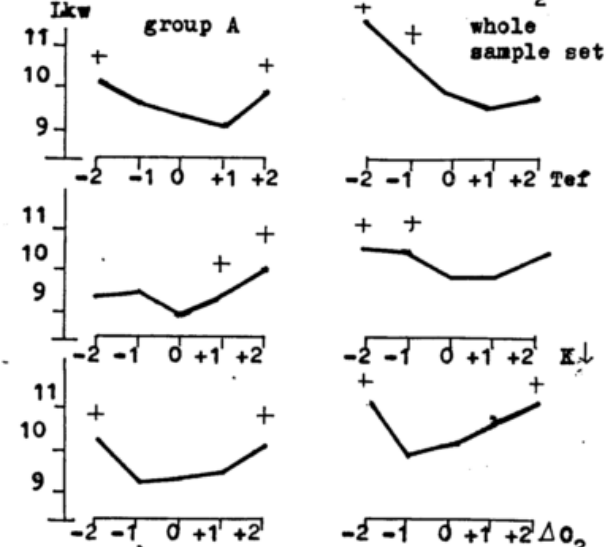


Fig. 5 Lkw's mean values in Tef, $K\downarrow$ and ΔO_2 deviations from norm in A group and in the whole sample; + significant Lkw's increase.

viations from the norm of day to day variability. Extreme oxygen content decreases from day to day $|\Delta O_2|$ occur in TH with warm fronts, Lp with warm sector; extreme oxygen content increases - in L and TH with cold fronts, in Rc and L/H. In our future investigation we are going to find out, whether these baric systems in extreme ΔO_2 deviations increases Lkw's and its characteristics significantly. The detailed analysis of Lkw's increase in +1, +2 $K\downarrow$ deviations shows, that rare cyclonic systems in these radiation conditions /autumn-winter season/, have a significant effect on Lkw's mean, when the anticyclonic systems prevails. Tef deviations towards cold are observed in L with Fc, Rc and L/H, most frequent in summer. Tef deviations towards warmth occur in L and Lp with Fw, occurring in autumn-winter season.

It seems, that complex effect of cyclonical processes and extreme environmental changes, noncoherent with seasonal rhythm, determinate the Lkw statistic in a very significant way. Our results confirm meteorotropic determinants in synchronous aspect only, but not in cause and effect relationship.

We apply our results in biometeorological traffic warning service in Warsaw.

REFERENCES

BARANOWSKA, M., GABRYL B.: Biometeorological norm as tolerance interval of man to weather stimuli. Int. J. Biometeor., 1981, vol 25 n 2 pp. 123 - 126

OBJEKTIVE UNTERSUCHUNGEN UND SUBJEKTIVE BEOBACHTUNGEN ÜBER WETTERFÜHLIGKEIT.

Fritz L. Jenkner

Neurochirurgische Ambulanz am Ambulatorium Süd der Wiener Gebietskrankenkasse.

Viele Menschen spüren Veränderungen der Wetterlage als unangenehme Sensationen. Kranke haben dadurch meist eine Verstärkung ihrer Beschwerden; oder es treten nur bei Wetterwechsel Symptome auf. Beispiel: Migräne. Wir haben daher vor einiger Zeit versucht, objektive Kriterien der Wetterfühligkeit aufzufinden. Es haben sich deutliche Unterschiede in den Befunden der Blutsenkung u.a. ergeben. Wir haben diese Befunde nunmehr an 4000 Patienten kontrolliert und mit den subjektiven Angaben der Patienten verglichen. Es handelte sich um an Cervikalsyndrom Leidende, die genau über Stärke, Dauer und Art der Schmerzen Angaben machten, welche bei uns computerdokumentiert sind. Nicht alle Patienten hatten eine so komplette Blutuntersuchung, wie wir sie für die Beurteilung der Wetterfühligkeit gerne hätten, denn die Blutabnahme war anders indiziert.

Unsere Patienten wurden nach Geschlecht, Wetterfühligkeit, leichtere/stärkere Schmerzen von kürzerer/längerer Dauer; mit normaler/erhöhter BSG, Vertigo, (ja/nein); Kopfschmerzen (ja/nein) in der Einteilung nach Barolin; Lymphozytenzahlen (rel./absolut) und Pherogramm geordnet (Albumin- und Gammaglobulinfraktion). Die Daten wurden einer statistischen Signifikanzprüfung unterzogen.

Ergebnisse: Die Ergebnisse müssen wir unter dem Aspekt der geschl. Zusammensetzung unserer Patienten sehen. Unter den 4000 Patienten waren 68% Frauen und 32% Männer. 51% davon waren wetterfühlig, 49% nicht. Aber unter den Wetterfühligen waren 75% Frauen, während bei

den Patienten, die angaben, nicht wetterfühlig zu sein, nur 62% Frauen waren. Daraus leitet sich ab, daß Frauen häufiger wetterfühlig sind als Männer. Ob dies mit der bei Frauen öfters erhöhten Blutsenkungsgeschwindigkeit zusammenhängt, haben wir schon andersorts ventiliert.

Schmerzen: Schmerzen irgendwelcher Art hatten fast alle unserer Patienten. Unter den Wetterfühligen fanden sich 1% ohne Schmerzen, bei den Nichtwetterfühligen 3%. Dem Grade nach sind die Unterschiede aus der Tabelle ersichtlich:

WETTERFÜHLIGKEIT	keine	leichte mäßige	starke bis sehr starke
NEIN	3%	31%	66%
JA	1%	25%	74%

Daraus ist ersichtlich, daß Nichtwetterfühlige um 32% mehr leichte Schmerzen haben und Wetterfühlige um 12% mehr starke Schmerzen haben.

Kopfschmerzen gaben 12% der Männer und 32% der Frauen an. Also haben 166% mehr Frauen Kopfschmerzen als Männer. Migräne haben nur 9% der Männer, aber 24% der Frauen. Wieder 166% mehr Frauen als Männer. Kopfschmerzen irgendeiner Art waren bei Wetterfühligen um 55% öfters vorhanden, während 16% mehr Nichtwetterfühlige keine Kopfschmerzen angaben. Migräne ist bei Wetterfühligen um 53%, migräneartige Cephalaea um 50% häufiger als bei Nichtwetterfühligen.

Dauer der Beschwerden: Hierzu wurden Angaben über tagelange, monatelange oder jahrelange Dauer der Schmerzen verlangt, differenziert nach der Gesamthäufigkeit. Wetterfühlige haben um 47% häufiger jah-

relang bestehende Schmerzen als Nichtwetterföhlige, wöhrend 133% mehr Nichtwetterföhlige nur seit Tagen bestehende Beschwerden angeben. Bei über Monate hindurch berichteten Schmerzen sind die Unterschiede geringer.

Vertigo (als letzte subjektive Angabe des Patienten) besteht bei 79 % der Frauen (12 % mehr als dem Durchschnitt entspräche!) und nur 24% der Männer (33 % weniger als der Durchschnitt). Wetterföhlige sind zu 54% schwindelig, Nichtwetterföhlige nur zu 39%. Wetterföhlige sind daher um 38% öfters schwindelig, bei Nichtwetterföhligen fehlt der Schwindel 33%häufiger als bei Wetterföhligen. Alle bislang genannten Unterschiede sind statistisch hoch signifikant. Nicht signifikant sind die beobachteten Unterschiede in Körpergröße (Wetterföhlige sind eher kleiner) und Gewicht (Wetterföhlige sind eher übergewichtig). Die objektiven Daten wurden in 1336 Patienten oder an 33% unserer Fälle erhoben. Alle Daten gewinnen an Bedeutung dadurch, daß sich die Zahl der Wetterföhligen und Nichtwetterföhligen unter unseren Patienten die Waage halten.

Die Blutkörperchengeschwindigkeit war normal bei 32% der Männer und 68% der Frauen; erhöht bei nur 17% der Männer, aber 83% der Frauen. 53% weniger Männer, als es dem Verhältnis unserer Patienten, wie auch der Geschlechtsverteilung entsprechen würde, haben eine erhöhte BSG. Wetterföhlige haben öfters (7%), Nichtwetterföhlige 10% seltener eine erhöhte BSG. Normale Werte der BSG finden sich 12% öfters bei Nichtwetterföhligen und 4% seltener bei Wetterföhligen.

Die Lymphozytenwerte wurden bei 1248 Patienten erhoben. In 46% fand sich eine relative oder absolute Lymphozytose. Von diesen Patienten waren 44% nicht wetterföhlig (45% wenn BSG normal, 43% wenn BSG erhöht) und 56% waren wetterföhlig (57%

wenn BSG erhöht, 55% wenn BSG normal). Die Unterschiede sind hier nicht statistisch signifikant. Von den Patienten mit normaler Lymphozytenzahl haben 58% eine normale BSG, bei Lymphozytose sind das nur 38 % .

D i s k u s s i o n: Wetterföhligkeit ist sicher keine Einbildung oder kein psychisches Phaenomen, wie manchmal behauptet wird. Vielmehr zeigen unsere Untersuchungen, daß diese Empfindung ein Ausdruck einer Reaktion des Körpers auf Veränderungen der Wettersituation ist, welche Reaktion aber genauer untersucht werden muß. Unser Ausgangspunkt war die Beobachtung, daß Patienten mit Narben im Nervensystem vermehrt wetterföhlig sind. Besonders betroffen von Wettersituationen sind Migräniker und Patienten mit Trigeminusneuralgie. Wir glauben, daß die in der Literatur genannten Zahlen (15-20% aller Männer und 23-29% aller Frauen) für Migräniker sicher zu hoch gegriffen sind. Wir sahen 9% der Männer und 24% der Frauen mit Migräne. Aber es waren unter allen unseren Patienten bei Nichtwetterföhligen 15% und bei Wetterföhligen 23% Migräniker.

Es scheint uns bedeutsam, über die Häufigkeiten zu berichten: unter 4000 Patienten (gleich viele Wetterföhlige und nichtwetterföhlige) waren 68% Frauen und 32% Männer. Bei Wetterföhligen 75:25, Bei Nichtwetterföhligen 62:38. Ebenso haben mehr Frauen Kopfschmerzen, wie auch öfters eine erhöhte BSG. Wetterföhlige haben stärkere Schmerzen, eine längere Anamnesedauer, mehr Migräne, mehr Vertigo und eine eindeutige Verschiebung der Eiweißfraktionen im Serum. Die Ursachen für diese statistisch gesicherten Unterschiede sind noch nicht klar.

Wir würden daher empfehlen, daß internistischerseits versucht wird, die Ursachen zu eruieren, denn bei der doch recht großen Zahl unserer Beobachtungen wäre diese Klärung sehr wichtig.

ATMOSPHERIC BIOTROPY

Nada Pleško

Hydrometeorological Institute of SR Croatia

Zagreb, Yugoslavia

Atmospheric biotropy changes from day to day in dependence on atmospheric dynamic processes. Numerous investigators showed the various low pressure weather types are more dangerous than the other for many diseases, and the most dangerous atmospheric conditions last on days with front passage (TROMP, 1977, 1980). Biotropy of the atmosphere on such days is great and consequently a frequency of many, especially acute vascular diseases, increases. Atmospheric biotropy on days without front passage is reduced, but according to our comprehension there is not a method for their assessment.

A problem of this article therefore has been to find an objective method of atmospheric biotropy evaluation for all included days regardless to any weather type or front passage. The data of acute vascular diseases in Zagreb (Yugoslavia) have been used for a method designation. We intended to find out a meteorological parameter suitable to define, in simple manner, a state of nearground atmospheric layer, 100 m high, we live in. It is well known this nearground layer is exposed markedly to heating or cooling from the ground and it influences his static stability. The macroprocesses in the atmosphere are reflected at this layer and affect the stability as well. Both of these effects are comprised in vertical temperature gradient.

A correlation between vertical temperature gradient sums at 1 a.m. and 1 p.m. GMT for this layer and vascular attacks, we have studied earlier for seven-day periods during two years in Zagreb (PLEŠKO, 1983), indicates significant relations. Correlation coefficients ($r=0.31$, $P<0.01$ for 1 p.m. and $r=0.21$, $P<0.05$ for 1 a.m.) showed qualitatively the greatest biotropy have had seven-day periods in which daily instability and nocturnal stability were decreased. We supposed, further, if such correlation between atmospheric stability and vascular incidents exists really for seven-day periods, it must be expressed much better for time periods whose spans are determined by means of stability, respectively by means of vertical temperature gradients definite value. The problem was to define values of $\Delta t/\Delta z$ as stability boundaries. We decided to take into consideration different boundary values of stability for night and day, that is:

at 1 a.m. $\Delta t/\Delta z \geq 0^\circ\text{C}/100\text{m}$ and
 $\Delta t/\Delta z < 0^\circ\text{C}/100\text{m}$

at 1 p.m. $\Delta t/\Delta z \leq -1^\circ\text{C}/100\text{m}$ and
 $\Delta t/\Delta z > -1^\circ\text{C}/100\text{m}$

By means of $\Delta t/\Delta z$ defined on such a way we have got periods of various duration in dependence of atmospheric stability in the night and day as well as a corresponding frequency of vascular diseases.

The regression lines of acute vascular diseases total number (y) in dependence of vertical temperature gradient summ (x) for the period with $\Delta t/\Delta z \geq 0^\circ\text{C}/100\text{ m}$ or $\Delta t/\Delta z < 0^\circ\text{C}/100\text{ m}$ at 1 a.m. as well as for periods with $\Delta t/\Delta z \leq -1^\circ\text{C}/100\text{ m}$ or $\Delta t/\Delta z > -1^\circ\text{C}/100\text{ m}$ at 1 p.m. are linear and statistically high significant ($P \ll 0.001$):

- (1) $y = 0.94x + 5.65$ $r = 0.938$
for $\Delta t/\Delta z \geq 0^\circ\text{C}/100\text{ m}$ at 1 a.m.
- (2) $y = -6.63x + 1.71$ $r = -0.849$
for $\Delta t/\Delta z < 0^\circ\text{C}/100\text{ m}$ at 1 a.m.
- (3) $y = -2.39x + 2.03$ $r = -0.948$
for $\Delta t/\Delta z \leq -1^\circ\text{C}/100\text{ m}$ at 1 p.m.
- (4) $y = -7.00x - 0.46$ $r = -0.905$
for $\Delta t/\Delta z > -1^\circ\text{C}/100\text{ m}$ at 1 p.m.

These relations show clearly the most unfavourable conditions for the vascular patients prevail in time periods with nocturnal $\Delta t/\Delta z < 0^\circ\text{C}/100\text{ m}$ and daily $\Delta t/\Delta z > -1^\circ\text{C}/100\text{ m}$, and atmospheric biotropy is greatest.

Combining equations (1)-(4) by means of various possibilities of daily and nocturnal stability we have graduated the atmospheric biotropy as follows (Table 1)

Table 1. Scheme of atmospheric biotropy model for vascular incidents

Biotropy degree	$\Delta t/\Delta z$ ($^\circ\text{C}/100\text{m}$) 1 a.m.	$\Delta t/\Delta z$ ($^\circ\text{C}/100\text{m}$) 1 p.m.	Biotropy description
0	≥ 0	≤ -1	without danger
1	≥ 0	> -1	slightly dangerous
2	< 0	≤ -1	moderately dangerous
3	< 0	> -1	highly dangerous

References:

- PLEŠKO, N.; GOLDNER, V.; REZAKOVIĆ, DŽ.; ZANINOVIĆ, K.; ZEČEVIĆ, D.: Karakteristike vremenskih prilika u sedmodnevnim razdobljima s velikim brojem infarkta miokarda u Zagrebu, *Acta Med. Iug.*, 37 (1983), 3-17
- PLEŠKO, N.; REZAKOVIĆ, DŽ.; GOLDNER, V.; ZANINOVIĆ, K.; ČERIĆ, R.; VULETIĆ, J.; LATINIĆ, Z.; ZEČEVIĆ, D.; BUNAREVIĆ, A.; DOMINIS, M.; VIŠNJIĆ, I.: Korelacija vremenskih nizova meteoroloških parametara s incidencijom infarkta miokarda, *Lij. vjes.*, 105, 4 (1983), 133-136
- TROMP, S.W. et al: *Progress in Biometeorology, Div. A, Vol. 1, Part II, Period 1963-1977*, Swets-Zeitlinger, Amsterdam, 1977, 52-60
- TROMP, S.W.: *Biometeorology*, Heyden, London, 1980.

KOLLOID-METEOROLOGISCHE IN-VITRO-REAKTIONEN

Konrad Hummel

Zentrum für Hygiene der Universität Freiburg i.Br., Bundesrepublik Deutschland

Das Studium von Zustandsschwankungen kolloidaler Systeme im Zusammenhang mit terrestrisch-solaren Vorgängen dient

- 1) der Prüfung, ob es eine überzufällige Abhängigkeit gefundener Meßwertschwankungen von solar-terrestrischen Vorgängen gibt,
- 2) der Prüfung eines Zusammenhangs der Meßwertschwankungen mit dem Auftreten von Wetterföhligkeit bei Gesunden und Kranken.

Wenn es die Zusammenhänge von 1) und 2) gibt, besteht

- 3) die Möglichkeit einer Verwendung der Meßdaten für einen Warndienst in Medizin, Straßenverkehr, Industrie u.a.

Ein kolloid-meteorologisches Meßsystem soll vor allem anzeigesensibel sein. Eine hohe Systemempfindlichkeit ist z.B. dann gegeben, wenn die gelösten oder suspendierten Teilchen zur Aggregation neigen (ohne dabei schon spontan auszuflocken). Im Fall wässrig gelöster Makromoleküle trifft dies z.B. bei Lösungsmittelmangel zu, im Fall hydrophober Kolloide (Goldsol, Silbersol, Arsentrisulfidsol u.ä.) im Zustand höherer "Alterung" und bei Anwesenheit von Elektrolyten, im Fall suspendierter Partikel (wie roter Blutkörperchen, Latexteilchen), wenn ihre Hydrathülle ein bestimmtes Maß unterschreitet oder wenn sie aufgrund einer Adsorptionsschicht "klebrig" sind.

Von der angewandten Meßmethode ist eine zumindest semiquantitative Erfassung der Änderungen im kolloidalen System zu fordern. Um bei wässrig gelösten Makromolekülen den jeweils aktuellen Zustand der molekularen Nahordnung bzw. der Clusterbildung zu erfassen, kann man Viskosimetrie und Lichtstreuung einsetzen, im Fall hydrophober Kolloide Trübungsmessung,

Farbtonmessung und Messung der elektrischen Leitfähigkeit, im Fall suspendierter Partikel deren Sedimentationsgeschwindigkeit oder ihre mittlere Aggregatgröße (z.B. über das Coulter-Prinzip).

Dem "Natürlichen" käme die Verwendung von Biokolloiden (z.B. Proteinen) oder Biopartikeln (z.B. Erythrozyten) am nächsten. Doch sind diese schwer zu standardisieren und zeigen schon relativ früh Alterungserscheinungen. Auch hydrophobe Kolloide altern und scheiden als ideale Substrate aus. Es verbleiben synthetische Polymere (z.B. Polyvinylpyrrolidon = PVP) und synthetische Partikel (z.B. Latex).

Ein optimales Meßsystem mit Reagenten dieser Art sollte die nachstehenden 7 Wünsche erfüllen:

1. Die Messungen sollten vollautomatisch, d. h. ohne menschliche Mitwirkung erfolgen.
2. Die gemessenen Eigenschaften sollten nicht oder nur wenig temperaturabhängig sein; eine Temperierung ist technisch stets umständlich und kann das gemessene System beeinflussen (Erschütterungen; Faraday-Effekt u.a.).
3. Das Meßsystem sollte weitestgehend erschütterungsunempfindlich sein.
4. Das Reaktionssystem sollte "geschlossen" sein (z.B. eingeschmolzen in ein Reagenzröhrchen).
5. Das Reaktionssystem sollte lagerungsstabil, d.h. nur wenig einer Alterung unterworfen sein (Auswechseln des Meßgefäßes höchstens alle paar Monate).
6. Das Reaktionssystem sollte der Schwerkraft praktisch nicht unterliegen. Damit

entfallen Systeme mit Partikeln; diese wären zwar die empfindlichsten Reagenten, sind aber schwer zu messen und bedürfen wegen des Schwerkraftproblems besonderer technischer Vorrichtungen, die ihrerseits den Meßvorgang stören können.

7. Die meteorologisch bedingten Veränderungen im System müssen reversibel sein.

Es erhebt sich die Frage, welche dieser Wunschlösungen durch die heute und in der Vergangenheit verwendeten Meßsysteme erfüllt wurden und werden *):

- I. Bei der Viskosimetrie (HUMMEL und CAROLI, 1952), z.B. unter Verwendung von PVP, sind in der og. Aufzählung die Nr.4, 5 und 7 erfüllt, nicht aber die Nr.1-3 und 6.
- II. Bei der Trübungsmessung an Arsentrisulfid (NEUWIRTH, 1955) ist die Alterung des Kolloids störend, dasselbe gilt für
- III. Messungen von Schutzkolloid-Reaktionen (MARKERT und LANGHAMMER, 1956).
- IV. Bei der Lichtstreuungsmessung an PVP-Lösungen (NEUWIRTH und HUMMEL, 1954) unter Anwendung moderner Technik (HARLFINGER und HUMMEL, 1982) sind alle Forderungen erfüllt außer die der Nr.2, nämlich nach weitgehender Temperaturunempfindlichkeit des Meßsystems.

Denkbar wäre ein weiteres Meßsystem. Bei diesem wird die Leitfähigkeit von hochprozentigem, hochmolekularem PVP in maximal elektrolytischem Lösungsmittel nach dem "Kondensator"-Prinzip mit Pt-Mohr-Elektroden unter Anwendung eines geringfrequenten Wechselstroms (ca. 100 Hertz) gemessen. Auf den Pt-Elektroden bilden sich - abhängig vom Assoziationsgrad der gelösten PVP-Moleküle, der solar-terrestrischen Einflüssen unterworfen ist - mehr oder weniger hohe Adsorptionsschichten. Sie verursachen Pseudo-Polarisationseffekte, die der Dicke der Auflageschichten entsprechen. - Die Messungen können vollautomatisch vorgenommen werden. Das

* - - -
ohne Anspruch auf Vollständigkeit der aufgeführten Methoden

Reaktionssystem ist nur gering temperaturabhängig. Es ist weitgehend erschütterungsunempfindlich, "geschlossen" und wenigstens für einige Monate lagerungsstabil. Die Schwerkraft hat keinen Einfluß; die Veränderungen sind in beide Richtungen spontan reversibel. Damit wären die 7 Forderungen an ein Idealsystem weitestgehend erfüllt.

Ein Meßsystem der genannten Art stellen wir vor einiger Zeit zusammen und benutzten es, um den Effekt unterschiedlicher mittlerer Molekulargewichte zu erfassen. Größere Serien kolloid-meteorologischer Untersuchungen stehen noch aus.

HARLFINGER, O.; HUMMEL, K.: Wettereinflüsse auf die Streulicht-Intensität wässriger Lösungen von Polyvinylpyrrolidon, Arch.Met.Geoph. Biokl.Ser.B 31(1982), S.139-150

HUMMEL, K.; CAROLI, G.: Über den Einfluß von Wetterfaktoren auf Titerhöhe und Spontanagglutination im Kollidonkonglutinationstest und auf die Viskosität von Kollidonlösungen, Z. Hyg. 135(1952), S.592-600

MARKERT, S.; LANGHAMMER, G.: Beobachtungen über den Einfluß atmosphärischer Vorgänge auf die Schutzkolloidreaktion von Agarsolen mit Kongorubin, Koll.-Z. 149(1956), S.119-122

NEUWIRTH, R.: Atmosphärische Einflüsse auf die Alterung eines anorganischen Sols, Met.Rdsch. 8(1955), S.108-113

NEUWIRTH, R.; HUMMEL, K.: Wettereinflüsse auf das Lichtstreuvermögen von kolloidalen Lösungen (Polyvinylpyrrolidon), Arch.Met.Geoph.Biokl.Ser.B 5(1954), S.388-402

DIE WETTERFUEHLIGKEIT ALS DISKOMFORT

Wolf H. Weihe

Biologisches Zentrallaboratorium, Universitätsspital, Rämistrasse 100, 8091 Zürich, Schweiz

Der von Hellpach geprägte Begriff Wetterfähigkeit im Buch "Die Geophysischen Erscheinungen" (1917) fasst eine Vielfalt von Befinden und Empfindungen zu einem unspezifischen Beschwerdenkomplex zusammen. Weder lässt sich dafür ein organischer Befund erheben, noch eine Krankheitseinheit abgrenzen. Das Vorliegen einer Störung ist objektivierbar durch Messung des Abfalls der physischen und psychischen Leistungen wie Ausdauer, Gedächtnis, Konzentration, Einfallsreichtum und Entschlusskraft (Hellpach, 1917; von Euler 1961). Die stark ausgeprägte seelisch-geistige Komponente der Wetterfähigkeit hat bereits Hellpach betont. Hellpach sah als Auslöser der Befindensstörung meteorologische Elemente und Faktoren, unter denen er die thermischen Elemente als unwesentlich ausschloss. Das mag erklären, weshalb im deutschen Sprachbereich biometeorologisch einerseits der Wetterfähigkeit etwas Geheimnisvolles anhaftet, andererseits die Beziehungen zwischen Befinden und thermischen Bedingungen nicht konsequent untersucht worden sind. Anders war die Entwicklung im Ausland. Schon 1923 wurde in den USA ein enger Zusammenhang zwischen Wohlbefinden und thermischen Zuständen in der Umgebung erkannt, systematisch untersucht und in die Praxis umgesetzt. Thermischer Komfort wird von der ASHRAE (1966) definiert als "Zustand des Gefühls, der Befriedigung mit der thermischen Umwelt ausdrückt". Eine Störung des thermischen Gleichgewichts zwischen Umgebung und Organismus löst Unwohlsein, Missbehagen oder Diskomfort aus. Das Ansprechen des Befindens auf Veränderungen im

thermischen Milieu mit Auftreten allgemeinen oder lokalen Diskomforts unter bekannten thermischen Bedingungen ist experimentell systematisch zur Ausarbeitung von thermischen Komfortbedingungen genützt worden. Die bis zu 40 Symptome, die im Zusammenhang mit Diskomfort angegeben werden, sind deckungsgleich mit den gleich vielen der Wetterfähigkeit. Wetterfähigkeit ist nicht Fähigkeit, Wetterveränderungen zu spüren, sondern die Betroffenheit des Wohlbefindens durch thermische Veränderungen. Zwischen vergleichbaren Untersuchungen zur Behaglichkeit im deutschen Sprachbereich ist erstaunlicherweise eine Brücke zur Wetterfähigkeit ausser Extrembedingungen wie Schwüle nicht hergestellt worden. Behaglichkeit oder Komfort sind gegeben, wenn die mittlere Hauttemperatur (\bar{T}_s) 32,5-34,5°C und die Körperkerntemperatur (T_b) 36,6-37,0°C betragen (Hardy, 1971). In dem Zustand besteht ein Minimum an regulatorischer Aktivität. Abweichungen von \bar{T}_s und T_b nach unten oder oben, Wärmegewinn oder Wärmeschuld, lösen mit Kalt- und Warm-Empfindungen physiologische Reaktionen aus und dringen durch psychische Empfindungen und Wahrnehmungen als Befinden in den Gefühls- und Bewusstseinsbereich ein (Auliciems, 1982; Chatonnet und Cabanac, 1969; von Euler, 1961).

Das Bewusstwerden eines Zusammenhangs zwischen Diskomfort und Störung des Wärmegleichgewichts als thermischem Diskomfort ist in der Wetterfähigkeit gehemmt durch die Emotionalität und Angst im Unwohlsein, das sich bis zu Leiden und Schmerzen steigert. Die Be-

troffenen vermuten wohl einen Zusammenhang des Befindens mit Wetterwechseln, oder Änderungen des thermischen Milieus, doch stellen gerade die Wetterfühligen oft nicht die Verbindung zu den thermischen Bedingungen her. Befinden (affektiv) und Bewusstwerdung (cognitiv) geben den Anstoss zur Auslösung der behavioralen Thermoregulation für die Unterstützung der autonomen, physiologischen Regulation, um in kurzer Zeit ein Optimum an stabilisierender Thermoregulation zu erreichen (Weihe, 1985). Die behaviorale Thermoregulation kann sowohl zur Entlastung, als auch zur Erschwerung des Diskomfort-Zustandes führen. Der Wiederherstellung eines gestörten Wärme-gleichgewichts zuwiderlaufende Verhalten werden dort auftreten, wo die inneren Zusammenhänge zwischen Diskomfort und Wetterfühlen nicht erkannt oder ignoriert werden. Solche

Fehlverhalten sind: unpassende Kleidung (Erschwerung von Wärmeabgabe), Verstärken oder Beibehalten von Kühlen oder Wärmen, Inaktivität (Hemmung der physiologischen Regulation), unausgewogene Quantität und Qualität des Essens und Trinkens, Milieuwechsel, Unregelmäßigkeit in Verhalten, Einnahme zentral wirkender Medikamente und anderes. Die Verhalten werden durch Training, Erfahrung, Stimmung, Willens- und Entschlusskraft, Selbstvertrauen, Mut, Tradition, Erziehung und klimakulturelle Determinanten mit erleichtender, verzögernder oder erschwerender Wirkung modifiziert (Aulciems, 1982; Pollitt, 1982). Sie führen zur wärmeregulatorischen Ueberlastung oder Hemmung der Effektoren, indem sie auf die Wärmebildung bzw. Wärmeabgabe in den autonom geregelten Prozess der Wiederherstellung des Wärme-gleichgewichts zwischen Organismus und Um-

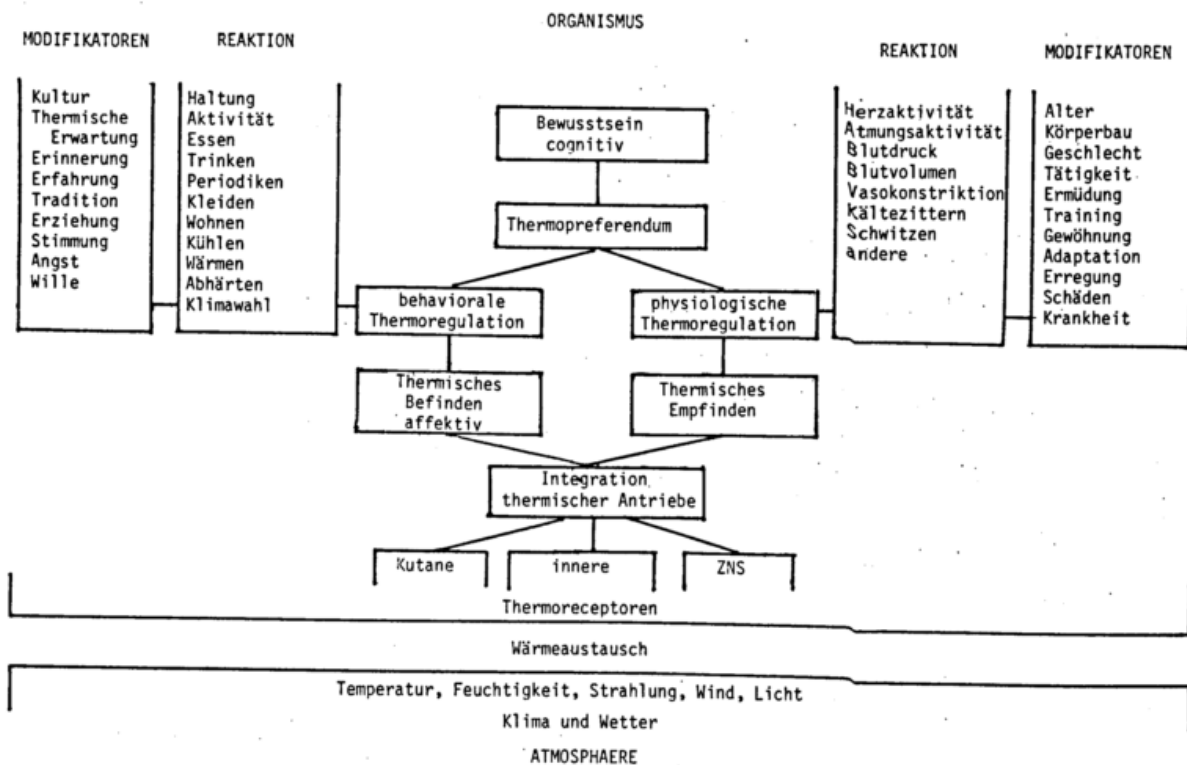


Abb. 1. Modell der physiologischen und behavioralen Verarbeitung von thermischen Empfindungen und koordinierten Befinden zur Erhaltung des Wohlbefindens (Komfort). Wetterfühligkeit oder Diskomfort entstehen aus der Abweichung der thermischen Belastung vom individuellen Thermopreferendum.

gebung gegenseitig einwirken.

Die Zusammenhänge sind im Stufenmodell (Abb. 1) zusammengefasst. Die affektiven und kognitiven Prozesse sind ausgerichtet auf die thermischen Vorzugsbedingungen des Individuums, das Thermopreferendum. Das Problem der Wetterfühligkeit entsteht dort, wo das Individuum zwischen der sich in seinem Befinden ausdrückenden thermischen Belastungsabweichung (load error) und dem Thermopreferendum keine Beziehung herstellen kann und die Diskriminierung seiner Verhalten in bezug auf ihre wärmeregulatorische Wirkung nicht vollzieht. Entlastende sowie belastende Verhalten werden vermischt, was die Irritation erschwert. Entscheidend für die Gewinnung des Wohlbefindens oder Komforts ist die bewusste Unterstützung der autonomen Thermoregulation durch überlegte, in der Intensität ausgewogene Verhalten. Dies wird am schnellsten und erfolgreichsten Individuen mit gut trainierter Anpassungsfähigkeit gelingen, welche die Zusammenhänge nachvollziehen und bereit sind, ihr Wohlbefinden zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit zu beachten und zu bewahren. Pharmakotherapie (z.B. Cholinergica zur Verbesserung des Schwitzens) ist nur in Sonderfällen angezeigt.

Aufgabe der Forschung zum Problem der Wetterfühligkeit bleibt, die über Innenraumversuche sichergestellte Identität zwischen Wetterfühligkeit und thermischem Diskomfort unter den natürlichen Wetterwechseln mit ihren uneinheitlichen Intensitäts- und Zeitkomponenten zu überprüfen. Dafür ist es erforderlich, im Individuum ein Verständnis für sein Wärmegleichgewicht und dessen Beeinflussung durch sinnvollen Gebrauch seiner Verhalten zu entwickeln. Die Klimatherapie hat sich dieses Bereiches bisher wenig angenommen.

Literatur

- ASHRAE, 1966: Thermal comfort conditions. Amer. Soc. of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE Standard 55-66, New York.
- AULICIEMS, A. 1982: Psycho-physiological criteria for global thermal zones of building design. In: Biometeorology 8. Part 2, Suppl. Int. J. Biometeor. Vol. 26, 69-86.
- CHATONNET, J. and CABANAC, M. 1969: The perception of thermal comfort. Int. J. Biometeor. 9: 183 - 193.
- HARDY, D.J. 1979: Thermal comfort: Skin temperature and physiological regulation. In: Physiological and Behavioral Temperature Regulation. J.D. Hardy, A.P. Gagge and J.A.J. Stolwijk (eds.), Charles C. Thomas, Springfield, 856-873.
- HELLPACH, W.L. 1917: Die geophysischen Erscheinungen 2. Aufl., Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig.
- POLLITT, J. 1982: Moodiness: a heavenly problem? Observations on the pathology of moodiness. J. roy. Soc. Med. 75: 7-16.
- VON EULER, C. 1961: Physiology and pharmacology of temperature regulation. Pharmacol. Rev. 13: 361-398.
- WEIHE, W.H. 1985: Klima, Wetter, Verhalten. In: Wetter, Klima und Gesundheit. V. Faust (Hrsg.) Hippokrates Verlag, Stuttgart.

DAS WETTER ALS PHYSIKALISCHER PROZESS UND SEINE WIRKUNGSRELEVANTE
PARAMETRISIERUNG ALS METEOROLOGISCHER BEITRAG ZUR UNTERSUCHUNG DER
BEZIEHUNG WETTER-MENSCH

Klaus Bucher

Deutscher Wetterdienst

Zentrale Medizin-Meteorologische Forschungsstelle, Freiburg

1. EINLEITUNG

Die Voraussetzung zur Untersuchung medizin-meteorologischer Zusammenhänge ist die sinnvolle Aufbereitung der biologischen und meteorologischen Daten, die in Beziehung gesetzt werden sollen. Bei der Betrachtung dieser Kollektive, die sich artspezifisch grundsätzlich unterscheiden, ergeben sich dennoch ähnliche Probleme: die für statistische Untersuchungen wichtige, aber oft nicht vorhandene Ordnung innerhalb der angebotenen biologischen sowie meteorologischen Meß- und Beobachtungsgrößen. In biologischer, insbesondere medizinischer Hinsicht wäre z. B. eine Ordnung nach pathogenetischen Gesichtspunkten sinnvoll. Kollektivbildungen allein nach dem Ordnungsfaktor gleicher Symptomatik können zu unscharfen oder gar falschen Ergebnissen führen, da gleiche Symptome oft verschiedene pathogenetische Ursache besitzen. Ähnlich ist die Problematik auf meteorologischer Seite. Auch hier ist das gleiche Verhalten meteorologischer Elemente nicht unbedingt die Folge gleicher Wettervorgänge. Es ist deshalb Aufgabe der Medizin-Meteorologen, nach bestimmten Gesichtspunkten sinnvoll geordnete Daten anzubieten, wobei die Art der Datenordnung direkt von der Fragestellung medizin-meteorologischer Untersuchungen abhängig ist. Einmal können meteorologische Elemente oder ihre Änderungen in der Kausalitätsforschung als kausale Größen betrachtet werden, zum anderen dienen sie

als Parameter zur Charakterisierung bestimmter atmosphärischer Vorgänge.

2. METEOROLOGISCHE ELEMENTE ALS KAUSALFAKTOREN.

Bezüglich der Herstellung einer Ordnung bei meteorologischen Daten zur Anwendung in der Kausalitätsforschung wurden in der Vergangenheit sog. Wirkungskomplexe gebildet, die eine eindeutige Zuordnung der Daten erlauben. So enthält der thermische Wirkungskomplex alle meteorologischen Elemente, die über den Wärmehaushalt der unteren Atmosphäre in Wechselwirkung mit dem Wärmehaushalt des Menschen stehen und damit seine Thermoregulation beeinflussen. Dem aktinischen Wirkungskomplex dagegen werden Meß- oder Beobachtungsdaten zugeordnet, die den optischen Teil der Sonnenstrahlen charakterisieren oder z. B. Angaben über Strahlungsanteile im UV-Bereich erlauben. Im dritten, dem lufthygienischen Komplex, werden Angaben über feste, flüssige und gasförmige Bestandteile der Luft zusammengefaßt, die eine Wirkung auf den menschlichen Organismus besitzen. Diese Einteilung der meteorologischen und luftchemischen Elemente in einzelne Komplexe hat allerdings den Nachteil der scharfen Abgrenzung ihrer Wirkungen. Erwiesenermaßen besteht jedoch unter den wirkungsrelevanten Elementen eine Wechselbeziehung, wobei die Wichtung der Einzelkomponenten in der Komplexwirkung variabel ist.

3. METEOROLOGISCHE ELEMENTE ALS PARAMETERGRÖßEN.

Um die komplexe Wirkung meteorologischer Elemente zu erfassen, wurden mit Beginn der fünfziger Jahre in verschiedenen Arbeitskreisen auf der Grundlage der Tatsache, daß Änderungen meteorologischer Größen als Folgeerscheinungen bestimmter meteorologischer Vorgänge zu verstehen sind, Klassifikationen entwickelt, die es erlauben, verschiedene Wettervorgänge nach für sie typischen Merkmalen einzuordnen. Der Nachteil dieser recht subjektiven, zeitlich nicht genau festlegbaren Darstellungen verschiedener Wettersituationen ist ihre qualitative Aussage. Es besteht hier bei medizin-meteorologischen Untersuchungen mit statistischen Prüfverfahren auf Nichtzufälligkeit oder Signifikanz nur die Möglichkeit der Bezugnahme auf die ja/nein-Aussagen dieser Klassifikationen (DIRNAGL, 1983). Zur Quantifizierung der Beschreibung meteorologischer Vorgänge wurden deshalb für sie charakteristische Parametergrößen eingeführt, die vorwiegend aus dem thermischen Milieu kommen, so z. B. die Änderung der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit gegenüber einer meteorologischen Vorgeschichte (BREZOWSKY, 1965; RAUSCHHOFER, JENDRITZKY, SÖNNING, 1978). Der Vorteil solcher Parameter ist ausserdem die Möglichkeit der Intensitätsangabe durch den Betrag ihrer Änderungen. Nachteilig wirkt sich dagegen die Tatsache aus, daß thermische Milieufaktoren, ähnlich wie medizinische Größen, als gleiche Symptome völlig verschiedener Vorgänge auftreten können. So kommt es z. B. nicht selten vor, daß Kaltfronten im Bezugsraum des Menschen im Winter zu Temperaturanstieg führen, eine Warmfront im Sommer dagegen Temperaturabnahme zur Folge haben kann.

Hinzu kommt die Doppelrolle, die gerade Elemente aus dem thermischen Milieu spielen; einmal sind sie kausale Faktoren im Wärmehaushalt des Menschen, zum anderen Parametergrößen.

4. OBJEKTIVE KLASSIFIKATION.

Eine wichtige Aufgabe der Medizin-Meteorologie ist es deshalb, ein gewisses Grundschema zur Ordnung der zahlreichen meteorologischen Faktoren zu entwickeln unter Berücksichtigung deren Auftretens als Absolut-Änderungs- oder Komplexgrößen. Den Rahmen dafür bilden die in der Vergangenheit gewonnenen Erkenntnisse, die sich wie folgt zusammenfassen lassen (SÖNNING und BUCHER, 1984):

- a) die Biotropie nimmt mit der Intensität der Wetteränderungen zu,
- b) als besonders stark biotrop hat sich die warmluftadvective Vorderseite des Tiefs herausgestellt, wobei zwischen dem Übergangsbereich vom Hoch zum Tief und der unmittelbaren Tiefvorderseite zu unterscheiden ist,
- c) das zweite Maximum der Biotropie liegt im Bereich der nachfolgenden, labil geschichteten Kaltluft an der Tiefrückseite,
- d) das Minimum der Biotropie ist im Zentrum von Hochdruckgebieten zu finden; bei stärkerer Inversionsbildung in der unteren Troposphäre sind ggf. thermische und lufthygienische Belastungsfaktoren zu berücksichtigen.

Der Schwerpunkt bei der Entwicklung eines Ordnungsschemas liegt also auf objektiven Kriterien zur Charakterisierung der Übergangsbereiche zwischen Systemen unterschiedlichen Luftdruckes und damit auch für Bereiche stärkster Änderungen meteorologischer Elemente.

Statistische Untersuchungen mit Hilfe der Faktorenanalyse ergaben, daß die Änderung der dynamischen Verhältnisse der Atmosphäre den stärksten Durchgriff auf die Änderung der in Bodennähe gemessenen meteorologischen Elementen besitzt. (STAIGER, 1980). Die Änderung der Dynamik ist ein berechenbarer Parameter, der es ermöglicht, Intensität und Richtung physikalischer Vorgänge, deren Folgeerscheinungen das Wetter mit seinen meß- und beobachtbaren Elementen ist, anzugeben. Es ergeben sich zwei Großklassen, deren charakteristische Merkmale die physikalischen Vorgänge sind, die in den Übergangsbereichen zwischen Hoch und Tief, bzw. auf der Rückseite eines Tiefs auftreten und von hochreichender Kaltluftzufuhr, bzw. Warmluftzufuhr geprägt sind. Mit der Kombination dieser Großklasseneinteilung des Wetters mit Milieufaktoren kann nun eine wirkungsrelevante Spezifizierung der meteorologischen Vorgänge erreicht werden. Beispielsweise besteht die Möglichkeit, mit Hilfe des Temperatur-Feuchte-Milieus eine Unterteilung des warmluftadvektiven Bereiches zu erhalten und das extrem trockene Milieu im Übergangsbereich vom Hoch zum Tief von dem Gebiet zunehmender Advektion feuchterer Luft auf der nachfolgenden Tiefvorderseite, zu trennen (Abb.)

Hierbei besitzt das TFM sowohl Parameterfunktion, als auch kausale Bedeutung. Die Relevanz medizinischer Ereignisse in Abhängigkeit von meteorologischen Elementen läßt sich nun nachprüfen, indem die durch wenige Kenngrößen grob definierten Wettersituationen mit medizinischen Ereignissen in Verbindung gebracht und meteorologische Faktoren mit in jahreszeitlicher und räumlicher Abhängigkeit unterschiedlicher Wichtigung als zusätzliche Variable herangezogen

werden. Damit ist die Forderung, daß trotz noch so komplexer Vorgänge die kausale Kette von Ursache und Wirkung nicht verloren gehen soll (REUTER, 1982) weitgehend erfüllt.

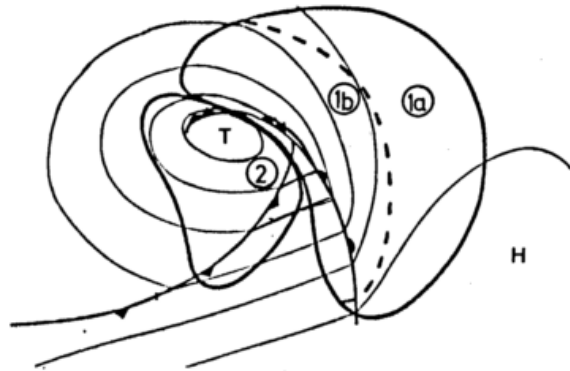


Abb.: Biotrope Gebiete im Bereich eines Tiefs

- 1a Warmluftadvektion in der Höhe (TFM: wärmer / trockener)
- 1b Warmluftadvektion bis zum Boden (TFM: wärmer / feuchter)
- 2 Kaltfront und kaltluftadvektiver Bereich (TFM: kälter / feuchter oder kälter / trockener)

Literatur:

- BREZOWSKY, H.: Meteorologische und biologische Analysen nach der Tölzer Arbeitsmethode. Meteorol. Rdschau 18, 1965, S. 132 - 143
- BUCHER, K., SÖNNING, W.: Ein objektives Verfahren für die med.-met. Wetteranalyse Vortrag Int. Biomet Tagung, Zwettel, 1984
- DIRNAGL, K.: Zur Problematik der medizinischen Wettervorhersage. XIII. Medicenale, Iserlohn, 1983

- RAUSCHHOFER, H.H.; Zusammenhang zwi-
JENDRITZKY, G.; schen Wetterfaktoren
SÖNNING, W.: und Betriebsunfällen.
Die Berufsgenossen-
schaft 5,
1978, S. 254 - 257
- REUTER, H.: Medizin-Meteorologie
aus meteorologischer
Sicht.
med.-met. Zeit-
schrift für Medizin-
Meteorologie,
1, 1982, S. 9
- STAIGER, H.: Eignung von Klima-
und Analysendaten
der unteren Tropos-
phäre für med. met.
Zwecke, Bonn, 1982
(unveröffentl. Ma-
nuscript).

SIGNIFIKANZ, RELEVANZ UND AKZEPTANZ - ZU PARALLELEN ZWISCHEN HUMANBIOMETEOROLOGIE UND LUFTHYGIENE

Walter Fett

Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin

Die Beziehungen zwischen Wetter und menschlichem Befinden geraten immer wieder in den Widerstreit der Meinungen, sowohl in der Öffentlichkeit als auch in Fachkreisen.

Welche Fragen sind sinnvoll, welche Antworten richtig? Welche Tatsachen sind anerkannt, welche Konsequenzen gewichtig? Und welche Handlungen wären demnach lohnend oder gar zwingend?

Wie in jeder sich entwickelnden Fachdisziplin, so stehen auch in der Humanbiometeorologie diese aufgeführten Begriffe in einem Zusammenhang, aus dem sich ein Handlungsbedarf oder gar Handlungsdruck in Forschung, Anwendung und Aufklärung ergibt. Für die Erringung der Glaub- und Ernsthaftigkeit im Spannungsfeld zwischen Wissenschaftlichkeit und Öffentlichkeit muß diese Disziplin selber die Maßstäbe mitbestimmen, anhand derer eine Bewertung ihrer Ergebnissfakten ermöglicht wird.

Während die Humanbiometeorologie darin erst am Anfang derartiger Versuche und Versuchen steht, sieht sich die Lufthygiene inzwischen schon des längeren und in zunehmendem Maße den Herausforderungen einer Fremdbewertung ausgesetzt.

Weltanschauliche Zielsetzungen, gesellschaftliche Absolutheitsansprüche und politischer Pragmatismus neigen dazu, sich - notfalls auch in

opportunistischer Weise - des Image wissenschaftlicher Mittel (d.h. hier lediglich einer jeweils passenden Auswahl ihrer bewährten Argumentationsweisen, Praktiken und Vokabularien) zu (tages)politischen Zwecken zu bedienen.

Mit Signifikanzbeweisen ist es nicht mehr getan; sie werden qualitativ mißbraucht und quantitativ mißdeutet. Dem Akzeptanzbedürfnis, -vermögen und gar -vorgaben der Öffentlichkeit ist zunehmend Rechnung zu tragen. Mittels Relevanzbetrachtungen ist durch Mitvermittlung von Wertskalen, welche die Anschließbarkeit an Bekanntes, Akzeptiertes und bereits Bewertetes ermöglicht, verantwortlich Sorge zu tragen.

Aus dem Aspekt und den Erfahrungen im Umgang mit dem Problem der Wirkungen durch Luftschadstoffe heraus können (er)nüchtern(d)e Hinweise für den fachlichen und öffentlichen Umgang in und mit der Humanbiometeorologie gegeben werden. Anhand von Beispielen aus der Lufthygiene, beginnend vom Umgang mit der Statistik bis zum Umgang mit der Publizistik, werden Erfahrungen und Empfehlungen dargestellt, welche eventuelle künftige Bedrängnisse mildern helfen.

Für Fragen und Antworten in beiden Gebieten ist es wesentlich, diese in einem Bewertungszusammenhang von Richtigkeit, Wichtigkeit und Billigung zu sehen!

W E T T E R U N D M I G R Ä N E .

Fritz L. Jenkner und Alois Machalek.

Ambulatorium Süd der Wiener Gebietskrankenkasse-Neurochirurgische Ambulanz und Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien.

Einer von uns (Jenkner) hatte sich schon einmal die Frage gestellt, ob Migränepatienten nicht wetterfühlig sind und diese Frage durch eine Voruntersuchung zu beantworten versucht. Das Ergebnis war, daß Migräniker vermehrt wetterfühlig zu sein scheinen. Eine klare Antwort mußte daher durch eine größere Untersuchung gesucht werden. Wir haben daher versucht, den Grad der Schmerzen von an Migräne Leidenden und die Wetter-situation (als Wiener Biowetter) in Korrelation zu stellen.

Von April bis September 1982 wurden ambulante Patienten der neurochirurgischen Ambulanz, die an Migräne litten, angehalten, genaue tägliche Aufzeichnungen über den Grad der Anfälle, wie die Wetterlage, Schwindel und Belastungen (siehe Formular) zu führen. Tagesmittelergebnisse zwischen 12 und 25 Patienten konnten da pro Monat erhalten werden. Insgesamt füllten 80 Patienten das Formular vollständig aus und konnten ausgewertet werden. Korrelationen wurden auf zwei Arten mit dem Wiener Biowetter durchgeführt.

Die Nomenklatur des "Wiener Biowetters" sieht folgendermaßen aus: (A) Hochdruckwetter; charakteristisches antizyklonales Wetter mit Hochdruckkern über Mitteleuropa. Dynamik: Absinkbewegung; Advektion: keine oder gering. - (B) Flachdruckverteilung. Charakteristikum: gradientschwaches Übergangswetter mit flacher Luftdruckkonfiguration und ohne signifikante Aktionszentren in der Nähe Mitteleuropas. Dynamik: nicht definierbar; Advektion: mäßig bis stark. - (D)=

West- oder Nordwestwetterlage, also unbeständiges, wechselhaftes Wetter; zonal orientierte Zirkulationsform mit lebhafter Höhenströmung. Dynamik: mäßig. (E) = Süd- oder Südwestwetterlage. Meridional orientierte Zirkulationsform mit mäßiger bis lebhafter Höhenströmung, ev. mit Afgleitvorgängen. Dynamik: Mäßige bis starke Turbulenzen, vielfach mit Absinkbewegung. Advektion: mäßig bis stark. Im Gebirge Föhn, Störungsfronten.

M e t h o d i k : Wegen des umfangreichen medizinischen Datenmaterials wurden als statistische Methoden am Gesamtkollektiv univariante Methoden (Korrelation, Regression) und parameterfreie Methoden (Chi-Quadrat, U-Test) eingesetzt. Für Einzelfallanalysen wurden jene Fälle ausgewählt, die Beobachtungszeiträume großer Länge aufwiesen. Diesen Bedingungen entsprachen 65 Patienten. Die Beobachtungszeiträume lagen zwischen drei und sieben Monaten. Die Aufzeichnungen eines Falles sind als DIAGRAMM dargestellt. Die Auswertung erfolgte für jeden Fall einzeln.

E r g e b n i s s e : Die Korrelationen des Gesamtkollektivs ergaben nur überaus geringe Quotienten: diese lagen zwischen 0,1 und 0,38 mit keiner statistisch befriedigenden Absicherung. Gleichermaßen ergaben die parameterfreien Verfahren keine statistisch signifikanten Ergebnisse. Aus diesen negativen statistischen Resultaten ergibt sich der Schluß, daß wegen Inhomogenität der medizinischen Daten keine aussagekräftigen Resultate aus dem Kollektiv erhalten werden konnten. Die Ergebnisse

der Einzelfallanalysen sind in der folgenden Tabelle enthalten:

WIENER BIOWETTER	A	B	C	D	E
HÄUFIGKEIT der KORRELATION in %	15	12	6	25	2

Hieraus geht hervor, daß 58 % aller Patienten eindeutig dem Biowetterschema unterworfen werden konnten. In Relation zum entsprechenden Biowetter konnten auch verstärkt Kopfschmerzen (Migräne) registriert werden. Dabei tritt klar hervor, daß bei Tiefdruckwetterlagen und meridionalen Strömungen in Wien nur wenige Fälle mit vermehrten Kopfschmerzen aufgetreten waren. Hingegen leiden bei gradientschwachen, z.Teil antizyklonalen und bei zonalen Strömungswetterlagen nahezu ein Viertel der Patienten verstärkt an Migräne. Wennman die vertikalen Bewegungsvorgänge in der Atmosphäre auch berücksichtigt, so traten durch die Untersuchung klar Fälle hervor, bei welchen mit regelmäßiger Wiederholung starke Migräneattacken bei Absinkbewegungen einsetzen.

B e s p r e c h u n g : Manche Patienten geben an, bei gewissen Wettersituationen besonders oft an Migräneanfällen zu leiden. Manche Autoren stellen fest(z.B. Dirnagl), daß solche "wetter-

bedingte"Schmerzattacken psychogener Natur seien. Nachdem wir uns dieser Argumentation nur sehr ungerne anschließen würden, bevor nicht aus einer statistischen Vergleichsuntersuchung alle anderen Möglichkeiten ausgeschlossen wurden, haben wir mit Interesse die statistische Auswertung unserer Daten erwartet.

Aus unserer Untersuchung geht hervor, daß die Inhomogenität der medizinischen Daten, die ja von Patient zu Patient variieren, eine aussagekräftige Korrelation aus dem Gesamtkollektiv nicht gestattete. In Einzelfallanalysen jedoch konnten wir sicher stellen, daß das Wettergeschehen im Einzelfall einen großen Einfluß auf den Migränekopfschmerz hat. Es ist somit nicht dem psychisch-funktionellen Raum zuzuordnen, wenn solche Aussagen über wetterveranlaßte Migräneanfälle gemacht werden. Dieses im Wiener Raum erarbeitete Resultat stellt somit eine Bestätigung der in der Bundesrepublik Deutschland von Sönnig gemachten Beobachtungen für unseren Raum dar. Mit der Verfeinerung der Terminologie der Biowetterlagen (Machalek und Sabo) werden sich vielleicht noch genauere Angaben über diese Zusammenhänge machen lassen.

L i t e r a t u r :

DIRNAGL, K.

JENKNER, F.L.

MACHALEK, A. und P.SABO

SÖNNING, W.

Neuere Untersuchungsergebnisse zur Beeinflussung des menschlichen Befindens durch das Wetter. Therapiewoche 27:858-870, 1970.

Sind Migränepatienten wetterfähig? Med-Met 1:20, 1982.

Erweitertes Biowetter und Biowetterprognose für Österreich. Med-Met 4:16-17, 1984.

Der Wettereinfluß auf den Menschen. Was wissen wir? Im Druck.

comfort, we used the air enthalpy expression (2) and defined the TWH index:

$$TWH = 1004 \left(t'_H + \frac{1555}{p} E_{t_H} \right) \quad (7)$$

where TWH is the temperature-wind speed-humidity index in Jkg^{-1} , p is the atmospheric pressure in hPa, E_{t_H} is the saturated water vapour pressure at temperature t_H in hPa and t'_H corresponds to wet-bulb temperature in relation to the cooling power temperature, and it can be computed or determined from tables by means of cooling power temperature and relative humidity. An easier way of obtaining this value is by means of the measured values of the wet-bulb temperature inserting in the expression (6). According to the t-test, the mean annual values of t'_H , obtained by means of these two various methods, don't differ significantly.

The Brazol's sensation scale can be used in assessment of thermal comfort and bioclimate.

The TWH index, tested for extreme temperature conditions (very low and very high temperatures) showed very good results (ZANINOVIĆ, 1984). We want to check its value in evaluation of bioclimate. For this reason we compared the TWH and air enthalpy average values of 10-day periods at 7 a.m., 2 p.m. and 9 p.m. during 10 years (1971-1980) in Zagreb.

Duration of sensation of coldness is prolonged due to wind effects in the cold part of the year. Sensation of "very cold", which, according to the air enthalpy at 2 p.m. don't appear at all, lasts even from the beginning of December till the middle of March, according to the TWH values. In relation to the air

enthalpy, the sensation of "very warm" and "uncomfortably warm" lasts from the middle of May till the end of September even during the night. On the other hand, however, these sensations appear, after TWH index, from the beginning of June till the beginning of September in the warm part of the day, mostly. We want to emphasize that mornings and evenings are pleasant in summer, according to TWH index, opposite to "very warm" mornings and evenings classified by means of the air enthalpy.

The TWH-index, including the cooling effects of wind, gives better results in evaluation of bioclimate than the air enthalpy does. It strengthens the sensation of cold in winter, but smooth the sensation of warmth in the summer mornings and evenings, which, according to the air enthalpy don't differ from the warmest part of the day.

References

- JENDRITZKY, G.; SONNING, W.; SWANTES, H. J.:
Ein objektives Bewer-
tungsverfahren zur Besch-
reibung des termischen
Milieus in der Stadt- und
Land-schafplanung (Klima-
Michel-Modell), Beiträge
Akademie für Raumforsch-
ung und Landesplanung,
Band 28 (1979), 85
- LANDSBERG, H. E.: The Assessment of
Human Bioclimate, WMO
Tech. Note No 123 (1972)
- ZANINOVIĆ, K.: Combined Biometeorologi-
cal Temperature, Wind
Speed and Humidity Index
(TWH), Zbornik met. i
hidr. radova, 10 (1984),
365-368

Asthma bronchiale ist eine Krankheit mit vorwiegend anfallsweise auftretender Atemwegsobstruktion auf dem Boden eines hyperreagiblen Bronchialsystems (NOLTE, 1985). Die bronchiale Hyperreagibilität ist demnach die Ausgangslage des betroffenen Individuums, allein führt sie nicht immer zur Krankheitssymptomatik. Meist müssen weitere Faktoren hinzukommen, um die Symptomauslösung zu triggern. Dazu gehören z. B. Inhalationsallergene, Virusinfektionen oder Reizgase. Auch wetterabhängige Umgebungsfaktoren sind in ihrer Auswirkung auf die bronchiale Hyperreagibilität unter Laborbedingungen gut untersucht.

Es stellt sich die Frage, inwieweit außerhalb der Laborbedingungen wetterabhängige Umgebungsfaktoren eine ähnliche Beeinflussung des Asthmasyndroms bewirken.

Bisherige Studien zeigen widersprechende Ergebnisse. 6 bis 8-wöchige Beobachtungen an asthmakranken Kindern und Jugendlichen zeigen wohl in der Regel einen Zusammenhang mit der Allergenbelastung der Luft, nicht mit dem Wetterparametern (GÜTZ, 1982; KLABUSCHNIK, 1981; CHIBBS, 1982).

Umgekehrt zeigen epidemiologische Studien eine Häufung schwerer Asthmaanfälle in den Herbstmonaten Oktober und November in der nördlichen Hemisphäre (BOOTH, 1965; GREENBURG, 1964; GREENBURG, 1965; GOLDSTEIN, 1980; SALVAGGIO, 1960) und in den Monaten April und Mai in der südlichen Hemisphäre (DERRIK, 1965; DERRIK, 1966). Salvaggio (1960) berichtet von einem Zusammenhang von niedriger Windgeschwindigkeit niedriger relativer Luftfeuchtigkeit, niedrigen Temperaturen und einer Häufung von Asthmanotfallbehandlungen. Die New-York-City-Studie (GOLDSTEIN, 1960) zeigt ein epidemi-

sches Auftreten: von Asthmanotfallbehandlungen bei Durchzug einer Kaltfront gefolgt von einem Hochdrucksystem.

Wir untersuchten am Asthmatherapiezentrum der Jugenddorf Christophorusschule Obersalzberg mit einer Höhenlage von 1.200 m 46 asthmakranke Kinder und Jugendliche vorwiegend höheren Schweregrades, die sich zu einer stationären Langzeittherapie hier aufhielten. Die Jugendlichen führen von Anfang November 1984 an ein Peak-flow-Protokoll, bei dem sie morgens und abends mit einem Mini-wright-peak-flow-Meter ihre Lungenfunktion selbst bestimmen und in ein Protokollblatt eintragen. Diese Werte wurden verglichen mit den Daten unserer Wetterstation, die sich am gleichen Ort befindet. Folgende Daten wurden aufgezeichnet: Temperatur Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer, Niederschlagsmenge in mm und Barometerdruck.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

1. Die langfristige Beobachtung der Durchschnittswerte über sieben Monate zeigt einen Zusammenhang zwischen den mit Peak-flow gemessenen Lungenfunktionswerten asthmakranker Kinder und Jugendlicher mit den Monatsdurchschnittstemperaturen und der durchschnittlichen Sonnenscheindauer. (Abb. 1) Je niedriger die Temperaturen und je geringer die Sonnenscheindauer ist, desto schlechter sind die gemessenen Lungenfunktionswerte. Die Differenz zwischen den Monaten mit hoher Durchschnittstemperatur liegt etwa bei 20 %. (Abb. 2)
2. Die aktuellen Beobachtungen zeigen einen Zusammenhang zwischen Temperatureinbrüchen und Verschlechterung der Lungenfunktion, während die übrigen Parameter, wie Luftfeuchtigkeit,

Niederschlagsmenge und Barometerdruck widersprüchliche Ergebnisse zeigen. Die Ergebnisse sind jedoch nicht so strukturiert, daß sich eine zuverlässige Voraussage daraus ableiten ließe.

Abb. 1: Durchschnittswerte der Temperatur (°C) und der Sonnenscheindauer (in h), Nov. '84 - Juni '85 (außer Jan. '85)

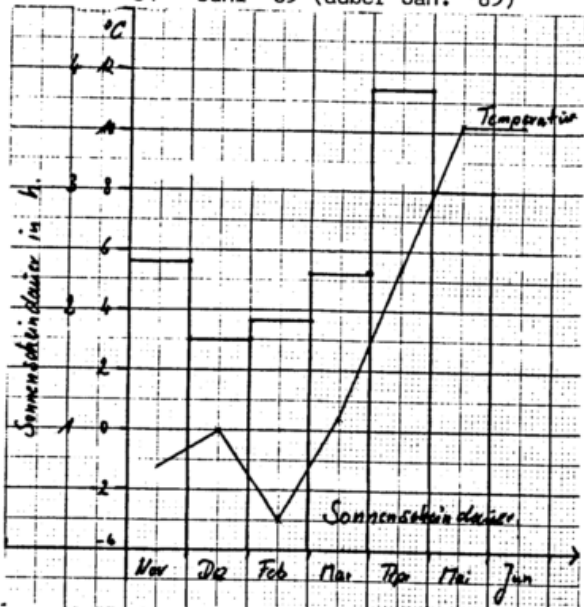
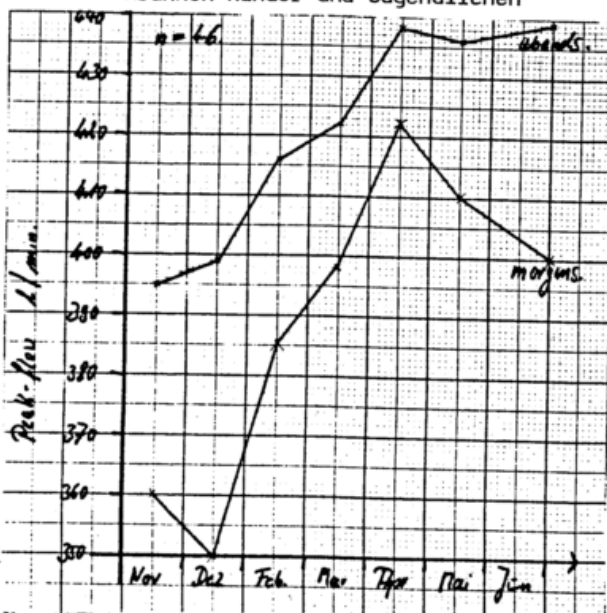


Abb. 2: Durchschnittswerte der 2xtägl. gemessenen Peak-flow-Werte an 46 asthmapatienten Kinder und Jugendlichen



3. Die auffallende Korrelationen betreffen überwiegend die abendlichen Peak-flow-Werte, die offenbar repräsentativer sind als die morgens gemessenen Peak-flow-Werte.

4. In den Frühsommermonaten werden durch die Allergenbelastung der Luft der Einfluß der wetterabhängigen Parameter überlagert und zum Teil in sein Gegenteil verkehrt.

5. Eine weitere Beobachtungszeit von wenigstens zwei Jahren wird angestrebt, um zuverlässigere Aussagen treffen zu können.

Literaturverzeichnis:

BOOTH, S: et.al Detection of asthma episodes in seven cities
Arch.Environ.Hlth 10(1965) 152-155

CHIBBS, B. e. et al.: J. Asthma 21(1984)1:15

DERRIK, E.H.: The seasonal variation of Asthma in Brisbane: Its relation to temperature and humidity
Int.J.Biometeorol. 9(1965) 239-251

GOLDSTEIN, J.: Weather patterns and asthma epidemics in New York City and New Orleans, USA
Int.J.Biometeorol. 24(1980) 329-339

GOLDSTEIN, J.: Asthma alley; a space clustering study of asthma in Brooklyn, New York City
J.Asthma Res. 15(1978) 81-93

GÜTZ, M. et al.: Relevance of Individual pollen exposure and weather on children with bronchial asthma
Mod.Probl.Pädiat 21(1982) 94-99

GREENBURG, L. et al: Asthma and temperature chances
Arch.environ.Hlth:8(1964) 642-647

HACKNEY, J. et al: Environmental Factors and asthma: Air pollution and weather in: WEISS; SEGAL; STEIN
Bronchial asthma, Boston 1985 445-452

KERSTEN, W. und PULS, K.: Pollenflugvorhersage
Allergologie 7(1984)81-114

KLABUSCHNIGG, A. et al.: Influence of Aerobiology and weather on Children with asthma
Respiration 42(1982) 52-60

NOLTE, D.: Asthma, Atemnot, Atemfunktion
München 1985

O BAR OR: Climatic Conditions and their effects on exercise-induced asthma in:
Oseid et al: The asthmatic child in play and sport, London 1983 p.61-73

SALVAGGIO, J.: et al: New Orleans asthma, Relationship of climatologic and seasonal factors of outbreak
J.Allergy 45 (1960) 257-265

A STUDY OF THE METEOROLOGICAL PREDICTION
FOR THE INCIDENCE OF ACUTE MYOCARDIAL
INFARCTION

Yianwen Wang

(Academy of Meteorological Science,
NMA, Beijing, China)

Xuecui Zhang
(Lianyungang Ocean Station, State
Oceanographic Administration)

The development of research work in the field of medical meteorology gave a great impetus to the prevention of the incidence of acute myocardial infarction, the reduction of the rate of disease occurrence as well as the mortality rate. We conducted the research on the relationship between the incidence of acute myocardial infarction and weather in Beijing area in 1981. It is found that the disease frequently occurred in winter-half year, and our research results also suggested that the disease occurrence also associated with weather situation of cold front passage, low temperature and high wind. The relationship between the disease and weather situation is further analyzed in this paper.

I. Data and Method

1. The data used in our research were provided by the cooperated working group of coronary heart disease in Beijing area. Those data were taken from January 1977 to December 1982 and they were of daily incidence of acute myocardial infarction of hospitalization. Besides, the daily surface weather charts in the same period over East Asia and the upper air charts at 700mb over Eurasia were used.

2. According to the surface and the upper air charts we divided the synoptic systems which frequently affected Beijing area into six types with the data obtained in 1979. Consequently, based on the incidences of the disease under certain weather type and the date of peak value of the incidence (daily incidence number \times annual daily mean incidence of peak value). We got the prediction model charts for the incidence of the disease, and the verifications were conducted with the data of 1977 and 1978.

II. The Results

The synoptic situations that affect Beijing area can be divided into two categories.

1. The type of excitation (shown in Fig. I-III) weather events is generally characterized by the intrusion of

strong cold air flow, cold front passages, high winds and low temperature or it may be affected by warm air. Before the transitional period of weather there was a process of frontogenesis and accompanied by much strong southwest wind. Under the control of the development of low systems there is no precipitation at all or less precipitation.

2. The Type of Mitigating Weather Situation

Under high pressure it is generally dry-cold weather which is affected by the southward cold air. Under such situation the temperature is high, air mass and the sun radiation is strong. Under the control of low pressure, there is no major synoptic change, upper wind is weak, meteorological elements have significant changes or the development of low systems precipitation events would occur (daily precipitation $>$ 10 mm).

Looking into all the year round, the type of excitation synoptic system is 34.5% of the whole year while the mitigating type is 65.5%. Nevertheless, the effect of the excitation type upon the peak value-day of the incidence of the disease comprises 89.2%.

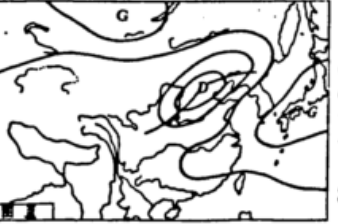
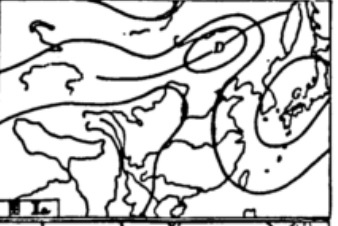
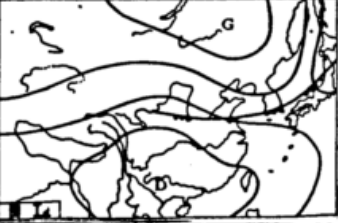
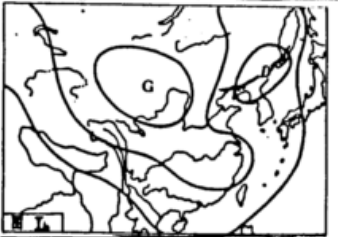
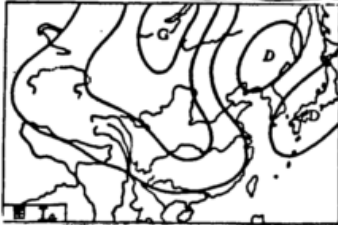
3. Data Verification

The relationship between the peak value-day of the incidence of the disease and the excitation synoptic type was verified with the synoptic charts of 1977 and 1978, and the qualitative correlation coefficient $r = 0.84$ was calculated, χ^2 verification was significant ($\chi^2 = 476.0$ $\chi^2_{\alpha} = 10.828$).

III. Discussion

1. The common feature of the excitation type of synoptic situation which affects the incidence of the acute myocardial infarction is that the changes of the field of atmospheric physics are intense. The concrete manifestation is intensification of movable high or low, and frequently there is a cooperation of upper trough and cold front. Beijing area is just before the front edge of cold high and low, so the area

is affected by strong cold air flow. Another case is that the area is just under the control of deep low without much precipitation. In general, around the edge of the high and within the developing low, there is a strong baroclinic atmosphere,



either of the positive and negative vorticity is large, the horizontal and vertical shear of the wind velocity is severe. Therefore, there exists large-scale and severe upward air movement, so the area is generally a frontal place where the warm and cold air meet together. Consequently the field of atmospheric physics has a systematic change significantly due to the severe momentum and heat energy is released in the area. Thus we could say that these features of the excitation type are incomparable to that of the mitigating type which has no such features at all.

2. We have found that not all the cold fronts have harmful effects upon patients just because some of cold air fronts are of frontolysis in the processes of their movements. As it is known that even if there is no cold front, as long as there is a severe cold air before the front edge of cold high, it could also affect the patient of the disease.

3. Moreover, the

research result suggests that under the situation of excitation type of weather if it is associated with much precipitation, the harmful effect upon patients would vanish eventually. As regards to the cause that the heavy rainfall could change the effect of disease inducement of the excitation type of weather, the mechanism needs further study in the future.

4. Based on the analysis of the field of atmospheric physics we could study the possible inducement of acute myocardial infarction caused by the excitation type of weather. Beijing area is just under the control of a deep low which is accompanied by an upper trough. Such weather phenomena have a common nature i.e. intense changes of the atmospheric physical are characterized by a strong baroclinicity while the positive or negative vorticity is intense, the wind velocity has a intense shear horizontally and vertically. There also exists a large scale air ascending. Therefore the air divergence at the upper level is reduced, the air parcel expands thus reduced the air density at the lower level and O_2 pressure as well. Under normal condition it is difficult for people who has such heart disease to get enough O_2 and the capacity of compensation is poor. Under bad weather conditions the O_2 deficiency problem would become even more serious for a sick person.

METEOROTROPE VERÄNDERUNGEN DES BLUTDRUCKES UND DER PULSFREQUENZ DER
HERZKRANKEN IM VERLAUF DER KOMPLEXEN BÄDERKUR

RNDr. Vít Květoň, CSc., + Doc. MUDr. Jiří Matoušek, CSc., Zdeněk Šebesta
(Forschungsinstitut für Balneologie, Mariánské Lázně, ČSSR)

Medizinische Mitarbeit: Prim. MUDr. J. Badal, Františkovy Lázně,
Prim. MUDr. P. Schamburek, Konstantinovy Lázně

1 EXPERIMENTAL MATERIAL

1.1 Versuchspersonen

Zahl der Versuchspersonen: 529 (davon 98 Frauen) in 37 Gruppen. Das Durchschnittsalter: 54,7 Jahre.

Orte der Verfolgung: Konstantinovy Lázně und Františkovy Lázně.

Zeitraum der Verfolgung: 1979-1983.

Die Diagnose beim Kurantritt: Herzinfarkt (I.-II.Rehabilitationsphase).

Kurdauer: im Durchschnitt 4 Wochen.

Kurarten: Klimatherapie, Diät, balneologische und physikalische Therapie, Pharmakotherapie, 5-mal wöchentlich Kinesietherapie mit Morgengymnastik, Gruppengymnastik, Fahrradergometrie und mit dosierten Terrainkuren. Die Grösse der körperlichen Belastung wurde auf Grund der ergometrischen Untersuchung bestimmt.

1.2 Medizinische Messungen

Gemessene Grössen: Blutdruck und Pulsfrequenz.

Termine der Messung: 5-mal wöchentlich, immer zwischen 6-7 Uhr morgens am Krankenbett.

Gesamtzahl der Messungen: 6975.

1.3 Meteorologische Messungen

Messangaben: Lufttemperatur (T), relative Luftfeuchtigkeit (RV), maximale und minimale Lufttemperatur (T_{max} , T_{min}), barometrischer Druck (P) am Ort der meteorologischen Station.

2 METHODE DER BEARBEITUNG

2.1 Statistische Methode:

Multidimensionale lineare Regressionsanalyse, die für verschiedene Kom-

plexe der unabhängigen meteorologischen Variablen durchgeführt wurde und zwar separat für die einzelnen medizinischen Grössen. Diejenige Gruppe von Regressoren (Regressor = unabhängige Variable in der Regressionsanalyse), mit der wir für die gegebenen medizinischen Parameter den höchsten Determinationskoeffizienten erzielten, wurde nachfolgend einer Schrittregressionsanalyse unterzogen.

2.1.1 Abhängige Variable in der Regression

Die Abweichungen der gemessenen Werte jedes medizinischen Parameters von individuellen Regressionsgeraden. Diese Geraden werden für jeden Patienten und für jeden medizinischen Parameter separat ausgerechnet.

2.1.2 Unabhängige Variablen in der Regression

Die Anfangsgruppen der Regressoren bildeten 21-23 von Parametern, die aus den Vertretern von 4 folgenden Untergruppen zusammengesetzt wurden:

2.1.2.1 Vorheriger Wert des medizinischen Parameters

Der Wert der abhängigen Variable in der Regression, der sich zum vorgegangenen Tag vor dem bezüglichen Tag bezieht (im Falle des systolischen Blutdrucks bezeichnet als #RTS). Der bezügliche Tag ist der Tag, zu dem sich die analysierte medizinische Angabe bezieht.

2.1.2.2 Stand des atmosphärischen Millieus

P7, ET7 = barometrischer Druck (hPa)

und Äquivalenttemperatur am bezüglichen Tage um 7 Uhr,

$$P7K = (P7 - 950,9)^2/100,$$

$$ET7K = (ET7 - 30)^2/30,$$

alternativ:

$$MP = (P_7 + P_{14} + P_{21})/3,$$

$$XAP = P_j - P_{j-1}, j = 3, 6, \dots, 24GMT,$$

$$AMP = T_{max} - T_{min},$$

$$MET = (ET_7 + 2ET_{14} + ET_{21})/4,$$

$$METK = (MET - 30)(MET - 30)/30,$$

$$MRV = (RV_7 + RV_{14} + RV_{21})/3,$$

alles am bezüglichen Tag,

alternativ:

$$M7Z = (7Z_{i-1} + 6Z_{i-2} + \dots + Z_{i-7})/28,$$

alternativ:

$$M3Z = (3Z_i + 2Z_{i+1} + Z_{i+2})/6, \text{ wo}$$

i = der bezügliche Tag, Z in der

Reihenfolge ist: MP, XAP, AMP, MET,

METK, MRV.

2.1.2.3 Barometrische Tendenzen am bezüglichen Tag

$$\#VAP = P_7 - P_1 > 0, \text{ anders } 0,$$

$$\#SAP = P_7 - P_1 < 0, \text{ anders } 0,$$

$$VAP = P_{13} - P_7 > 0, \text{ anders } 0,$$

$$SAP = P_{13} - P_7 < 0, \text{ anders } 0.$$

2.1.2.4 Veränderungen des Wettercharakters

$$VDZ = Z_i - Z_{i-1} > 0, \text{ anders } 0,$$

$$SDZ = Z_i - Z_{i-1} < 0, \text{ anders } 0,$$

alternativ:

$$V37 = M3Z - M7Z > 0, \text{ anders } 0,$$

$$S37 = M3Z - M7Z < 0, \text{ anders } 0, \text{ wo}$$

Symbole Z, i, M3Z, M7Z siehe oben.

3 RESULTATE

Die biotropen Wirkungen des Wetters und dessen Veränderungen auf verfolgte objektive physiologische Parameter der Versuchspersonen sind statistisch bedeutend ($p < 0,001$). Die festgestellte Grösse der biotropen Wetterwirkungen beträgt 0,46 - 0,6 % der Streuung der analysierten medizinischen Angaben.

Die bedeutenden meteorologischen Parametr:

3.1 Systolischer Blutdruck

$$\#RTS-, \#ET7+, \#ET7K+, \#VAP+, \#VAP+++,$$

$$\#P7+++,\#P7K-,\#V37METK+,\#V37MRV\sim,$$

$$\#S37XAP+,\#S37XP++,\#S37XRV-.$$

3.2 Diastolischer Blutdruck

$$\#ET7K\sim,\#VAP\sim,\#P7+++,\#P7K-,$$

$$\#V7AMP++,\#V7MRV+,\#V37XAP,$$

$$\#V37MRV++,\#S37AMP++,\#S37MRV+.$$

3.3 Pulsfrequenz

$$\#SAP++,\#AMP+++,\#MET++,\#METK+,$$

$$\#MRV++,\#VDAMP+,\#VDMETK,\#SDMP+++.$$

3.4 Erklärungen der Symbolen

der analysierte medizinische Parameter ist direkt proportionell den

Werten des gegebenen Regressoren,

\# ist indirekte Proportionalität.

Niveaus der statistischen Bedeutung:

$$\sim 0,20 \quad - 0,1 \quad + 0,05$$

$$++ 0,01 \quad +++ 0,001.$$

4. ZUSAMMENFASSUNG

Für biotrope Wirkung auf den systol. Blutdruck sind am wesentlichsten: barometrischer Druck (quadratische Abhängigkeit) und kurzfristige barometrische Tendenzen.

Für den diastol. Druck ist der bedeutendste meteorotrope Faktor der Wert des barometrischen Druckes.

Für biotrope Wetterwirkungen auf die Pulsfrequenz haben die grösste Bedeutung die Tagestemperaturamplitude und allgemeine langfristige senkende Tendenzen des Niveaus des barometrischen Druckes (Übergang vom antizyklonalen zum zyklonalen Wetter).

Die synoptische Koppelungen zwischen den biotrop wirksamen meteorologischen Faktoren wurden beurteilt. Auf dieser Basis wurden diejenigen synoptischen Wetterlagen deduziert, die am markantesten den Blutdruck und die Pulsfrequenz der verfolgten Versuchspersonen beeinflussen.

RNDr. Vít Květoň , CSc.

(Forschungsinstitut für Balneologie, Mariánské Lázně, ČSSR)

1 MATERIAL UND METHODE

Vom 1.7.1972 bis 30.6.1974 wurden die Gesundheitschwierigkeiten bei 31 Personen verfolgt, die vor länger als einem halben Jahr Myokardinfarkt durchgemacht haben, der sowohl klinisch, als auch laboratorisch nachgewiesen wurde. Die Gruppe bildeten 17 Männer und 14 Frauen, die dauernd in Plzeň oder in der nahen Umgebung wohnten.

Bei der Beschreibung der atmosphärischen Bedingungen haben wir drei verschiedene Kombinationen von 10 - 20 Grössen geprüft. Die Grössen haben wir aus der Gesamtzahl von 115 stetigen Charakteristiken der synoptischen Prozessen und klimatologischen Bodenelemente, einschliesslich des geomagnetischen K - indexes, ausgewählt. Die eigentliche biometeorologische Analyse wurde mittels einer multidimensionalen linearen Regressionsanalyse durchgeführt.

2 RESULTATE

Die relative Tageshäufigkeit der allen untersuchten Beschwerden der Herzkranken hängt von den komplexen Einwirkungen der atmosphärischen Umwelt statistisch bedeutend ($p < 0,001$) ab.

An biotropen Einwirkungen des Wetters nehmen sowohl die meteorologischen Bodenelemente, als auch die Charakteristiken der synoptischen Prozesse teil. Am wesentlichsten nimmt an der biologischen Reaktion

die Belastung des thermoregulativen Systems des Organismus teil, die nach den durchgeführten Testen unlinear ist. Das Einführen eines geeigneten stetigen Belastungsparameters des thermoregulativen Systems VEKVŠ erhöht deswegen bedeutend die Grösse der festgestellten biologischen Reaktion.

2.1 Brustschmerzen im Ruhezustand

Determination D = 23,3 % der Streuung der relativen Tageshäufigkeiten.

Bedeutende meteorologische Parameter:

↗ PLN85++, ↘ RV14+, ↘ VEKV+,
↗ VEKVŠ+++ , ↗ NTLAK+, ↘ SVIT+,
(↗ VV, ↗ MLHA, ↘ UHRN).

2.2 Brustschmerzen beim Gehen

D = 9,8 % der Streuung,

↗ GK++, ↘ SADN5, ↘ VT+++ , ↗ VFYZ++ ,
↗ RSVIT+, ↘ UHRN+, ↘ JEV+.

2.3 Atemnot im Ruhezustand

D = 30,0 % der Streuung

↘ AMP+, ↗ VEKVŠ+++ , ↗ TADV5_v,
(↘ NK, ↗ RV14, ↘ UHRN).

2.4 Atemnot beim Gehen

D = 14,3 % der Streuung

↗ PLN50+++ , ↗ VEKVŠ+++ , ↗ MLHA,
↘ UHRN++ , ↘ SADV_n+, (↘ SVIT).

2.5 Herzklopfen

D = 8,3 % der Streuung

↗ PLN50+, ↘ AMP; ↘ RV14; ↗ RV21+,
↗ VEKVŠ+++ , ↗ MLHA++ , ↗ SADV_v+,
(↘ STEND).

2.6 Müdigkeit

D = 11,4 % der Streuung

↗ PLN50, ↗ VEKV\$+++, ↘ NTLAK+,
↘ SVIT, (↘ UHRN).

2.7 Angstzustände:

D = 12,2 % der Streuung

↘ PLN50++, ↗ VTEND; ↘ STEND++,
↗ NK++, ↘ AMP; ↘ VEKV; ↗ VEKV\$++,
↘ SRAZ; (↘ SADN5, ↗ NTLAK).

3 ERKLÄRUNGEN DER OBEN ANGEFÜHRTEN SYMBOLEN

↗ die Häufigkeit der Beschwerden ist
direkt proportionell den Werten des
gegebenen meteorologischen Elements,
↘ ist indirekte Proportionalität.

SADV_n ... Werte des SADV vom nächsten
Tage,

SADV_v ... Werte des SADV vom vorigen
Tage,

TADV_v ... Werte des TADV5 vom vori-
gen Tage.

Niveaus der statistischen Bedeutung

- 0,1 + 0,05

++ 0,01 +++ 0,001.

In runden Klammern sind die Regressoren
angeführt, die den Wert der fest-
gestellten biologischen Reaktion er-
höhten, die aber am Niveau gegen 0,15
bis 0,10 statistisch bedeutend sind.

PLN85, PLN50 ... gewogene aritmeti-
sche Tagesmittel des Laplace-Opera-
tors des Geopotentials (LN) am Niveau
von 850 und 500 hPa von Beobachtungs-
termin 00, 12 und 24 GMT (PLN =
= LN₀₀ + 2LN₁₂ + LN₂₄),

NK ... gewogenes arithmetisches Ta-
gesmittel von Whiting Index K der
Stabilität (NK = K₀₀ + 2K₁₂ + K₂₄),

TADV, TADV5, (SADV, SADN5) ... die
Tagesgesamtsumme der warmen (kalten)
geostrophischen Temperaturadvektion
am Niveau von 850 und 500 hPa,

VTEND, (STEND), ... die Tagesgesamt-
summe der positiven (negativen) Luft-

drucktendenzen am Boden,

RV7, RV14, RV21 ... die relative
Luftfeuchtigkeit am klimatischen
Beobachtungstermin

VFYZ, VEKV, VT, VV ... gewogene
arithmetische Tagesmittel der physiolo-
gischen Feuchtigkeit, der Äquivalent-
temperatur, Lufttemperatur und Wind-
geschwindigkeit (gerechnet analog
zum $VT = T_7 + 2T_{14} + T_{21}$),

AMP ... tägliche Temperaturamplitu-
de,

$VEKV\$ = (VEKV - 30)^2/30$,

NTLAK ... arithmetisches Tagesmittel
des Luftdrucks gerechnet aus den Wer-
ten der klimatischen Beobachtungen.

SVIT ... tägliche Sonnenscheindauer,

MLHA ... tägliche Nebeldauer,

SRAZ ... tägliche Niederschlags-
dauer,

UHRN ... tägliche Niederschlagsmen-
ge,

JEV ... ausgewählte ungünstige Wet-
tererscheinungen (Schnee und Regen,
Schnee, Eisniederschlag, Gewitter,
Windgeschwindigkeit $\geq 10,8$ m/s),

GK ... täglicher geomagnetischer
K-index.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER EINEN MÖGLICHEN EINFLUSS VON LUFTLEKTRISCHEN ERSCHEINUNGEN AUF STUMPF- UND PHANTOMSCHMERZEN BEI AMPUTIERTEN

J. Pelz, Met.Inst. der FU Berlin,

H.J. Swantes, Deutscher Wetterdienst, Zentralamt, 6050 Offenbach am Main

Ausgangsmaterial waren Schmerzmeldungen von 178 Amputierten, die regelmäßig von 1976 bis 1979 an den Deutschen Wetterdienst geschickt wurden und die Wetterbeobachtungen von ca. 75 Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes sowie die vollautomatischen Messungen der atmosphärischen Impulsstrahlung mit Geräten in Berlin und auf dem Stockert in der Eifel.

Die von den Amputierten selbst getroffene Unterscheidung nach Stumpf- oder Phantomschmerzen, ist als subjektiv zu werten, sie ist auch medizinisch diagnostisch nur schwer zu stellen. Jedoch scheint das Schmerzerlebnis Stumpf- oder Phantomschmerz, bei kollektiver Auswertung der Meldebögen unterschiedlich zu sein. Nach statistischer Untersuchung zeigt sich mit großer Signifikanz, daß Phantomschmerzen - im Gegensatz zu Stumpfschmerzen - geographisch und zeitlich nicht zufällig verteilt auftreten, sie müssen offensichtlich zusätzlich durch eine äußere Ursache beeinflusst sein.

Sollte es einen Einfluß der atmosphärischen Impulsstrahlung der hier benutzten Frequenz von 5 kHz mit einer spektralen Amplitude von mehr als $14 \text{ V Hz}^{-1} \text{ m}^{-1}$ (Feldstärke etwa 0.2 V m^{-1}) auf die Häufigkeitsverteilung von Phantomschmerzen geben, so müßte sich dieser in der gesamten Bundesrepublik bemerkbar machen, denn diese Signale haben eine Reichweite von mehreren tausend Kilometern.

Ein deutlicher und starker Anstieg mit einer durchschnittlichen Verdoppelung der Phantomschmerzhäufigkeit und einen gleichzeitigen Anstieg der atmosphärischen Impulsstrahlungsrate in allen Teilen der Bundesrepublik zeigte sich markant im Juli und August 1978 (Abbildung 1). Die Verteilung der Stumpfschmerzen weicht in diesem Zeitraum nicht signifikant von der Zufallsverteilung ab. Es ließ sich kein anderer Parameter finden der ebenfalls großräumig wirkt und mit dem Verlauf der Phantomschmerzen im Jahre 1978 Ähnlichkeit hätte.

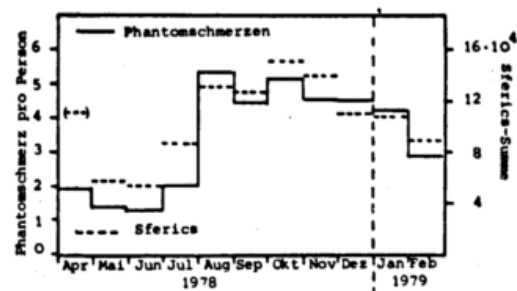


Abb. 1:

Zeitverteilung der Phantomschmerzen von April 1978 bis Februar 1979 und der 5 kHz-Sferics mit einer spektralen Amplitude von mehr als $14 \text{ Hz}^{-1} \text{ m}^{-1}$.

Eine weitere Untersuchung befaßte sich mit der geographischen Verteilung der mittleren Häufigkeit von Schmerzmeldungen pro Monat und Melder in den Jahren 1976 bis 1979. Dazu wurden jeweils alle Schmerzmeldungen eines Postleittraumes (1. und 2. Ziffer der Postleitzahl sind identisch) zu einem mittleren Wert zusammengefaßt und in der "geographischen Mitte" der zugehörigen Meldeorte kartiert (Abbildung 2.) Unterteilt man den gesamten Beobachtungszeitraum von 1976 bis 1977 und von 1978 bis 1979, so zeigen die jeweiligen Karten die Extrema von Schmerzmeldung in den gleichen Landschaftsräumen. Eine nach dem gleichen Verfahren konstruierte Karte der Gewitterhäufigkeiten zeigt große Ähnlichkeiten zur Schmerzhäufigkeit. Ein direkter Vergleich zwischen der Schmerzhäufigkeit und der Gewitterverteilung ist nicht möglich, weil Orte, aus denen Schmerzmeldungen vorliegen, nur in Ausnahmefällen auch eine Wetterbeobachtungsstation haben. Es wurden daher aus den Karten an den Stellen Werte abgelesen (zwischen den Isolinien interpoliert), an denen sich ein Breitenkreis und ein Meridian schneiden und zwar in Schritten von jeweils 0.5°. Beginnend mit dem Schnittpunkt 53.5°N, 7.5°E und endend 48.0°N, 11.0°E ergeben sich 60 Wertepaare. Wir errechnen dafür einen Korrelationskoeffizienten von $r = 0.469$. Der tabellierte Wert für die Signifikanzschranke 5 % wird dabei sehr deutlich überschritten, die Schranke für die Irrtumswahrscheinlichkeit 1 % nur knapp verfehlt. Interpolation ergibt eine Irrtumsmöglichkeit von 1.1 %.

Separiert man aus dem Feld der Schmerzhäufigkeit die Stumpfschmerzen, so bleibt qualitativ das gleiche Kartenbild erhalten. Die Stumpfschmerzen selbst weichen in ihrer geographischen Verteilung nicht signifikant von einer Zufallsverteilung ab.

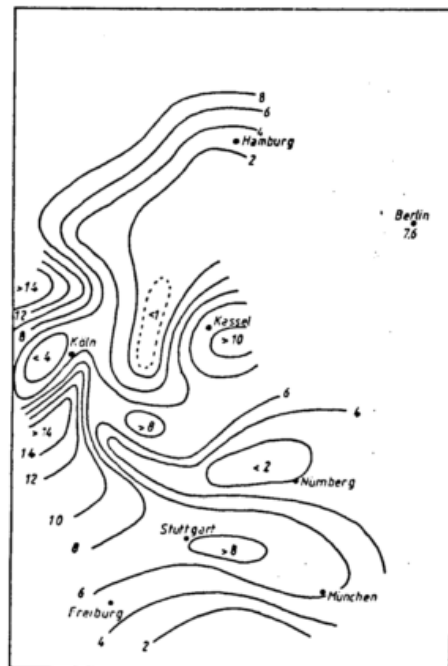


Abb. 2: Geographische Verteilung der Tage mit Schmerzmeldungen in den Jahren 1976 bis 1979 pro Monat und Melder, zusammengefaßt für Postleitzume (1. und 2. Ziffer der Postleitzahl gleich).

Literatur:

- Pelz, J. Swantes H.J.: Zeitliche und räumliche Verteilung von Stumpf- und Phantomschmerzen in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Abhängigkeit von Wettererscheinungen XIV Medicinale 1984
 Medice Chem.-pharm. 5860 Iserlohn

DER ÖSTERREICHISCHE BIOWETTERDIENST

Alois Machalek und Peter Sabo

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Wien

1 EINLEITUNG

Das "Biowetter" ist ein Forschungsprojekt, das an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik durchgeführt wird, um den Einfluß des Wetters auf gesunde und kranke Menschen zu analysieren. Da die sogenannte Wetterfähigkeit ein individuelles Problem ist, wird bei diesem Projekt mit individueller Fragebogenauswertung gearbeitet.

2 DAS BIOWETTER

Die Erstellung des Biowetters wird seit dem 1. Jänner 1979 vom diensthabenden Meteorologen für den Großraum Wien erstellt und gelangt zur Verbreitung an Presse, Rundfunk und Tonbanddienst.

Das Biowetter steht mit dem erweiterten Tölzer-Schema, dem Wetterlagenschema von Brezowsky-Ungeheuer, in keinem Zusammenhang und basiert aufgrund rein synoptischer Überlegungen.

In Hinblick auf die nunmehr geforderte Aufgabe, das Biowetter für das gesamte Bundesgebiet zu erstellen, ist es notwendig die bisher verwendeten 5 Biowettergruppen (Tabelle 1) um 2 Wetterlagen (mit dominanten Nord- bzw. Ostkomponenten) zu erweitern.

Tabelle 1: Die Biowetter-Nomenklatur

- A = Hochdruckwetter**
 - B = Flache Druckverteilung**
 - C = Tiefdrucklage**
 - D = West- oder Nordwestwetterlage**
 - E = Süd- oder Südostwetterlage**
- Hinzu kommen noch folgende Indizes:
- 1 = Warmluftadvektion in mittleren und höheren Schichten der Atmosphäre und
 - 2 = Frontdurchgang
- A = Hochdruckwetter**
Charakteristikum: antizyklonales Wetter
- Hochdruckkern über oder in der Nähe von Mitteleuropa
Dynamik: Absinkbewegung
Advektion: keine oder gering
Himmelsbild: wolkenlos bis wolkig
schwache Luftbewegungen im Sommer geringe oder mäßige Labilität, Quellwolkenbildung, Gewitter

- B = Flache Druckverteilung**
Charakteristikum: gradienschwaches Übergangswetter
flache Luftdruckkonfiguration ohne signifikante Aktionszentren in Nähe Mitteleuropas
Dynamik: nicht definierbar
Advektion: mäßig bis stark
Himmelsbild: schichtförmige Bewölkung
windschwach, Inversionsbildung möglich, im Winter mit Hochnebeldecke

- C = Tiefdrucklage**
Charakteristikum: zyklonales Wetter steuerndes Aktionszentrum im Nahbereich Mitteleuropas eventuell mit Frontdurchgang
Dynamik: Aufsteigbewegung
Advektion: mäßig bis stark
Himmelsbild: wechselnde, meist starke Bewölkung

- D = West- oder Nordwestwetterlage**
Charakteristikum: unbeständiges, wechselhaftes Wetter
zonal orientierte Zirkulationsform mit lebhafter Höhenströmung
Dynamik: mäßige bis starke Turbulenz
Advektion: mäßig, vor allem im Winter
Himmelsbild: zeitlich und räumlich recht unterschiedliche Bewölkung

- E = Süd- oder Südwestwetterlage**
Charakteristikum: meridional orientierte Zirkulationsform mit mäßiger bis lebhafter Höhenströmung, eventuell mit Aufgleitvorgängen
Dynamik: mäßige bis starke Turbulenz, vielfach auch Absinkbewegung

Weiters scheint es angebracht, einen dritten Index einzuführen, der Kaltluftzufuhr in bodennahen und mittleren Schichten der Atmosphäre anzeigt; Aussagen über die Vertikalbewegung in der Atmosphäre (Absinken) sind ebenfalls notwendig.

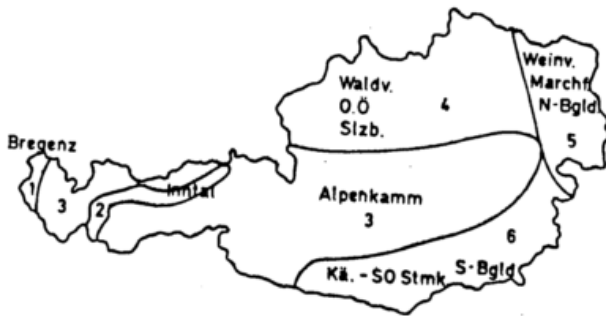
Durch diese notwendige Erweiterung kann jetzt das gesamte Spektrum der im Ostalpenraum auftretenden Wetterlagen mit ihren signifikanten Erscheinungen zumindest in grober Approximation abgedeckt werden.

Die Praxis hat gezeigt, daß es manchmal sinnvoll und notwendig ist, die Biowettergruppen miteinander zu kombinieren, um den Aussagewert zu erhöhen und alle vorhandenen synoptischen Informationen in die Klassifizierung einzubeziehen.

Die 7 Biowettergruppen samt ihren Kombinationen stehen vielleicht im ersten Moment sowohl von ihrer Definition als auch von ihrer Anzahl im Widerspruch zur Großwetterlagendefinition von LAUSCHER. Für die Belange des Biowetters jedoch ist eine erhebliche Anzahl dieser "Ostalpiner Wetterlagen" kaum zu verwenden, da diese Lagen für den Endverbraucher kaum einen Aussagewert haben.

Um die Biowetternomenklatur für Österreich anwenden zu können, ist es notwendig, das Bundesgebiet in sogenannte Biowetterzonen nach bioklimatischen Bedingungen zu unterteilen. Abbildung 1 zeigt diese Aufgliederung, für der in absehbarer Zeit das Biowetter erstellt werden soll (und zwar de. status quo des aktuellen Biowetters, Biowetterprognose und Biowettertrend).

Abbildung 1: Österreichs Biowetterzonen



Ein nicht zu unterschätzendes Hilfsmaterial für die Biowetterprognosen stellen die numerischen Prognosenprodukte wie Trajektorien, gerechnet für die Landeshauptstädte, Vertikalbewegungen für diskrete Punkte in verschiedenen Niveaus und andere theoretische meteorologische Parameter dar. All dieses numerische Material steht täglich dem Routinedienst der ZAMG gleichsam als Endprodukt der Reading-Daten als sogenanntes "MOD-Paket" zur Verfügung.

Sinn und Zweck des Biowetters und seiner Prognose für den Folgetag ist es, auf der einen Seite der Ärzteschaft gewisse medizin-meteorologische Hinweise zu geben und zum anderen der interessierten Öffentlichkeit zumindest vom synoptischen Standpunkt aus Informationen zu liefern. Mittels des Biowetters kann jeder Einzelne über persönliche medizin-meteorologische Probleme wie etwa der Wetterfühligkeit oder ähnlich gelagerte Symptome durch selbst durchgeführte Korrelationen Aufschluß bekommen.

3 DER BIOWETTER-BERATUNGSDIENST

Es ist geplant, mit Jänner 1986 im Gesundheitsamt der Stadt Wien einen medizin-meteorologischen Beratungsdienst einzuführen, der dem individuellen Problem der Wetterfühligkeit gerecht werden soll.

In enger Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Meteorologen soll hier dem Wetterfühligen die Möglichkeit gegeben werden, seinem Leid Rechnung zu tragen.

Dabei ist vor allem eine exakte Anamnese notwendig, die an verschiedenen Wiener Kliniken erstellt werden, um darauf bauend eine gezielte Therapie abstellen zu können. D.h., der Patient bleibt unter ständiger medizinischer Aufsicht, die sich in Zwischenuntersuchungen manifestieren wird. Der Meteorologe ist dabei ständig involviert. Das Gesundheitsamt Wien hofft, auf diesem Wege der wetterfühligen Bevölkerung ein sinnvolles Service anzubieten, wobei die Gesundenuntersuchung im Mittelpunkt steht.

4 LITERATUR

- Lauscher, F.: Anwendung der ostalpinen Wetterlagenklassifikation. WeLe 34, 1982.
 Machalek, A.: Das Biowetter. WeLe 30, 1978.
 Machalek, A. u. Sabo, P.: Erweiterter Biowetterkomplex und Biowetterprognose für Österreich. Med-Met 2/ 1984.

DER MEDIZIN-METEOROLOGISCHE INFORMATIONSSERVICE DES DEUTSCHEN WETTERDIENSTES

Monika Mohr

Deutscher Wetterdienst
Wetteramt Frankfurt
Frankfurter Str. 135
D-6050 Offenbach a.M.

1 WETTERBERICHT FÜR ÄRZTE

Wird werktäglich um 10 Uhr für die Bereiche Nord, Mitte und Süd herausgegeben und umfaßt die nächsten 36 Stunden. Ist nur Ärzten zugänglich.

2 BTX

Ähnlich wie der Wetterbericht für Ärzte, jedoch nur für 24 Stunden gültig. Ist nur Ärzten zugänglich.

3 MEDIZIN-METEOROLOGISCHE HINWEISE
FÜR DIE ÖFFENTLICHKEIT

Gibt Hinweise für die kommenden 36 Stunden auf mögliche Befindensstörungen, die von der jeweiligen Wetterlage ausgelöst werden können. Jedem zugänglich.

4 POLLENINFORMATIONSDIENST

Gibt Hinweise für die 3 Folgetage auf die Stärke des zu erwartenden Pollenfluges und die Art der Pollen. Jedem zugänglich.

5 WOHNORTBERATUNG

Gibt aufgrund von persönlichen Angaben Auskunft über die jeweils geeignetste Wohngegend in Deutschland. Nur auf Anfrage.

VERTIKALAUSTAUSCH UND SCHADSTOFFKONZENTRATIONEN ÜBER
BALLUNGSRÄUMEN AM BEISPIEL DER STADT DORTMUND.

Wolfgang Beckröge

Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen

Ein wichtiger Teilaspekt bei der Bearbeitung von Stadtklimaanalysen unter bioklimatischen Gesichtspunkten ist die Schadstoffbelastung der Atmosphäre im Ballungsraum.

Eine Stadtklimaanalyse, die der Kommunalverband Ruhrgebiet für die Stadt Dortmund erstellt, gab die Möglichkeit, mit Hilfe verschiedener Meßmethoden Ergebnisse über die Austauschbedingungen und Schadstoffkonzentrationen in diesem Raum zu gewinnen. Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht eine 24-stündige Meßkampagne, die während einer

windschwachen Hochdruckwetterlage am 20. und 21.08.1984 durchgeführt wurde.

In Abb. 1 ist der Stabilitätsgrad der Atmosphäre an drei Meßpunkten mit Grenzschichtsondierungen dargestellt. Dabei unterscheiden sich die Meßpunkte im Umland bzw. Übergangsbereich Stadt/Umland und der Innenstadt-Meßpunkt erheblich voneinander. Während sich die labile Unterschicht in Lünen-Niederaden (Umland) bis gegen 16.15 Uhr abgebaut hat und ab ca. 18.00 Uhr der Aufbau einer Bodeninversion an beiden Umlandstandorten zu beobachten ist, kann sich die neutrale Schichtung in der Dortmunder Stadtmitte bis

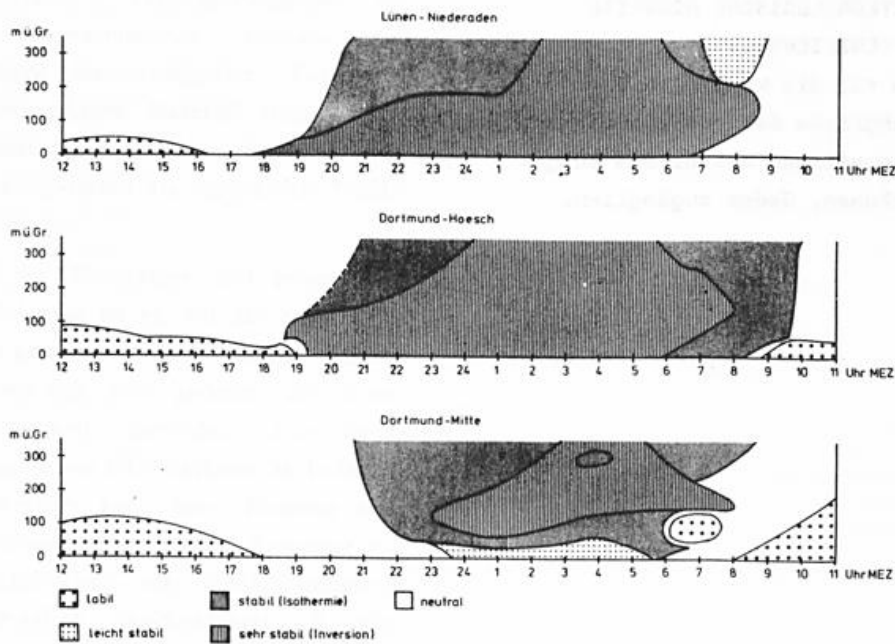


Abb. 1: Schichtung der Atmosphäre an 3 Stationen in Dortmund, 20./21.08.1984

ca. 23.30 Uhr bodennah halten. Auch im weiteren Verlauf der Nacht stabilisiert sich die bodennächste Schicht über dem Stadtzentrum nur leicht. Die in der Höhe ab ca. 80 - 170 m über Grund liegende abgehobene Inversion hat auch eine sehr viel geringere Mächtigkeit als über dem Umland und wird nach Sonnenaufgang an allen drei Meßstationen sehr rasch abgebaut. Dabei wird im Stadtgebiet auch durch die Erwärmung der Dachflächen eine zusätzliche Labilisierung der Grenzschicht erreicht. Mit Kenntnis der Mischungsschichthöhe über dem Stadtgebiet und der vertikalen Temperaturgradienten der Inversionsschicht läßt sich anhand eines einfachen Modells nach HENDERSON - SELLERS (1979) die zur Labilisierung notwendige Energie (sensibler Wärmestrom) abschätzen.

Mit den Meßwerten während des 20./21.8.1984 ergibt sich während der Nacht ein sensibler Wärmestrom von ca. 20 Wm^{-2} von der Stadt-oberfläche an die Atmosphäre, der eine Bodeninversion verhindert.

Der zusätzlich zur Verfügung stehende Austauschraum bedeutet eine Verdünnung der bodennah freigesetzten Schadgase. Abb. 2 demonstriert dieses an den NO-Konzentrationen für 2 Meßstationen im Dortmunder Raum.

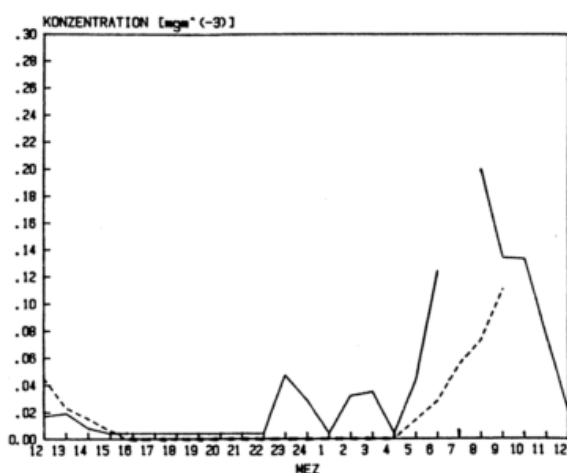


Abb. 2: Tagesgang der NO-Konzentration am 20./21.08.1984 — : Niederaden --- : Dortmund

Deutlich wird, daß während der Nacht die Station mit der größten Schichtungsstabilität (Niederaden) auch die höchsten Konzentrationswerte erreicht. Im Stadtgebiet von Dortmund macht sich die bessere Durchmischung in niedrigeren Konzentrationswerten bemerkbar. Erst mit Einsetzen des morgendlichen Berufsverkehrs werden an der Dortmunder Station Spitzenwerte gemessen.

Am 27. und 28.8.1984 wurden Vertikalwindgeschwindigkeiten an einem Meßpunkt im Dortmunder Stadtzentrum und einem weiteren im nördlichen Umland von Dortmund durch ein SODAR-Gerät ermittelt. Während der Nachtstunden bis ca. gegen 12.00 Uhr sind die Vertikalbewegungen in der Atmosphäre verhältnismäßig schwach. Zum Zeitpunkt des höchsten Sonnenstandes werden höhere Vertikalwindgeschwindigkeiten gemessen, über dem Stadtzentrum über längere Zeit mit stärkeren Aufwärtsbewegungen als über dem Umland. Auch hielten die aufwärtsgerichteten Geschwindigkeiten über dem Zentrum bis in die Abendstunden hinein mit verhältnismäßig großer Intensität an, während über dem Umland nach 16.00 Uhr stärkere aufwärtsgerichtete Bewegungen nicht mehr verzeichnet wurden. Zusätzlich fällt auf, daß die Bereiche mit den höchsten Geschwindigkeiten über dem Stadtzentrum in größeren Höhen anzutreffen sind als über dem Umland. Stark aufwärtsgerichtete Vertikalbewegungen werden über dem Stadtzentrum erst ab ca. 180 m über Grund gemessen, während im Umland gleiche Geschwindigkeiten bereits ab ca. 100 m über Grund nachgewiesen wurden.

Die Betrachtung der verschiedenen Windmeßstationen im Dortmunder Stadtgebiet für Schwachwindlagen zeigt, daß besonders Flächen mit geringer Rauigkeit und über längere Distanz gleicher Ausrichtung als Leitbahn fungieren können. In erster Linie ist dabei

wahrscheinlich der Leiteffekt für die Wind-
richtungsverteilung ausschlaggebend und nicht
so sehr ein durch die Stadt verursachtes
Flurwindssystem.

Da die Industrie vor allem am Nordrand der
Dortmunder Innenstadt konzentriert ist, kön-
nen diese "Leitbahnen" je nach Lage und Wind-
richtung eine Belastung oder Entlastung der
Immissionssituation im Stadtgebiet bewirken.

Literatur:

1. Henderson-Sellers, A.:
A Simple Numerical Simulation
of Urban Mixing Depths.
J. Appl. Meteorol., 1980.
2. Kerschgens, M.J.; Hacker, J. M.:
On the Energy Budget of the
Convective Boundary Layer over
an Urban and Rural Environment.
Beitr. Phys.Atmosph., 58 , 2,
1985.
3. Pfeffer, H. - U.; Külske, S.; Beier, R.:
TEMES Jahresbericht 1982.
Landesamt für Immissionsschutz,
Essen 1985.

HÖHENABHÄNGIGE REDUZIERUNG DES POLLENFLUGES UND DIE AUSWIRKUNG AUF KINDER UND JUGENDLICHE MIT ASTHMA BRONCHIALE

J. Lecheler, M. Völker, R. Winkler

Asthmatherapiezentrum der Jugenddorf Christophorusschule Berchtesgaden
 Fachklinik für Kinder und Jugendliche Wangen im Allgäu

Der Vergleich der quantitativen Pollenanalyse der BURKARD-Pollenfalle in Wangen im Allgäu (570 m) mit der BURKARD-Pollenfalle des Asthmatherapiezentrums der Jugenddorf Christophorusschule in Berchtesgaden (1200 m) während der Pollenflugzeit 1985 zeigt ein zeitlich versetztes und quantitativ geringeres Vorkommen von Gräserpollen, Beifußpollen, Erlen-, Hasel- und Birkenpollen. Die Wegerichblüte verlief in etwa parallel. Die Beobachtungen entsprechen den Literaturangaben über die höhenabhängige Reduzierung des Pollenfluges, der stufenweise verläuft (LEUSCHNER 1981).

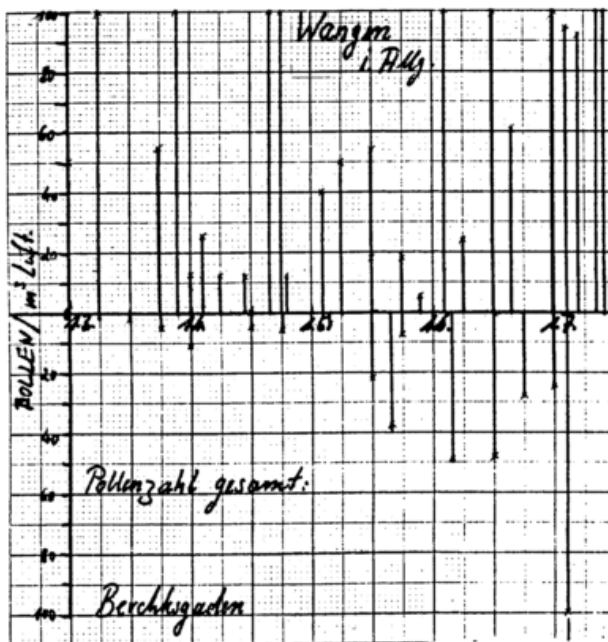


Abb.1
 Gesamtpollencount 1.3.1985-15.7.1985
 Wangen (570m)/Berchtesgaden (1200m)

Die Symptome von 40 asthmakranken Kindern und Jugendlichen mit saisonalen Sensibilisierungen und saisonaler Rhinoconjunctivitis, die sich 1985 während der Pollenflugzeit zum erstenmal im Sinne einer Lang-

zeittherapie im Asthmatherapiezentrum aufhielten, wurden hinsichtlich ihrer Symptomatik mit dem entsprechenden Zeitraum des Vorjahres verglichen.

n= 40

Schweregrad	I	12
"	II	13
"	III	12
"	IV	3

Tab.1
 Schweregrad des Asthmasyndroms
 (nach D. HOFMANN 1985)

n=40

Hamburg	2
Schleswig-Holstein	2
Nordrhein-Westfalen	7
Niedersachsen	6
Rheinland-Pfalz	3
Hessen	3
Baden-Württemberg	4
Bayern	11
Österreich (Salzburg)	2

Tab.2
 Herkunftsländer der asthmakranken
 Kinder und Jugendlichen

Der Vergleich zeigt eine wesentliche Reduzierung der bronchialen Symptomatik sowie der allergischen Rhinoconjunctivitis.

Als Ursache muß unserer Ansicht nach der verminderte Allergeneinstrom durch den reduzierten Pollenflug der Hochgebirgslage angesehen werden. Wenn die Besserung der bronchialen Symptomatik noch durch eine Reihe anderer Einflüsse erklärt werden kann (Ausschaltung perennialer Allergene, bessere Überwachung und Optimierung der Therapie), gibt die Ausprägung der allergischen Rhinoconjunctivitis ausreichenden Grund zu der Annahme einer verminderten krankheitsverursachenden Wirkung der saisonalen Allergene durch höhenabhängig reduzierten Pollenflug.

n=40	Bronchiale Symptomatik	allerg. RC
schlechter		1
gleich	2	1
besser	24	16
wesntl. besser	14	20

Tab. 3

Änderung der Symptomatik 1985 (Mai-Juli) im Vergleich zur entspr. Zeit des Vorjahres.

Bestätigung findet diese Annahme durch die Berichte der asthma-kranken Kinder, die die Pflingstferien während der maximalen Pollenflugzeit zuhause verbrachten und sich in allen Fällen in wesentlich tieferen Regionen aufhielten (siehe Tab. 2). Dort erfuhren sie trotz zusätzlicher Applikation von Prophylaktika eine zum Teil wesentliche Beschwerdeverschlechterung.

	bronchiale Symptomatik	allerg. RC
schlechter	9	25
gleich	31	9
besser	/	1
wesntl. besser	/	/

(5 ohne verwertbare Angaben)

Tab.4

Diess. Pat. wie Tab. 3 in den Pflingstferien (28.5.-8.6.) zu Hause mit protektiver Therapie.

LITERATURVERZEICHNIS

- DAVIES,R.: Aerobiology and the relief of asthma in an alpine valley
Acta Allergol. 24(1969) 377-395
- FENNER et al: Pädiatrische Pneumologie Heidelberg: Springer 1985
- HOFMANN,A.: Die Behandlung des Asthma bronchiale
Wangener Tage (1980) 55-75
- HOFMANN,D.
v.d. HARDT,H.: Das Asthmasyndrom

in: Fenner et al.:
Pädiatrische Pneumologie,s.o.

- KERSTEN,W.: Pollenflugvorhersage aus allergologischer Sicht
Allergologie 6 (1983) 229-233
- LEUSCHNER,R.: Investigations on airborne pollen in Basel und Davos (Switzerland) in connection with pollinosis
Summary in Grana 14 (1974) 40
- LEUSCHNER,R.: Das Vorkommen von Luftpollen und Pilzsporen der Luft an Orten verschiedener Höhenlage in der Schweiz
Int.Kongr.Biometeorologie Aug. (1976) 31-32
- LEUSCHNER,R.: Luftpollenbestimmung in Basel während der Jahre 1969 und 1970
Verh.Naturf.Ges.Basel 84 (1974) 521-626
- LEUSCHNER,R: et al. Hay-fever and the occurrence of pollen in two places in Switzerland with observation on the exposure of testpersons and hay-fever patients to airborne pollen
IV Int. Palynol.Comf., Lucknow 3 (1981) 429-435
- SCHÜTZ, W: Wie kann jungen Asthmatikern geholfen werden?
Ärztl. Praxis 99 (1983) 3117-3119
- STIX,E: Vorkommen von Pollen und Sporen in der Luft
Schriftreihe Allergopharma, 1: (1971) 29-48
- STIX,E: Pollenkalender. Regionale und jahreszeitliche Verbreitung von Pollen
Newsletters 15, (1981) 22

MESSUNGEN VON KOHLENWASSERSTOFFIMMISSIONEN ZUR ERMITTLUNG VON
KONZENTRATIONSUNTERSCHIEDEN ZWISCHEN FREILAND- UND RAUMLUFTWERTEN

Dr. Jürgen Frank,
Rheinisch-Westfälischer TÜV, Essen

Der RWTÜV hat in einem neu erschlossenen Wohngebiet am Rande einer Großstadt des Ruhrgebietes Kohlenwasserstoffimmissionen gemessen.

Da das Gelände in der Vergangenheit zum Betriebsgelände einer Kokerei gehörte, wurden folgende Stoffe nach kokereispezifischen Gesichtspunkten ausgewählt:

- Benzol (abgekürzt: B)
- Toluol (abgekürzt: T)
- Xylol (abgekürzt: X)
- Ethylbenzol (abgekürzt: EB)
- Dicyclopentadien (abgekürzt: DCP)

Von den insgesamt ca. 830 Einzelproben entfielen ca. 85 % auf Außenluftmessungen, der Rest verteilte sich auf Messungen in Häusern.

Die Meßkampagne lief vom Beginn des Sommers 1984 bis in den Herbst 1984. Im April 1985 wurden noch Ergänzungsmessungen sowohl im Untersuchungsgebiet als auch in einem Vergleichsgebiet durchgeführt, das ca. 25 km entfernt am südlichen Rand des Ruhrgebietes liegt.

Während der gesamten Meßkampagne wurden die Lufttemperatur, die Bodentemperatur, die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit gemessen.

Die Probenehmer führten Protokoll über allgemeine Merkmale der herrschenden Witterung und über Beobachtungen, die den Meßwert hätten beeinflussen können. Im Laufe eines Meßtages wurde immer eine Vorbelaugungsmessung auf der Luv-Seite des Untersuchungsgebietes vorgenommen.

Das gesamte vorhandene Meßwertkollektiv setzte sich aus folgenden untereinander zu vergleichenden Teilkollektiven zusammen:

- 1984 WH BG (Wohnhäuser Beurteilungsgebiet), 72 Proben
- 1984 VB BG (Vorbelastung Beurteilungsgebiet), 69 Proben
- 1984 A BG (Außenluft Beurteilungsgebiet), 670 Proben
- 04/1985 W BG (Wohnungen Beurteilungsgebiet), 10 Proben
- 04/1985 W VG (Wohnungen Vergleichsgebiet), 7 Proben
- 04/1985 A VG (Außenluft Vergleichsgebiet), 6 Proben

Die Meßwerte der Teilkollektive werden in folgende 4 Abstufungen unterteilt:

1. $\geq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft
2. $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft
3. $\geq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft
4. $\geq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft

Der Anteil der Werte je Stoff oberhalb dieser Schwellwerte wird in

Prozentanteilen in den Tabellen 1 und 2 ausgewiesen.

Tabelle 1: Wohnungen Beurteilungsgebiet 04/1985 (W BG),
Wohnungen Vergleichsgebiet 04/1985 (W VG),
Außenluft Vergleichsgebiet 04/1985 (A VG)

Stufe	04/1985 W BG					04/1985 W VG					04/1985 A VG				
	Stoffe					Stoffe					Stoffe				
	B	T	X	EB	DCP	B	T	X	EB	DCP	B	T	X	EB	DCP
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	57	100	100	100	50	-
2	20	100	100	30	80	30	86	86	14	57	50	-	17	-	-
3	-	70	60	-	60	-	57	43	-	28	-	-	-	-	-
4	-	20	10	-	40	-	14	14	-	14	-	-	-	-	-

Tabelle 2: Wohnhäuser Beurteilungsgebiet 1984 (WH BG),
Vorbelastung Beurteilungsgebiet 1984 (VB BG),
Außenluft Beurteilungsgebiet 1984 (A BG)

Stufe	1984 WH BG					1984 VB BG					1984 A BG				
	Stoffe					Stoffe					Stoffe				
	B	T	X	EB	DCP	B	T	X	EB	DCP	B	T	X	EB	DCP
1	92	93	93	89	58	98	100	96	78	9	99	100	97	88	24
2	32	90	88	56	47	25	70	58	7	2	29	77	63	22	11
3	5	72	75	29	30	4	29	20	3	-	7	33	33	6	2
4	1	46	43	11	18	3	4	3	-	-	2	9	12	1	2

Die gemessenen Schadstoffkonzentrationen sind hinsichtlich einer belästigenden und gefährdenden Wirkung zu beurteilen.

Grenzwerte werden angeführt in

- Raffinerie-Richtlinie des Landes NW
- Richtlinie VDI 2306 (Maximale Immissionskonzentrationen, MIK-Werte)
- MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen).

Alle heranziehbaren Grenzwerte für die Einzelstoffe werden weit unterschritten.

Für die Kombinationswirkung liegen derzeit keine Grenzwerte vor.

Aus den Tabellen 1 und 2 ist jedoch die Tendenz abzulesen, daß in Wohnhäusern das Konzentrationsniveau gegenüber der Außenluft höher liegt. Das legt den Schluß nahe, daß in unseren Wohnhäusern - wenn auch in geringem Maße - Emissionsquellen der hier ausgewiesenen Stoffe sind. Signifikante Unterschiede zwischen dem Beurteilungsgebiet und dem Vergleichsgebiet sind nicht erkennbar.

WIRKUNG VON LUFTVERUNREINIGUNGEN AUF DEN MENSCHEN

Schlipkötter, H.-W., Beyen, K.

Medizinisches Institut für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf

Die Luft weist vor allem in Industriegebieten eine starke Verunreinigung durch zahlreiche Fremdstoffe auf; aber auch in industrieärmeren Regionen finden sich Luftschadstoffe, wie Staub, Schwefeldioxid, Stickoxide, Kohlenmonoxid, Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, die überwiegend dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Kleingewerbe und dem Hausbrand entstammen. Der gesunde Erwachsene kann sich normalerweise durch Abwehrmechanismen vor den schädlichen Auswirkungen der Luftverunreinigung schützen. Es gibt aber in jeder Bevölkerung verschiedene Gruppen, die auf bestimmte Schadstoffe besonders empfindlich reagieren.

1 LUFTVERUNREINIGUNG UND ATEMWEGSERKRANKUNGEN

Eine Atemwegserkrankung, die in letzter Zeit besonders häufig in Zusammenhang mit Luftverunreinigungen diskutiert wurde, ist der Pseudokrupp. Diese Infektionskrankheit tritt vor allem in den Wintermonaten bei Säuglingen und Kleinkindern auf. Einige Untersuchungen haben einen ernstzunehmenden Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Kruppsyndroms und dem Ausmaß der Luftverunreinigung gefunden. Reizgase und Feinstaub können als Auslöser für Krupphustenanfälle fungieren (WICHMANN und KRÄMER 1985).

Mehrere epidemiologische Untersuchungen haben deutliche Einflüsse der Luftverunreinigung auf die Bronchitishäufigkeit gefunden. Besonders betroffen scheinen dabei Raucher zu sein. Sie leiden in Gebieten mit hoher Luftverunreinigung signifikant häufiger an Bronchitis als in Reinluftgebieten (SCHLIPKÖTER und BEYEN 1985).

Bronchitiker und Asthmatiker reagieren besonders empfindlich auf die Reizgase Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid. Bei diesen Personengruppen liegt die Wirkungsschwelle für Reizgase deutlich niedriger als bei Gesunden (KERR et al. 1979; von NIEDING et al. 1971; SCHACHTER 1983).

2 WIRKUNGEN VON KOHLENMONOXID

Das Stickgas Kohlenmonoxid entsteht vor allem bei der unvollständigen Verbrennung in Kraftfahrzeugmotoren sowie Hausöfen und -heizungen. Nach Inhalation bindet sich das Kohlenmonoxid sehr schnell an den roten Blutfarbstoff und verdrängt so unter Bildung von Carboxyhämoglobin (COHb) den Sauerstoff von seiner Bindungsstelle. Eine Erhöhung des COHb-Wertes bedingt immer eine Verringerung der Sauerstofftransportkapazität des Blutes. Während sich der Gesunde einem solchen Sauerstoffmangel in gewissem Maße anpassen kann, reagieren Herzkranken mit ungünstiger Sauerstoffversorgung des Herzmuskels sehr empfindlich auf eine Sauerstoffverarmung (ANDERSON et al. 1973).

3 KOMBINATIONSWIRKUNGEN

Bei der Betrachtung der Wirkung von Luftverunreinigungen begeht man leicht den Fehler, die einzelnen Luftschadstoffe isoliert zu sehen. In der Atmo-

sphäre liegt jedoch immer ein Gemisch verschiedener Substanzen vor, die sich gegenseitig in ihrer Wirkung abschwächen, addieren oder sogar verstärken können. So gibt es konkrete Hinweise, daß sich die Gesundheitseffekte von Feinstaub und Schwefeldioxid gegenseitig verstärken (WHO 1972).

In der Vergangenheit wurden während Smogsituationen wiederholt erhöhte Mortalitätsraten beobachtet. Dabei bestand offensichtlich ein Zusammenhang zwischen der Übersterblichkeit und hohen Tagesmittelwerten von Feinstaub und SO₂. Besonders betroffen waren alte Menschen mit schweren Atemwegs- und Kreislaufkrankungen (CSICSÁKY und WICHMANN 1985). Das entscheidende Merkmal von Smogepisoden ist der schnelle Anstieg der Schadstoffkonzentrationen bis auf das 10fache. Die erhöhte Sterblichkeit während solcher Situationen ist wohl so zu interpretieren, daß die akute, hohe Schadstoffbelastung bei gefährdeten Personen als Auslöser anzusehen ist.

Eine besondere Bedeutung unter den Luftverunreinigungen scheint der Schwerebestaub zu haben. Er besitzt nämlich die Eigenschaft, andere Luftschadstoffe, wie Reizgase, Schwermetalle und kanzerogene polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe an seine Oberfläche zu binden und sie beim Einatmen in die tieferen Atemwege zu transportieren, wo sie ihre Wirkung entfalten können. Man spricht daher von einer Vehikelfunktion des Staubes.

4 WIRKUNGEN VON SCHWERMETALLEN

Die Schwermetalle Blei und Cadmium gelangen mit der Atemluft und über die

Nahrung in den menschlichen Organismus. Weitere Belastungswege sind bei Kleinkindern, die im Freien spielen, das Verschlucken bleihaltigen Staubes sowie bei Rauchern die Cadmiumaufnahme mit dem Tabakrauch.

Das aufgenommene Blei reichert sich in den Knochen und Zähnen an. Es dringt durch die Plazenta in die heranwachsende Frucht, so daß eine Bleibelastung bereits im Mutterleib erfolgen kann. Blei stört die Bildung des roten Blutfarbstoffes, dabei reagieren Frauen und Kinder besonders empfindlich. Die wichtigste Bleiwirkung betrifft jedoch das zentrale Nervensystem, das vor allem während seiner Entwicklung durch eine Bleibelastung gefährdet ist. Epidemiologische Untersuchungen an Kindern legen den Verdacht nahe, daß Blei neuropsychologische Störungen verursacht und die Aufmerksamkeit mindert (WINNEKE et al. 1983). Untermauert werden diese Ergebnisse durch Tierversuche (WINNEKE und LILIENTHAL 1985).

Hinsichtlich einer Cadmiumwirkung ist die Niere als wichtigstes Zielorgan anzusehen. Da es kaum ausgeschieden wird, kann es sich im Laufe des Lebens in der Nierenrinde anreichern und führt oberhalb einer Schwellenkonzentration zu Nierenfunktionsstörungen. Daher sind alte Menschen im Falle des Cadmiums besonders gefährdet (SCHLIPKÖTER und BEYEN 1984).

5 LUFTVERUNREINIGUNG UND LUNGENKREBS

Experimente an Zellkulturen und Tierversuche haben gezeigt, daß der Feinstaub der Luft in Ballungsgebieten krebserzeugende Bestandteile enthält. Obwohl das Rauchen sicherlich die

Hauptursache des Lungenkrebses ist, wird vermutet, daß auch die Luftverunreinigung eine ursächliche Rolle spielt. So findet man den Lungenkrebs generell in Städten häufiger als auf dem Lande, wobei unter anderem die in Autoabgasen enthaltenen polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, die sich im Tierexperiment eindeutig als Krebsauslöser erwiesen haben, eine Rolle spielen könnten. Der Nachweis eines Zusammenhangs zwischen Krebserkrankungen und Luftschadstoffen ist jedoch äußerst schwierig (SCHLIPKÖTER und POTT 1980).

6 EIN FAZIT

Auch wenn die Luftverunreinigung heute in ihren Wirkungen noch nicht voll erfaßt ist, sollten ohne Verzögerungen Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität eingeleitet werden. Dabei müssen sich alle Grenzwerte nicht am Gesunden, sondern an den Risikogruppen in unserer Bevölkerung orientieren.

7 LITERATUR

- ANDERSON, E.W., et al.: Effect of low-level carbon monoxide exposure on onset and duration of angina pectoris. A study in ten patients with ischemic heart disease. *Ann.intern.Med.* 79 (1973) 46-50.
- CSICSAKY, M.; WICHMANN, H.E.: Grundzüge der neuen Smogverordnung Nordrhein-Westfalens. In: *Umwelthygiene*, Bd. 17. Jahresbericht des Med.Inst. f. Umwelthygiene 1984. - Düsseldorf: Stefan W. Albers 1985, im Druck.
- KERR, H.D.; et al.: Effect of nitrogen dioxide on pulmonary function in human subjects: an environmental chamber study. *Environ.Res.* 19 (1979) 392-404.
- NIEDING, G. von; et al.: Grenzwertbestimmung der akuten NO₂-Wirkung auf den respiratorischen Gasaustausch und die Atemwegswiderstände des chronisch lungenkranken Menschen. *Int. Arch. Arbeitsmed.* 27 (1971) 338-348.
- SCHACHTER, E.N.; et al.: Airway effects of low concentrations of sulfur dioxide: dose response characteristics. *Arch. environ. Health* 39 (1984) 34-42.
- SCHLIPKÖTER, H.-W.; BEYEN, K.: Beurteilung von Schwermetallkontaminationen. In: *Schadstoffe in Lebensmitteln*. Hrsg. Ministerium für Soziales, Gesundheit und Umwelt. - Mainz (1984), 33-43.
- SCHLIPKÖTER, H.-W.; BEYEN, K.: Luftverunreinigung und Atemwegserkrankungen. *Wien. med. Wschr.* (1985) im Druck.
- SCHLIPKÖTER, H.-W.; POTT, F.: Zusammenhänge zwischen Lungenkrebs und Luftverunreinigungen. In: *Krebs durch Luftverunreinigungen - ein Schwerpunkt der Umweltschutzdiskussion?* Hrsg. RWTÜV. - Essen: A. Sutter 1980; 32-41.
- WICHMANN, H.; KRÄMER, U.: Luftverunreinigung und Pseudokrapp. In: *Umwelthygiene*, Bd. 17. Jahresbericht des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene 1984. - Düsseldorf: Stefan W. Albers 1985, im Druck.
- WINNEKE, G.; LILIENTHAL, H.: Verhaltensstörende Wirkungen von Blei im Tierversuch: Eine selektive Übersicht. In: *Umwelthygiene*, Bd. 17. Jahresbericht des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene 1984. - Düsseldorf: Stefan W. Albers 1985, im Druck.
- WINNEKE, G.; et al.: Neuropsychological studies in children with elevated tooth lead concentrations. II. Extended Study. *Int. Arch. occup. environ. Health* 51 (1983) 231-252.
- WHO: Environmental Health Criteria. 8. Sulfur oxides and suspended particulate matter. - Geneva: Task Group of Environmental Health, WHO (1979).

GRUPPENDIAGNOSTIK ALS RISIKOABSCHÄTZUNG IN DER UMWELTHYGIENE

Pavel Schmidt, Ernst Gerhard Beck

Hygiene-Institut der Justus-Liebig-Universität, Giessen

Bei der Einwirkung der Umweltfaktoren entscheiden neben Reiz, Qualität und Intensität, neben Stoffvielfahl und Kombination, die Zeit der Einwirkung über die Reaktion des Organismus. Eine Substanz wird dann als Schadstoff bezeichnet, wenn sie beim Menschen nachweislich negative Wirkungen hervorruft. Allerdings bedeutet die Anwesenheit eines möglicherweise toxischen Stoffes in einem Organismus nicht etwa, daß dieser auch zu sichtbaren Reaktionen führen muß. So gibt es unterschwellige Reize, die keine sichtbare Reaktion des Organismus verursachen und für den Organismus sogar u.U. notwendig sind. Allerdings in Abhängigkeit von Art und Länge der Einwirkung und der Anpassungsfähigkeit des Organismus. Dagegen werden schwellige und besonders überschwellige Reize zwangsläufig eine nachweisbare Reaktion des Organismus verursachen. Die Unterschiede bei der Beurteilung und Bewertung eines Stoffes aus toxikologischer (Gift) pharmakologischer (Arzneimittel) sowie hygienischer Sicht (Fremdstoffe, Schadstoffe) müssen allerdings berücksichtigt werden. Sicherheitsrisiken und ethische Gründe schränken Untersuchungen an freiwilligen Versuchspersonen ein. Statt ihrer beanspruchen Untersuchungen an Versuchstieren, Zellkulturen und Mikroorganismen einen breiten Raum innerhalb der Umwelthygiene. Neben der praxisrelevanten Grundlagenforschung, dienen diese Untersuchungen zur Klärung und Unterstützung epidemiologischer Erkenntnisse. Sie bilden in vielen Bereichen der Umwelthygiene ganz allgemein die Grundlage der Erkenntnisse über die Einwirkung von Mikroorganismen und Schadstoffen aus der Umwelt. Erst die Ge-

samtheit der Ergebnisse aus Bakterien-, Zell-, Organkulturen und Tierexperimenten gibt dem Wissenschaftler die Möglichkeit, mit Vorbehalt auf die wahrscheinlichen Reaktionen beim Menschen rückzuschliessen.

Eine weitere Forderung für die Risikoabschätzung ist neben der Umwelttoxikologie und Epidemiologie die Umweltcharakterisierung. Die Zahl der luftverunreinigenden Stoffe ist groß und die Art und Zusammensetzung des Außenluft-Aerosols je nach Situation in Abhängigkeit von den verschiedenen Emissionen vielgestaltig und komplex. Eine große Zahl von Substanzen und Zwischenprodukten ist messtechnisch schwer zu ermitteln. Ihre Beziehungen untereinander sind nicht überschaubar. Es stehen vorwiegend nicht Einzelwirkungen im Vordergrund, vielmehr Kombinationswirkungen. Zudem muß berücksichtigt werden, daß die in die Außenluft abgegebenen Wirkstoffe miteinander reagieren und, daß beim Abbau verschiedener Fremdstoffe im Organismus chemisch neue und nicht bekannte Zwischenprodukte auftreten können. Diese Faktoren charakterisieren auch die umwelthygienische Relevanz der Grenzwerte einzelner schädlicher Stoffe. Durch die mit Hilfe klinisch-epidemiologischer, labormedizinischer, anthropologischer sowie statistischer Methoden durchgeführte Gruppendiagnostik kann eine Korrelation zwischen Gesundheitszustand, Entwicklungsreife, Lebensgewohnheiten und Umweltbelastungen hergestellt werden. Hier wird eine Gruppe gesunder Personen mit der Absicht erfaßt, sie über einen bestimmten Zeitraum zu beobachten.

Nach langjährigen Erfahrungen prospektiver epidemiologischer Erhebungen mit umwelthygienischer Relevanz in der CSSR, der DDR und der Bundesrepublik Deutschland, wurde im Rhein-Main-Gebiet eine weitere epidemiologische Untersuchung begonnen. Es handelt sich um eine umfassende Untersuchung kleiner Kinderkollektive über einen begrenzten Zeitraum von 5 Jahren. Die belastete Kindergruppe stammt aus dem Rhein-Main-Gebiet (Wiesbaden, Frankfurt), die zwei Kontrollgruppen aus der Umgebung der Stadt Freiburg bzw. Schwarzwald und Starnberg (Bayern).

Jedes Jahr werden etwa 600 Kinder untersucht. Jede der 3 Gruppen umfaßt mindestens 200 Kinder, jeweils 100 männliche und 100 weibliche. Die klinisch gesunden 10-jährigen Schulkinder, die langfristig in einem Ballungsgebiet mit verunreinigter Luft leben, haben häufiger vergrößerte, nicht glatte Mandeln und vergrößerte Halslymphknoten als ihre Alterskameraden in den relativen Reinluftgebieten, ihr Blut besitzt weniger rote Blutkörperchen und weniger Blutfarbstoff (Hämoglobin); sie haben weniger Antikörper zur Bekämpfung von Infektionen, aber aktive Lymphozyten, ihr Körper ist ständig in erhöhter Alarmbereitschaft, im Streß.

Beim Vergleich der Häufigkeit der Halsrötung als Nachweis eines Racheninfekts konnte eine Abhängigkeit der augenblicklichen Infektionshäufigkeit ausgeschlossen werden.

In der Zukunft sollte unsere Aufmerksamkeit in der Umwelthygiene und hier vor allem im Rahmen der epidemiologischen gruppendiagnostischen Untersuchungen, denjenigen Personen bzw. Gruppen gewidmet werden, die als Risikopersonen bzw. Risikogruppen zu bezeichnen sind, d.h. die auf Einwirkungen von Umweltverunreinigungen besonders empfindlich reagieren. Vordringliche Aufgabe der Zukunft wird neben der Forderung für eine optimale und realisierbare Immissionsminderung, die Ermittlung von Risikogruppen bzw. Personen in Belastungsgebieten sein und die daraus resultierende Vermittlung von Erholungskuren

in Gebieten mit relativ sauberer Luft durch Stärkung der aktiven biologischen Anpassung. Als Vorsorgemaßnahme für Risikogruppen (alte Menschen, Kinder, chronisch Kranke) ist die Ausarbeitung eines Frühwarnsystems geplant bei dem, wie bei einer normalen Wettervorhersage, neben biometeorologischen Angaben Luftverunreinigungen in Form eines Lufthygiene-Index berücksichtigt werden. Dabei sollen mögliche Gefahren bei verstärkter Luftverschmutzung nicht nur rechtzeitig an die Bevölkerung übermittelt werden, sondern besonders an den behandelnden Arzt, um durch eine vorbeugende Behandlung Risikopersonen zu schützen.

L i t e r a t u r :

- Beck, E.G.; Schmidt, P.: Hygiene, Präventivmedizin.
F.Enke Verlag, Stuttgart, 1982
- Beck, E.G.; Schmidt, P.: Risikoabschätzung in der Umwelthygiene.
Zbl.Bakt.Hyg.I.Abtt.
Orig.B., 177, 1/10, 1983
- Pelech, L.: Entwicklung von Kindern in luftverunreinigten Gebieten. Möglichkeiten ihrer Beeinflussung.
Sozialpädiatrie 7,3,
128, 1985
- Schmidt, P.; Beck, E.G.: Gruppendiagnostische Untersuchungen an Kindern.
Gesund.-Ing. 105, 4, 41,
1984

Anschrift der Verfasser:

Prof.Dr.med.P.Schmidt
Prof.Dr.med.E.G.Beck
Friedrichstraße 16
D-6300 Giessen

IMMISSIONS- UND WETTEREINFLÜSSE AUF ATEMWEGSERKRANKUNGEN VON KINDERN IN BERLIN (1979-1982)
METHODIK UND ERGEBNISÜBERBLICK

Ulrich Fegeler, Roman Moyzes, Erich Wedler, Kurt Eberhard

Rittberg-Kinderklinik vom DRK, Berlin 45 (Leiter: Prof. Dr. H. Schäfer)

Im Rahmen einer epidemiologischen Retrospektivuntersuchung wurde versucht, einen orientierenden Überblick über mögliche Akuteffekte inhalativer Luftschadstoffe sowie meteorologischer Umgebungsfaktoren auf die Morbiditätsrate von Erkrankungen der oberen und unteren Luftwege von Kindern in Berlin zu gewinnen.

Allgemein scheinen epidemiologische Zuordnungen von Luftschadstoffkonzentrationen zur Morbiditätsrate respiratorischer und kardialer Erkrankungssyndrome komplexer zu sein als daß sie durch einfache Korrelationsanalysen hergeleitet werden könnten. Denn auch andere atmosphärische Umweltfaktoren wie die des Innenraumes oder die meteorologischen Einflußgrößen des außerhäusigen Milieus besitzen eigene Morbiditätseffekte bzw. stehen in ihrer Biotropie in Wechselwirkung mit den Immissionsgrößen. Der methodische Ansatz der Studie ging von der Frage aus, ob eine zeitliche Zuordnung der in den Winterperioden - d.h., in den Perioden mit erhöhter Luftschadstoffbelastung - häufigsten Infektionserkrankungen bei Kindern, den Infekten der oberen und unteren Luftwege (IOUL) zur Luftgütesituation Berlins besteht; ferner, ob es diesbezüglich Unterschiede zwischen über- und unterdurchschnittlich immissionsbelasteten Stadtteilen Berlins gibt. Zu diesem Zweck verglichen und korrelierten wir für den Zeitraum Juli 1979 bis Juni 1982 Zeitreihen der "Erkrankungshäufigkeiten" von Kindern mit IOUL zweier unterschiedlich immissionsbelasteter Bereiche Berlins mit entsprechenden Zeitreihen Immissions-, me-

teorologischer und infektepideziologischer Parameter. Zum anderen verglichen wir die Morbiditätsraten unterschiedlich immissionsbelasteter Wohngebiete. Diese konnten innerhalb des Belastungsgebietes Berlin zwangsläufig nur relativ kleine Unterschiede der Immissionskonzentration aufweisen. Ausgewählt wurden die Bezirke Neukölln/Kreuzberg (höher immissionsbelastet als der Durchschnitt von Berlin(West)) und die Bezirke Steglitz/Zehlendorf (niedriger belastet). In beiden Bereichen befanden sich Kinderkliniken, deren Vorstellungsraten als Repräsentativwert für die jeweilige Bereichsmorbidität definiert wurde ("Erkrankungsrate"). Die Versorgungsbereiche der Kliniken und ihre durchschnittliche Immissionsbelastung wurden mit Hilfe des Berliner Luftgüte-Meßnetzes (BLUME) des Senators für Stadtentwicklung und Umweltschutz bestimmt, dessen 31 automatische Meßstellen Halbstundenwerte der aktuellen SO₂-Konzentration ermitteln. Über ihren Wohnort wurden alle von bei-



den Kliniken erfassten Patienten einem von uns definierten BLUME-Meßstellenbereich zugeordnet (Abb.1.). Diejenigen Meßstellenbereiche, in denen jeweils 75% der von den einzelnen Kliniken behandelten Kinder lebten, bestimmten wir als deren 75%-Einzugsbereich (75%-EZB).

UNTERSUCHUNGSPARAMETER

1. Unabhängige Variable

Als Meßgröße der Luftimmissionen wurden die im BLUME erfaßten Werte der SO₂-Konzentration verwendet. Die SO₂-Konzentration gilt übereinstimmend als guter Indikator für Immissionen aus Feuerungsstätten.

An meteorologischen Einflußgrößen wurden erfaßt die Parameter Äquivalenttemperatur $T_{\bar{A}} = T_a + k \cdot e_a$ (°C) $k = 1.5$ (°C/hPa) als Indikator für die Entwärmungsbelastung der Atemtraktschleimhaut (ATS) bei Aufenthalt im Freien, die interdiurnen Luftdruckänderungen

$$\Delta p / \Delta t \text{ (hPa/d)}$$

als Indikator für die Wettervariabilität, sowie die relative Innenraumfeuchte

$$rF_i = \frac{e_a + \Delta e_i}{E(T_i)} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad \begin{matrix} \Delta e_i = 2 \text{ (hPa)} \\ T_i = 20 \text{ (°C)} \end{matrix}$$

die als Indikator für die Austrocknungsbelastung der ATS im Innenraummilieu definiert wurde.

2. Abhängige Variable

die abhängige Meßgröße "Morbiditätsrate" definierten wir als die täglichen Raten an Erkrankungen ("Erkrankungsrate") der oberen und unteren Luftwege von Kindern, die im Rahmen einer 1. Hilfe-Versorgung oder zur stationären Aufnahme in einer der beiden Kliniken vorgestellt wurden. Vier Diagnosengruppen wurden festgelegt:

1. Croup-Syndrom ("Pseudo-Croup")
2. Bronchitis, Pneumonie ("Atemwegs- und Lungenentzündung")
3. obstruktiv/spastische Bronchitis ("Asthma")
4. Infekte der oberen Luftwege ("Grippe")

AUSWERTUNGSVERFAHREN (Ausschnitt)

Unabhängige und abhängige Variable wurden in unterschiedlichen Zeitscales (Monats-, Wochen-, Tagesmittelwerte) miteinander zeitgleich sowie - um den Einfluß von Inkubationszeiten u.a. zu berücksichtigen - zeitversetzt korreliert (lineare Korrelation). Außerdem berechneten wir partielle Korrelationen, um die Kovariation einer unabhängigen Variablen zur abhängigen Variablen unter Ausschluß anderer, konkurrierender unabhängiger Variablen herauszustellen.

PROBLEME DER DATENAUSWERTUNG

1. Wochengänge

Die Zeitreihen der Tagessummen der "Erkrankungsrate" (Rohdaten) zeigten in allen vier Diagnosengruppen für beide Kliniken ein gemeinsames Bild von starken interdiurnen Schwankungen im Wochenrhythmus mit Samstag/Sonntag- und Mittwochpeaks, die durch die Schließungszeiten der externen Kinderarztpraxen bedingt waren. Diese immissionsunabhängigen Wochengänge wurden mit Hilfe mittlerer Quotienten, die aus dem Patientenverhältnis Sa/So zu Wochentag bzw. Mi zu Wochentag berechnet wurden, eliminiert. Die so erhaltenen wochengangsbereinigten Erkrankungsdaten waren Grundlage der folgenden Berechnungen.

2. Jahresgänge

Die vier untersuchten Diagnosengruppen als abhängige Variablen wie auch die unabhängigen Variablen wiesen starke Jahresgänge auf, z.B. Sommerminima und Wintermaxima. Korrelative Untersuchungen zwischen Variablen mit gleich- oder gegenphasigen Jahresgängen sind insofern problematisch, da die Gefahr von Scheinkorrelationen besteht. Zur Reduktion von Jahresgangseinflüssen untersuchten wir daher korrelative Beziehungen in kürzeren Zeiträumen (Herbst- und Winterabschnitt).

1. Herbstabschnitt (September und Oktober)

In diesem Zeitraum geht die mittlere Luftschadstoffbelastung vom relativ niedrigen

Sommerpegel zum hohen Winterpegel über, gleichzeitig findet eine generelle Umstellung der Witterung statt.

2. Winterabschnitt (November bis Februar)
Während dieser Monate lagen die mittleren "Erkrankungsraten" der IOUL auf erhöhtem Winterniveau. Der sich wesentlich verändernde Umweltparameter ist die Luftgüte, so daß sich deren Einfluß auf die "Erkrankungsraten" entsprechend belegen lassen müßte. Die meteorologischen Parameter wiesen während dieses Jahresabschnittes die normale Winter-Variabilität auf.

ERGEBNISÜBERBLICK

Ausgewertet wurden 57.955 klinische Datensätze, von denen ca. 26.000 Gegenstand der vorliegenden Untersuchung waren. Aus den Ergebnissen ziehen wir den allgemeinen Schluß, daß sowohl Luftschadstoffimmissionen als auch meteorologische Umgebungsfaktoren einen Einfluß auf den Verlauf der Erkrankungsraten von IOUL haben, wobei das Ausmaß und der jeweilige Anteil des Einflusses für keinen der beiden Wirkkomplexe einzeln abgeschätzt werden kann. Luftschadstoffimmissionen wie auch meteorologische Umgebungsfaktoren scheinen sowohl einzeln als auch in Kombination Schädigungseffekte an der ATS zu erzielen, wobei Krankheitssymptome unmittelbar und nach Zeitverzögerung - über die Bahnung von Infektionen - auftreten können.

Im einzelnen entwickelten wir für jede Diagnosegruppe *Hypothesen* zur Beeinflussung der "Erkrankungsraten" durch Komponenten des Luftchemischen und des Thermischen Wirkungskomplexes.

1. Croup-Syndrom

Das Croup-Syndrom ist partiell Ausdruck einer ungenügenden Adaptationsfähigkeit der ATS an sich verändernde Umgebungsfaktoren. Dabei ist die Geschwindigkeit der Änderung eine maßgebendere Größe im Hinblick auf die Initiierung des Croup-Syndroms als der Absolutbetrag der Einzelparameter. Diese Hypothese erklärt, warum in den Herbstmonaten (Beginn der Heiz-

periode, Absinken der Lufttemperatur, Absinken der relativen Innenraumfeuchte) bzw. in Jahresabschnitten mit relativ häufigen und krassen Wechseln warmer und kühler Witterungsabschnitte die höchsten "Erkrankungsraten" auftraten (Adaptationsphase). Luftschadstoffimmissionen können in diesen Jahresabschnitten auch bereits bei relativ niedrigen Konzentrationen eine Krankheitsauslösung mitbewirken. Die Reagibilität der ATS steht demnach nicht in einem starren Verhältnis zu den Luftschadstoffkonzentrationen, sondern ist Ausdruck einer Wechselwirkung zwischen ihrer Adaptationsfähigkeit und der Dynamik der sie beeinflussenden Einzelgrößen.

In den Wintermonaten liegt eine ständige Belastungssituation der ATS vor sowohl durch Umweltparameter des Freiraumes (erhöhte Luftschadstoffkonzentrationen, niedrige Äquivalenttemperatur) als auch durch Innenraumfaktoren (niedrige relative Innenraumfeuchte bei konstantem Heizen) (Belastungsphase). Diese ständige Belastung der ATS bedingt ein erleichtertes Infektangehen, wobei größtenteils infektiöse Formen des Croup-Syndroms auftreten dürften.

In der Belastungsphase (Winter) ist die Häufigkeit des Croup-Syndroms geringer als in der Adaptationsphase (Herbst), aber höher als im Sommer.

2. Obstruktiv/spastische Bronchitis ("Asthma")

In den Winterabschnitten fanden sich schon bei relativ geringer durchschnittlicher Immissionsbelastung ($\geq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{SO}_2$) aber auch bei extremen Immissionssituationen Erhöhungen der Morbidität. Infektopidemiologische Einflüsse scheinen den Verlauf der "Erkrankungsrate" zu beeinflussen.

LITERATUR

FEGLER, U.; MOYZES, R.; WEDLER, E.; EBERHARD, K.: Immissions- und Wettereinflüsse auf Erkrankungen der oberen und unteren Luftwege von Kindern in Berlin(West) 1979-1982. Berlin 1985
HERRMANN, H.: Die Bedeutung der kommunalen Umweltbelastung für die Entstehung von chronischen Atemwegserkrankungen. Wien. Med. Wschr. 132 (1982) Suppl. 71,3
WEMMER, U.: Krupp-Syndrom und Umwelteinflüsse (Vortrag) Frühjahrstagung d. Vereinigung rhein-westf. Kinderärzte, Siegen 7.5.1983.

UMWELTFAKTOREN UND SÄUGLINGSSTERBLICHKEIT

Alois Machalek, Helene Kapaun, Ermar Junker
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien
Gesundheitsamt der Stadt Wien

1 EINLEITUNG

Kindertod durch Umweltverschmutzung. Dieses Problem stellt derzeit lediglich eine Hypothese dar, da bis dato jede wissenschaftliche Beweisführung fehlt. In der Bundesrepublik Deutschland sterben mehrere tausend Babys, in Österreich über 200 Babys pro Jahr an SIDS (Sudden Infant Death Syndrome). Der plötzliche Tod des Säuglings gilt derzeit als die häufigste Todesursache, wobei keine erkennbaren Krankheitssymptome für dieses rätselhafte Babysterben zu erkennen sind. Über die Ursachen von SIDS gibt es zahlreiche Studien, wo verschiedene Erklärungsversuche dafür hervorgehen. Aber die endgültige Klärung von SIDS fehlt.

2 SIDS IN WIEN

Für die Jahre 1980 - 83 konnten für die Stadt Wien die Daten der Säuglingssterblichkeit nach medizin-meteorologischen Gesichtspunkten analysiert werden, wobei vor allem der luftchemische Wirkungskomplex im Mittelpunkt der Untersuchung stand.

Tabelle 1: SIDS in Wien (absolute Häufigkeiten)

	1980	1981	1982	1983
Jän.	17	18	14	14
Feb.	15	20	24	14
Mrz.	15	10	11	18
Apr.	21	20	22	20
Mai	13	20	16	22
Jun.	14	19	23	11
Jul.	22	17	19	13
Aug.	10	8	19	12
Sep.	22	14	18	16
Okt.	15	23	22	27
Nov.	23	20	22	17
Dez.	15	12	21	28

Jahr 202 201 231 212
(Durchschnittliche monatliche Geburtenrate: 1250)

Die Säuglingssterblichkeit liegt in Wien seit Jahren weit über dem gesamtösterreichischen Durchschnitt und beträgt derzeit in der Bundeshauptstadt 14,7 Promille und betrug im Jahre 1983 im gesamten Bundesgebiet 11,9 Promille. Die erhöhte Säuglingssterblichkeit in Wien dürfte auf die

große Frühgeburtenrate zurückzuführen sein.

3 LUFTCHEMISCHER WIRKUNGSKOMPLEX UND SIDS

Die Komponenten des luftchemischen Wirkungskomplexes dürfen als bekannt vorausgesetzt werden, wobei den anthropogen verursachten Bestandteilen für das Auftreten von SIDS besondere Bedeutung zukommt. Aus der Genesis der Bronchialerkrankungen weiß man, daß für deren Entwicklung die gasförmigen intramularen Schadstoffe von besonderer Bedeutung sind, wie z.B. die Pentachlorphenole (PCP), Aldehyde u.a.m. Auch erhöhte Stickstoffdioxid- und Kohlenmonoxidkonzentrationen führen zu einer Zunahme der Erkrankungen im Bereich der Atemwege. Das BRD-Umweltbundesamt nennt die Belastung mit Hexachlorbenzol (ein hochgiftiges Nebenprodukt der Pestizid- und Lösungsmittelherstellung) als Hauptursacher von SIDS. Auch die Verseuchung des Trinkwassers mit Nitrat und in jüngster Zeit die Bestandteile des "Sauren Regens" lösen die plötzliche Säuglingssterblichkeit aus.

3.1 LUFTBEIMENGUNGEN UND GESUNDHEIT

- * Schwefeldioxid in höheren Konzentrationen führt zu Atembeschwerden und schädigt bei Smog vor allem Säuglinge und alte Menschen.
- * Stickoxide gelten als eine der Hauptursachen für erhöhte Häufigkeit bei Atemwegserkrankungen.
- * Schwermetalle, wie Cadmium, Blei und Quecksilber, oder Schadstoffe, wie Fluor, lösen Lungen- und Nierenschäden aus oder führen zur Reizung der Schleimhäute.
- * Kohlenwasserstoffe verwandeln sich unter intensiver Sonneneinstrahlung in Bestandteile des sogenannten photochemischen Smogs, der bereits in niedriger Konzentration die Atemwege beeinträchtigt und die Infektionsanfälligkeit erhöht.

3.2 SIDS IN DER LITERATUR

Es gibt zahlreiche Arbeiten über SIDS, wobei vor

allem die Zusammenhänge mit Umweltfaktoren signifikant hervortreten.

ALTHOFF (TU Aachen, BRD) fand bei den meisten SIDS-Obduktionen nachweisbare Nasen- und Racheninfektionen.

HOPPENBROUWERS (Los Angeles, Amer.Journ. Epidem. 1981) fand eine definierbare Häufung der SIDS-Fälle in Kalifornien: 7 Wochen nach Tagen mit großen Schadstoffakkumulationen traten SIDS-Häufungspunkte auf.

In jüngster Zeit führten die Ärzte KENNER und KURZ (Universität Wien) die SIDS-Fälle auf eine mangelnde Funktion der Atemregulation des Kindes im Schlaf zurück.

Statistisch belegt ist ein Zusammenhang zwischen Atemwegserkrankungen und Luftbeimengungen bei Pseudo-Krupp. Zum Krupp-Syndrom (also zur Schwellung des Kehlkopfes) kommt es vor allem immer dann, wenn die Luft besonders hohe Konzentrationen an Staub und SO_2 enthält. Bedenkt man, daß bei über 80 % aller SIDS-obduzierten Säuglingen Infektionen der Atemwege nachgewiesen wurde, und zieht die Ursachen des Krupp-Syndroms ins Kalküll, so muß tatsächlich der Schluß gezogen werden, daß die Ursache für SIDS die anthropogen verursachten Umweltfaktoren sein müssen.

3.3 WIENER SIDS-ANALYSE

Der Jahresgang der SIDS-Verteilung in Wien zeigt auf den ersten Blick, daß keine annale Rhythmik vorliegt, wodurch ein ev. Einfluß der Hausbrand-schadstoffe auf SIDS a priori eliminiert ist. Sowohl in den Wintermonaten, als auch im Sommer treten Tage auf, wo gehäuft Säuglinge an SIDS sterben.

Folgende Zusammenhänge konnten aufgezeigt werden:

1. Während der Heizperiode und vor allem in den nebelreichen Übergangsperioden treten SIDS-Häufungspunkte meist nach Perioden mit hoher Schadstoffbelastung der Biosphäre auf.
2. Signifikant ist weiters das Auftreten von SIDS-Kulminationen an Tagen mit Temperaturextrema, die entweder am Stichtag oder einige Tage vorher registriert wurden. Dieser Zusammenhang tritt sowohl im Sommer, als auch im Winter auf. Das Auftreten von SIDS - Häufungen steht also signifikant mit meteorologischen bzw. medizin-meteorologischen Parametern und Komplexen in Zusam-

menhang, die bereits für Pseudo-Krupp und Bronchialerkrankungen eindeutig nachgewiesen werden konnten. Eine eindeutig mathematisch-statistische Absicherung konnte aber für diese Korrelationen nicht erbracht werden.

4 LITERATUR

Junker, E.: Atemwegs- und Lungenkrankheiten.

ZS Diagnostik u. Therapie 11,3/1985.

Lukschanderl, L.: Kinder in Österreich.

Umweltschutz 9/1984.

Marktl, W. u. Machalek, A.: Einfluß meteorologischer Vorgänge auf gesunde und kranke Menschen. ÖMMG Wien 1983.

Tromp, S.W.: Progress in Biometeorology.

Swets & Zeitlinger, 1977.

ATEMWEGERKRANKUNGEN IN ABHÄNGIGKEIT VON STADTKLIMA UND LOKALER IMMISSIONSBELASTUNG

Lutz Katzschner

Gesamthochschule Kassel

1. Problemstellung

Für die Darstellung lokaler Belastungssituationen wird das Auftreten von Atemwegserkrankungen bei Kindern bis zu 6 Jahren als Indikator herangezogen und mit der klimatischen und lufthygienischen Situation dargestellt. Nicht so sehr die Immissionsbelastung, sondern deren Wirkung auf das Kleinkind war Ausgangspunkt der Fragestellung. Nach Schlipkötter sind gerade Kleinkinder dafür gut geeignet, da bei Ihnen Störfaktoren wie Arbeitsbelastung oder Trennung von Wohnen und Arbeit wegfällt(4). Klimadaten allein reichen aber ebenfalls nicht aus um auf eine tatsächliche Belastung zu schließen, da auch hier Wirkungs Dosen mit beachtet werden müssen (1). Die Komplexe Darstellung der Immission, Klima und Krankheitsbild erlaubt aber eine differenzierte betrachtungsweise.

2. Klima und Atemwegserkrankungen im Jahresgang

In Abb.1 und Abb.2 sind für 1983 die Faktoren Luft und Krankheitshäufigkeit dargestellt. Im Jahresgang ist ein Zusammenhang deutlich zu Abb.2 Jahresgang der Lufttemperatur in der Kasseler Innenstadt und Umgebung

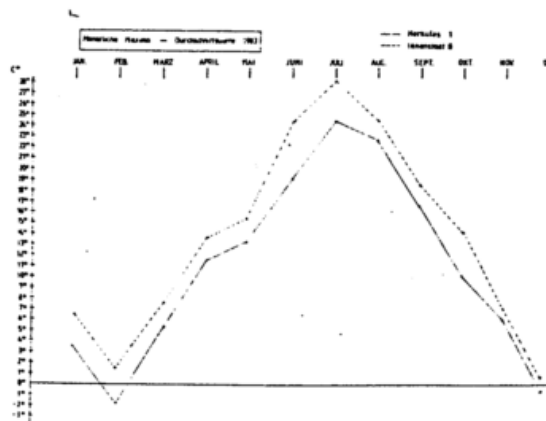
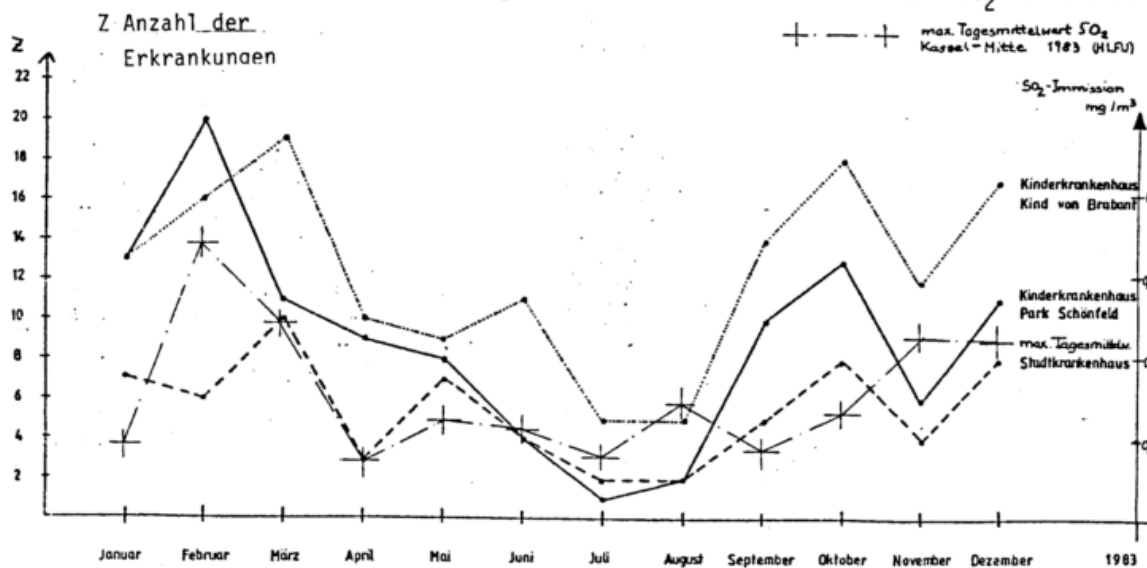


Abb.1 Jahresgang von Atemwegserkrankungen der Kasseler Krankenhäusern und SO₂ Konzentration



erkennen. Ausnahme ist der November der bei hohen Schadstoffkonzentrationen einen Rückgang der Krankheiten mit sich bringt. Gleichzeitig ist ein Jahresgang bei Wärmeeinzel nicht festzustellen, außer im November durch die häufigen Inversionswetterlagen. Die Lufttemperaturen sind aber für das Auslösen der Krankheiten entscheidend(3). Der Erkrankungsrückgang war im November auf die Zufuhr von trockener kalter Luftmassen zurückzuführen, welche zwar zu hoher Luftbelastung nicht aber zum Ausbruch der Krankheiten führten.

Zu gleichen Schlußfolgerungen gelangt man bei Untersuchungen in Hann. Münden. Dort wurde über Aufzeichnung eines Kinderarztes in den Monaten Mai bei feuchtkalter Witterung und gleichzeitig hohen nassen Schadstoffdepositionen viele Erkrankungen von Obstruktion und Pseudokrapp registriert. Insgesamt war dabei stagnierende Kaltluft in tiefer gelegenen Punkten des Talbeckens zu beobachten, was durch ein stationäre Meßnetz erfaßt wurde. Im Gegensatz dazu war dort im Februar kein Anstieg der Erkrankungen festzustellen.

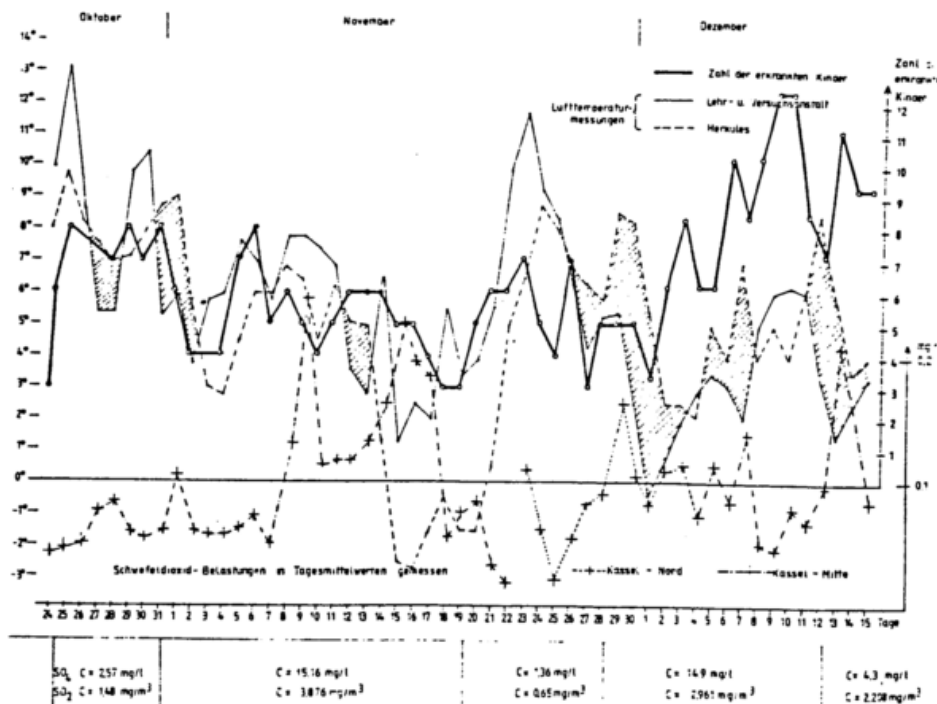
3. Untersuchung einer zeitlich begrenzten Periode

Über die Kasseler Kindertagesstätten wurden Fragebogen verteilt, die einen Aufschluß über die tägliche Abfolge der Kinderkrankheiten bringen sollte. Parallel dazu wurden Luftmessungen durchgeführt. Abb.3 stellt dar, daß immer nach belastenden Wetterlagen bei Wetterumschwung ein Anstieg der Kinderkrankheiten zu verzeichnen war. Gleichzeitig damit verbunden war die Abnahme der SO_2 Konzentrationen bei hohen nassen Depositionsraten. Zwar lassen die unterschiedlichen Messungsmethoden keinen Vergleich zwischen trockener und nasser Schadstoffkonzentration zu, es ist aber bemerkenswert daß das Verhältnis nicht konstant ist und daß bei nasser Deposition die Eindringtiefe in die Lunge größer ist, was zu der erhöhten Krankheitshäufigkeit führen kann.

4. Räumliche Auflösung

Für die planerische Umsetzung ist eine räumliche Auflösung vor allem hinsichtlich von Ge-

Abb.3 Zeitliche Abfolge von Kinderkrankheiten, Wetter und Schadstoffbelastung (schraffierte Zonen bedeuten Inversionen)



bietsnutzungen und den physischen Lebensbedingungen der Bewohner wichtig(3). In Abb.4 sind räumliche Verteilung der Atemwegserkrankungen von Kindern, die in den Krankenhäusern im Jahr 1983 behandelt wurden, und eine typische Verteilung der nassen Deposition bei zyklonalem Wettergeschehen dargestellt. Die leicht ansteigenden Gebiete des Kasseler Nordens und die Senken mit stagnierenden Luftmassen haben durchweg die höchsten Werte der nassen Deposition. Vergleicht man dazu die Brennpunkte des Krankheitsbildes ist dies nahezu identisch. Dazu kommt noch die Umgebung einer Hauptverkehrsstraße. Nimmt man nun die Monate Februar und Oktober, die die höchste Zahl von Erkrankungen aufwiesen, so verlagert sich der Schwerpunkt von der Nordstadt, die im Oktober mit einem hohen Anteil starker Winde aus südwestlichen Richtungen, im Februar nach Oberzwehren, das im Süden Kassels in einer Senke liegt. Ursache dafür ist die in diesem Monat schwachwindigen Wetterlagen. Schadstoffe wurden dort nicht wegtransportiert und führten zu einer lokal eng begrenzten aber hohen Schadstoffbelastung bei gleichzeitig hoher Luftfeuchte.

5. Schlußfolgerungen

Immissionsdaten sind die Grundlagen für die Beurteilung von Städten hinsichtlich ihrer Luftqualität, reichen aber für eine spezifischere Einschätzung der Belastungssituationen der Bewohner nicht aus. Luftschadstoffe wirken sich vor allem auf das Immunsystem aus, was zu einer Schwächung des Körpers und zu einer gesteigerten Anfälligkeit von viruellen Erregern führt. Die Aktivität der Viren ist aber stark Witterungsabhängig. Die Zusammenhänge zwischen Luftbelastung und Krankheit, speziell der Atemwegserkrankungen, können somit nicht ohne eine klimatische Analyse diskutiert werden. Wünschenswert wäre weiterhin noch eine Einbeziehung der Wohnsituation und Wohnumfeld.

Abb.4 Räumliche Verteilung der Atemwegserkrankungen (oben) und die Verteilung der nassen Deposition im Oktober 1984



Literaturangaben:

- Baumüller, J: Hinweise zur Darstellung windrichtungsabhängiger Schadgasbelastungen Staub44, Nr. 4, 1984
- Katzschner, L: Räumliche Verteilung von Atemwegserkrankungen in Abhängigkeit der stadtklimatischen Bedingungen Arbeitsgruppe Luft der GhK, FB 13, 1985
- NoIte, D: Umwelteinflüsse und Lungenfunktion, Progress, Resp., Research 6, 1971
- Schlipköter, H.W: Luftverunreinigungen und deren Einflüsse auf die Gesundheit des Menschen VDI Kolloquium Berlin, 1982

WAS KANN DIE HUMAN-BIOMETEOROLOGIE ZUR BEWERTUNG
GESUNDHEITLICHER WIRKUNGEN VON SCHADSTOFFEN BEITRAGEN ?

von Karl Dirnagl

Institut für Med. Balneologie und Klimatologie der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. med. H. Drexel)

1 NATÜRLICHE UND ANTHROPOGENE ATMO-
SPHÄRISCHE WIRKFAKTOREN

Daß sich die Human-Biometeorologie (HBM) mit den Wirkungen von Luftverunreinigungen befaßt, ist unausweichlich. Der Wetterverlauf beeinflusst sowohl die Produktion von Schadstoffen (Beispiel Heizung) als auch deren Ausbreitung. Wenn also von der Schadstoff-Immission Einflüsse auf Befinden und Gesundheit ausgehen, so konkurrieren sie mit naturgegebenen meteorologischen Faktoren in einer Weise, die bei der Suche nach den Ursachen der Wetterwirkung auf den Menschen berücksichtigt werden muß. Die ohnehin schon fast undurchschaubar große Komplexität der Wechselwirkung zwischen Wetter und Mensch wird so noch um ein anthropogenes Element bereichert.

2 RELATIVIERENDE BEWERTUNG

Man könnte unter einer "Bewertung" der Wirkung von Luftverunreinigungen die Aufgabe verstehen, eine Relation ihrer Wirkstärke zu anderen atmosphärischen Einflußgrößen herzustellen. Versucht man das an Hand der bisher wenigen, in dieser Richtung auswertbaren Publikationen, so kann man eigentlich nur zu dem Schluß kommen, daß der Einfluß atmosphärischer Schadstoffe - von Extremfällen abgesehen - vergleichsweise so gut wie bedeutungslos ist. Wird doch alle paar Tage von der medizinmeteorologischen Vorhersage auf der Grundlage vorher publizierter Zusammenhanganalysen eine beachtenswerte Einflußnahme angekündigt, während selbst bei Smogalarmstufe 2 die Kliniken des betroffenen Gebiets keine Vermehrung der Morbidität verzeichneten (ULMER 1985). Auch bei unserer großangelegten Studie über Befindensveränderungen (DIRNAGL 1977) ergaben sich statistisch hochsignifikante Zusammenhänge mit Meßgrößen des bodennahen meteorologischen Milieus, nicht aber mit den Veränderungen der SO₂-Konzentration.

Es gibt viele Gründe dafür, eine vergleichende Einstufung dieser Art als Bewertung, wie sie gemeinhin verstanden wird, abzulehnen. Z.B. erlaubt das Rüstzeug der HBM kaum irgendwelche Urteile über langfristig kumulierende Wirkungen. Vor allem aber geht in die Bewertung anthropogener Schadstoffe anders als bei den natürlichen meteorologischen Faktoren die Frage der Vermeidbarkeit ein. Das ist ein vielschichtiges, weitgehend außerhalb der Kompetenz der HBM liegendes Problem. Zur Verdeutlichung ein extrem vereinfachtes Exempel: Heizung erzeugt Schadstoffe, Schadstoffe begünstigen Bronchitis und Husten. Ohne Heizung ist es kalt. Auch Kälte begünstigt Bronchitis und Husten.

3 QUANTITATIVE BEWERTUNG UND GRENZ-
WERTANGABE

Eine Bewertung, wie sie der Betroffene und der für die Festsetzung zulässiger Schadstoffkonzentrationen Verantwortliche haben möchte, läuft in dem Beispiel auf die Frage hinaus: "Wieviel soll oder darf ich heizen, um möglichst wenig husten zu müssen". Weder die HBM noch ein anderer Wissenschaftszweig ist in der Lage, eine solche Aufgabe der Schadensminimierung korrekt zu lösen, d.h. alle Randbedingungen und Korrelationen zu ermitteln und in eine Beziehungsgleichung einzubringen. Dabei enthält das Beispiel nur einen Ursachenkonflikt. Bei realen Bewertungsaufgaben müssen aber zusätzlich Interessenkonflikte berücksichtigt und mit Gewichtungen versehen werden. Was gemeinhin unter Bewertung der Wirkungen von Luftverunreinigungen verstanden wird, ist somit letztlich ein politisches, kein naturwissenschaftliches Problem.

4 UNPOLITISCHE RICHTWERTE ?

Wohl kann man versuchen, sich den subjektiven Interessenabwägungen zu entziehen, indem man die Bewertung als einen unverbindlichen Vorschlag deklariert, der nur den augenblicklichen Stand objektiver Kenntnisse widerspiegelt und dessen Gültigkeitsbereich durch eine Reihe expliziter Voraussetzungen eingeschränkt wird. In den ergänzenden Ausführungen zu den Immissions-Grenzwerten der Richtlinie VDI 2310, die als VDI-Richtlinie 2309 veröffentlicht sind, wird derartige mit Nachdruck betont. Der praktische Gebrauch, der von dieser und anderen Bewertungen gemacht wird, legt den Verdacht nahe, daß die Erläuterungen nur von ihren Urhebern gelesen, die Grenzwerte aber als allgemeingültige Dichotomie zwischen schädlich und unschädlich, zulässig und unzulässig interpretiert werden.

5 BEWERTUNGEN ALS HEMMSCHUH FÜR DIE FORSCHUNG

Eine der Gefahren, die damit heraufbeschworen werden, liegt in einer Vernachlässigung der weiteren Zusammenhangsforschung oder - was auf dasselbe hinausläuft - in der Einschränkung ihrer Förderung. Man glaubt ja nun

zu wissen, wo die Schädigung anfängt und braucht nur mehr dafür zu sorgen, daß die Grenzwerte nicht überschritten werden. Das Mißverhältnis zwischen den horrenden Mitteln, die allenorts in Meß- und Überwachungsprogramme gesteckt werden, und dem relativ bescheidenen Aufwand für die Wirkungsforschung ist ein beredtes Zeugnis für diese Auffassung.

6 FOLGERUNGEN

Als Antworten auf die in der Überschrift gestellte Frage möchte ich zwei Empfehlungen an die Human-Biometeorologen ableiten. Eine negative: Sich aus Bewertungen quantitativer Art möglichst herauszuhalten. Die HMB steht bereits im Ruf, zuviel spekulative Schlüsse aus weichen Daten zu ziehen (siehe z.B. H.SCHAEFER 1983). Und eine positive: Die Popularität von wissenschaftlichen Ergebnissen über Wetterwirkungen auf den Menschen zu nutzen, um bei ihrer publizistischen Verbreitung dagegen anzukämpfen, daß an sich notwendige (politische) Bewertungen von Umwelteinwirkungen fälschlich als etwas absolutes und endgültiges, zwangsläufig aus Forschungsergebnissen abzuleitendes angesehen werden.

Literatur:

DIRNAGL, K.:

Neuere Untersuchungsergebnisse zur Beeinflussung des menschlichen Befindens durch das Wetter. Therapiewoche 27 (1977) 858 - 870.

SCHAEFER, H.:

Über die Wirkung elektrischer Felder auf den Menschen. Sitz.Ber.Heidelb.Akad.Wiss.Math.-naturwiss.Klasse. Springer-Verlag Berlin 1983.

ULMER, W.T.:

Referat, XVIII.Bad Reichenhaller Colloquium 1985 Krankheiten der Atemwege. Im Druck in: Atemwegs- und Lungenkrankheiten 11 (1985).

VDI-Richtlinie 2309:

Blatt 1: Ermittlung von maximalen Immissionswerten, GRUNDLAGEN. Beuth-Verlag Berlin und Köln 1983

IMMISSIONS- UND WETTEREINFLÜSSE AUF ATEMWEGSERKRANKUNGEN VON KINDERN IN BERLIN (1979-1982)
ZEITREIHENUNTERSUCHUNGEN: CROUP-SYNDROM UND ASTHMATISCHE ATEMWEGSERKRANKUNGEN

Ulrich Fegeler, Roman Moyzes, Erich Wedler, Kurt Eberhard
Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin

1 CROUP-SYNDROM

Während der Untersuchungsperiode (VII/1979-VI/1982) wurden in der Kinderklinik des Neuköllner Krankenhauses (Krks. NK) 819 Patienten und in der des Rittberg-Krks. (RK) 523 Patienten mit Croup-Syndrom-Erkrankungen (C-S) erfasst. 88% aller Patienten gehörten der Altersgruppe 0-6 Jahre an. Das Maximum der Altersverteilung lag im ersten und zweiten Lebensjahr. Jungen erkrankten 1.8 mal häufiger als Mädchen. Dieses Verhältnis liegt deutlich über dem der in Berlin(West) 1973-82 lebend geborenen Jungen und Mädchen (1.1 : 1).

1.1 JAHRESGÄNGE

Die in den beiden beteiligten Kliniken und der Universitäts-Kinderklinik (Charlottenburg) erfassten "Erkrankungsraten" ("E-raten") wiesen nahezu identische Jahresgänge auf mit dem Minimum im Sommer (Jun/Jul/Aug) und dem Hauptmaximum im Herbst (Sep/Okt). Dabei stieg die "E-rate" vom August zum September sprunghaft an ("Impulscharakteristik"). Der mittlere Winterpegel lag einerseits deutlich über dem Sommerpegel, andererseits unter dem Herbstmaximum (Abb.1). Dieselbe Jahresgangsstruktur findet sich auch in den Ergebnissen anderer C-S-Untersuchungen aus Mitteleuropa (2;3) und den USA (1). In allen Fällen koinzidiert der sprunghafte Anstieg der "E-rate" vom Sommer zum Herbst mit dem mittleren Beginn der Heizperiode.

Die Grundwellen der mittleren Jahresgänge der "E-rate" des C-S und der SO₂-Konzentration liegen zwar in Phase, aber die Jahresmaxima beider sind zeitlich deutlich voneinander getrennt (Abb.1 u. 2).

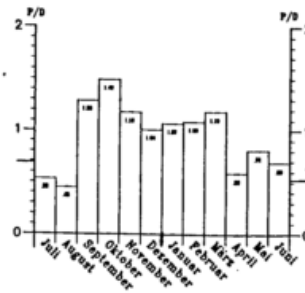


Abb.1 Mittl. Jahresgang 1979/82 der "E-rate" (NK+RK) des Croup-Syndroms (P/D: Patienten/Tag)

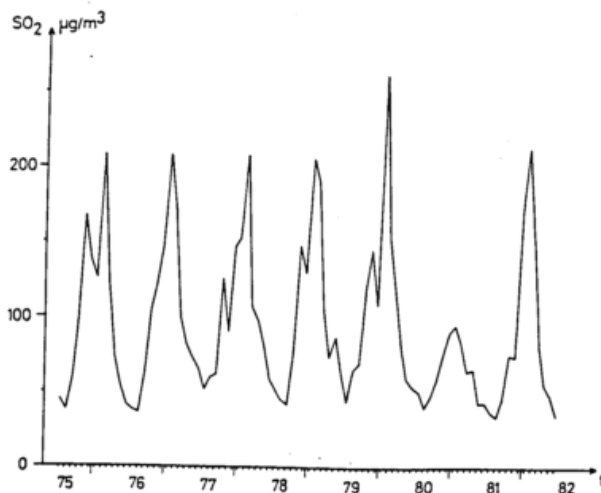


Abb.2 SO₂-Monatsmittelwerte Berlin(West) 1975-1982

1.2 INTERANNUELLE VARIATIONEN

Relativ hohe mittlere "E-raten" traten in den Winterperioden (Sep-Feb) auf, die stark immissionsbelastet waren (Abb.2) und gleichzeitig eine Reihe von Kälteperioden aufwiesen (1979/80, 1981/82). Im Vergleich dazu niedrige "E-raten" wurden in relativ immissionsarmen, überdurchschnittlich durchlüfteten und thermisch durchschnittlichen Winter 1980/81 festgestellt. In den Herbstmonaten (Sep/Okt) 1979 und 1981 lagen in den drei o.a. Berliner Kinderkliniken

die C-S-Raten signifikant höher als im Herbst 1980. Die entsprechenden interannuellen Variationen der mittleren SO₂-Konzentration in den 75%-Einzugsbereichen (EZB) der Kliniken wiesen zwar einen Abfall vom Herbst 1979 zum Herbst 1980 auf, aber keinen merklichen Wiederanstieg zum Herbst 1981. Meteorologisch waren die Herbstmonate 1979 und 1981 durch mehrere verhältnismäßig krasse Wechsel von relativ warmen und relativ kühlen Witterungsabschnitten gekennzeichnet, der Herbst 1980 dagegen durch einen relativ gleichmäßigen Temperaturabfall ohne allzu krasse Wechsel. Um die relativen zeitlich-räumlichen Unterschiede des mittleren Winter- zum mittleren Sommerpegel der "E-rate" des C-S für die EZB des NK und des RK zu erfassen, wurde ein normierter Quotient (EZB NK/EZB RK; Wi/So) für die drei Untersuchungsjahre berechnet. Die interannuellen Variationen dieses Quotienten weisen auf eine Verstärkung des Immissionsinflusses auf die mittlere C-S-Rate des überdurchschnittlich immissionsbelasteten EZB NK gegenüber der des unterdurchschnittlich belasteten EZB RK in den überdurchschnittlich immissionsbelasteten Winterperioden 1979/80 (+31%) und 1981/82 (+18%) hin. In dem unterdurchschnittlich immissionsbelasteten Winter 1980/81 betrug dieser Effekt nur +7%. Der mittlere Quotient der drei Untersuchungsjahre weist für den EZB NK eine gegenüber dem EZB RK um 18% höhere relative Zunahme der C-S-Rate vom mittleren Sommer- zum mittleren Winterpegel aus.

1.3 WOCHENSACLE

Auf der Basis der wochengangsbereinigten Wochenmittel (vgl. FEGELER e.a.) wurden einfache und partialisierte lineare Korrelationen u.a. zwischen den Umweltparametern SO₂-Konzentration sowie Äquivalenttemp./rel. Innenraumfeuchte und der "E-rate" des C-S berechnet. Zur Reduktion der Jahresgangseinflüsse wurden die Berechnungen für den Herbstabschnitt (Sep/Okt) und den Winterabschnitt (Nov/Feb)

getrennt durchgeführt. Um die Einflüsse von Inkubationszeiten u.ä. zu berücksichtigen, sind die Korrelationen sowohl ohne als auch mit einer Zeitverzögerung von einer Woche berechnet worden.

Die errechneten Korrelationskoeffizienten lagen nur in wenigen Fällen über |0,5| und die Korrelationen waren nur teilweise statistisch signifikant, aber es zeigten sich gewisse einheitliche Tendenzen, die in den Hypothesen (s. FEGELER e.a.) ihren Niederschlag fanden. Nach unserer Arbeitshypothese, nach der es sich bei den vermuteten kausalen Zusammenhängen um multifaktorielle, nichtlineare Beziehungen zwischen den luftchemischen und thermischen Umweltparametern und den Funktionsgrößen der Atemtraktschleimhaut (ATS) der Patienten handelt, waren bessere Korrelationsergebnisse prinzipiell nicht zu erwarten.

Die besten Korrelationen der SO₂-Konzentration zur "E-rate" (NK + RK) fanden sich im Wochenscale im Herbst 1979 und 1981 sowie im Winter 1980/81. Das sind dieselben Zeitabschnitte, die bereits bei den interannuellen Variationen durch eine verhältnismäßig einheitliche Witterungsstruktur hervorgetreten waren, dort allerdings in Verbindung mit relativ niedrigen mittleren "E-raten" im Monats- und Jahreszeitenscale. Insgesamt weisen diese Ergebnisse auf einen in 1. Näherung äquivalenten Einfluß der luftchemischen und der thermischen Umweltparameter des Freiraums und des Innenraummilieus auf die "E-rate" des C-S hin.

1.4 SO₂-HOCHBELASTUNGSPERIODEN UND -TAGE

In fünf jeweils gleich langen Zeitabschnitten vor, während und nach Immissions-Hochbelastungsperioden (Periodenlänge: 5 ± 13d; Medianwerte der SO₂-Konz.: 127; 271; 119 µg/m³) stieg der Medianwert der C-S-Rate von 100% signifikant auf 113%, in der Nachperiode auf 116%. An den teilweise (4 von 6) in diesen Hochbelastungsperioden enthaltenen SMOG-Alarm-

Tagen der Stufe 1 lag der mittlere Medianwert der C-S-Rate um 22% über dem der Belastungsperioden.

Über dem MIK-Wert ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) liegende SO_2 -Tagesmittelwerte $\geq 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im 75% EZB des NK und auch des RK koinzidierten mit Erhöhungen der C-S-Raten am Belastungstag selbst (NK,RK) sowie mit Schwergewicht am 4.Folgetag (NK).

1.5 INFEKTEPIDEMIOLOGIE

Infektepideologische Daten waren nur für die Winterperiode (Sep/Feb) 1981/82 verfügbar. Da sich nur eine einzige positive Korrelation und zwar zu Mykoplasma pneumoniae ergab und dieser Erreger an der Häufigkeitsverteilung der infektiösen C-S-Erreger durchschnittlich nur mit etwa 4% beteiligt ist, sind infektepideologische Einflüsse auf die "E-rate" des C-S für diese Periode mit großer Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

2. ASTHMATISCHE ATEMWEGSERKRANKUNGEN

In der Kinderklinik des NK wurden während der dreijährigen Untersuchungsperiode 1085, in der des RK 297 Patienten mit asthmatischen Atemwegserkrankungen (Asthma) behandelt. Auffällig war der gegenüber den anderen drei erfaßten Diagnosengruppen mit Atemwegserkrankungen überproportional hohe Patientenanteil aus dem überdurchschnittlich stark immissionsbelasteten EZB NK (3.7:1; vgl. FEGELER, MOYZES, WEDLER, EBERHARD). 83% aller Patienten gehörten der Altersgruppe 0-6 Jahre an. Das Maximum der durchschnittlichen Altersverteilung lag im ersten (NK) bzw. zweiten (RK) Lebensjahr. Auch in dieser Diagnosengruppe erkrankten Jungen 1.8 mal häufiger als Mädchen. Damit liegt dieses Verhältnis ebenfalls deutlich über dem der in Berlin(West) 1973-82 lebend geborenen Jungen und Mädchen (1.1:1).

2.1 JAHRESGÄNGE

Die Jahresgänge der "E-rate" des Asthma wiesen Wintermaxima (Nov/Dez/Jan/Feb) und Sommerminima (Jul/Aug) auf. Ein sekundäres Maximum im

Mai, Juni oder Juli war wahrscheinlich pollenallergisch bedingt (Abb.3). Die Jahresgänge der SO_2 -Konzentration und der Asthma-Rate lagen in den drei Untersuchungsjahren in Phase, weitgehend auch bezüglich der Lage der Maxima (1979/80, 1981/82).

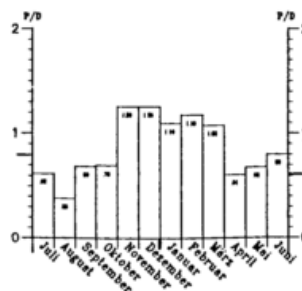


Abb.3 Mittl. Jahresgang 1979/82 der "E-rate" (NK+RK) der asthmatischen Atemwegserkrankungen

Auch beim Asthma gab es einen signifikanten Aug/Sep-Anstieg der "E-rate" (NK,RK). Dieser war jedoch nicht so stark ausgeprägt wie beim C-S, lag aber ebenfalls in Koinzidenz mit dem mittleren Beginn der Heizperiode. Der Hauptanstieg der "E-rate" zum hohen Winterniveau erfolgte im Mittel vom Oktober zum November.

2.2 INTERANUELLE VARIATIONEN

Die mittleren Asthma-Raten wiesen nur geringe, nicht signifikante Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsjahren auf. Im Gegensatz dazu zeigten die interanuellen Variationen des EZB NK/EZB RK-Quotienten für die Winter/Sommer-Differenzen der mittleren Asthma-Rate sehr deutliche Unterschiede, die in Gegenphase zu denen der C-S-Rate lagen. Sie betrug 1979/80 +17%, 1980/81 +74% und 1981/82 +4%, wiesen also im unterdurchschnittlich immissionsbelasteten Winter 1980/81 ihr Maximum auf. Da dieser im Gegensatz zu den beiden anderen gleichzeitig ein überdurchschnittlich durchlüfteter und thermisch durchschnittlicher Winter war, spricht dieses Ergebnis zumindest für einen gleichzeitigen erheblichen Einfluß meteorologischer Umweltparameter auf die während dieser Periode im EZB NK erfasste mittlere Asthma-Rate.

Der mittlere Quotient der drei Untersuchungs-

jahre weist für den EZB NK eine gegenüber dem EZB RK um 27% höhere relative Zunahme der Asthma-Rate vom mittleren Sommer- zum Winterpegel aus.

2.3 WOCHENSCALE

Auf die wochengangskorrigierte Asthma-Rate wurden dieselben Korrelationsverfahren angewandt wie beim C-S. Die Korrelationskoeffizienten lagen auch hier nur in wenigen Fällen über |0.5|. Nur für den Herbst 1980 ergaben sich ohne Zeitverzögerung eine signifikante positive Korrelation der Asthma-Rate mit der SO₂-Konzentration (r=0.70) und eine signifikante negative Korrelation mit der Äquivalenttemp./rel.Innenraumfeuchte (r=0.71). Die beiden letzteren Größen sind hoch signifikant miteinander korreliert (r=0.99) und repräsentieren hier daher nur eine gemeinsame unabhängige Variable.

Bei der Partialisierung des Einflusses der jeweils anderen unabhängigen Variablen zeigten Äquivalenttemp./rel.Innenraumfeuchte und SO₂-Konzentration starke gegenseitige Beeinflussungen ihrer Korrelation zur Asthma-Rate. D.h., wie beim C-S sind auch hier die thermischen und die luftchemischen Umweltparameter in 1.Näherung als äquivalent bezüglich ihres Einflusses auf die "E-rate" der asthmatischen Atemwegserkrankungen von Kindern anzusehen.

2.4 SO₂-HOCHBELASTUNGSPERIODEN UND -TAGE

Während derselben fünf Immissions-Hochbelastungsperioden wie beim C-S (1.4) stieg der Medianwert der Asthma-Rate von 100% in der Vorperiode signifikant auf 149% in der Belastungsperiode und blieb auf 149% in der Nachperiode. An SMOG-Alarm-Tagen der Stufe 1 lag der mittlere Medianwert der Asthma-Rate um 50% über dem der Hochbelastungsperioden.

Über dem MIK-Wert liegende SO₂-Tagesmittelwerte $\geq 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im 75%-EZB des NK koinzidierten mit deutlichen Erhöhungen der Asthma-Rate am Belastungstage selbst (+85% gegen die Vorklassen) und am 3.Folgetag (+71%). Wegen des niedrigen "E-raten"-Pegels liessen

sich für den EZB des RK diese Beziehungen nicht berechnen.

2.5 INFEKTEPIDEMIOLOGIE

Für die Winterperiode 1981/82 - für die alleine die entsprechenden Daten vorlagen - ist ein infektepideziologischer Einfluss (Mykoplasma pneumoniae) auf die im NK erfasste Asthma-Rate nicht auszuschließen.

3 LITERATUR

- (1) DENNY, F.W.; MURPHY, T.F.; CLYDE, W.A.; COLLIER, A.M.; HENDERON, F.W.: Croup: an 11-year study in pediatric practice. Pediatrics 71 (1983), S.871
- (2) MÄRKI, U.; FRICKER, H.; PRIMAUT, B.: Stenosierende Infekte der oberen Luftwege beim Kind. Schw. Med. Wschr. 108 (1978), S.1424
- (3) MIETENS, C.; LÜTKEMEYER, B.; KÖHLER, S.: Epidemiologie und Symptomatik der stenosierenden Laryngotracheitis (Pseudocroup) bei 1322 stationären Patienten in Bochum im Verlauf der letzten 17 Jahre. Mschr. Kinderheilk. 132 (1984), S.646

IMMISSIONS- UND WETTEREINFLÜSSE AUF ATEMWEGSERKRANKUNGEN VON KINDERN IN BERLIN (1979-1982)
 VERGLEICH ZWEIER UNTERSCHIEDLICH IMMISSIONSBELASTETER WOHNBEREICHE IM BELASTUNGSGEBIET BERLIN
 (WEST)

Ulrich Fegeler, Roman Moyzes, Erich Wedler, Kurt Eberhard
 Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin

1 EINLEITUNG

Die von den beiden an der Untersuchung beteiligten Kliniken (Kinderklinik des Rittberg Krankenhauses (Krks.) in Lichterfelde, Kinderklinik des Krks. Neukölln) erfaßten Kinder wurden über ihre Wohnorte den von uns definierten Meßstellenbereichen des Berliner Luftgüte-Meßnetzes (BLUME) zugeordnet. Jede Meßstelle dieses Netzes wurde als repräsentativ für einen ca. 16 km² großen Bereich (BLUME-Meßstellenbereich) angesehen, wobei die Meßstationen nahezu in dessen Zentrum lagen. Als Einzugsbereich (EZB) der jeweiligen Klinik wurde die Summe der BLUME-Meßstellenbereiche festgelegt, innerhalb derer die Wohnorte von 75% aller während der dreijährigen Untersuchungsperiode in der betreffenden Klinik vorgestellten Kinder lagen. Die Gesamtzahl aller im Untersuchungszeitraum vorgestellten, am Croup-Syndrom und an Asthma erkrankten Kinder betrug im Krks.-Neukölln 1904 und im Rittberg-Krks. 820 (2.32 : 1).

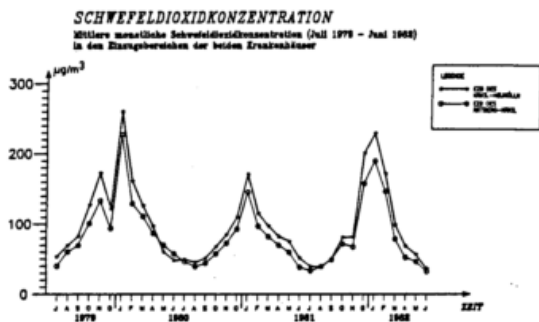


Abb. 1

2 UNTERSCHIEDE IN DER IMMISSIONSBELASTUNG

Abbildung 1 zeigt die über den dreijährigen Untersuchungszeitraum im EZB des Krks. Neukölln und des Rittberg-Krks. unterschiedlich hohe SO₂-Immissionsbelastung. Die Unterschiede liegen im Mittel zwischen 20 und 30 µg/m³. Die durchschnittliche SO₂-Belastung für den gesamten Untersuchungszeitraum und für einzelne Jahresabschnitte können der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1

Mittlere tägliche SO₂-Immissionskonzentration* in den unterschiedlichen Einzugsbereichen und in verschiedenen Zeitabschnitten

	ges. Unterw.-bezugsbereich	Herbst (Sep.-Okt)	Winter (Nov.-Feb)
EZB des Krks.-Neukölln	97.3	78.0	155.3
EZB des Rittberg-Krks.	82.3	65.0	126.2

* berechnet aus Werten des Zeitraumes Juli 1979 bis Juni 1982

Im EZB des Krks. Neukölln lag die mittlere SO₂-Belastung auffällig hoch. Über vier Monate wurden dort mehr als 150 µg/m³ SO₂ ermittelt.

3 "ERKRANKUNGSRATE" (VORSTELLUNGSRATE)

Die Zahl der im selben Zeitraum vorgestellten Kinder mit Croup-Syndrom oder asthmatischen Erkrankungen zeigt Tabelle 2. Hauptsächlich wegen der unterschiedlichen Bevölkerungsdichte in den EZB beider Kliniken sind die absoluten Zahlen nicht so bedeutsam wie das Verhältnis der Patientenzahlen der Kliniken zueinander.

Das Zahlenverhältnis aller erfassten Patienten des Rittberg-Krks. zu denen des Krks. Neukölln betrug im Untersuchungszeitraum 1 : 2.47. Für die Erkrankungsgruppe des Croup-Syndroms errechnete sich ein Zahlenver-

Tabelle 2

Absolute Patientenzahlen* und Patientenverhältnis* der Kliniken

	ges. Untersuchungszeitraum	Herbst (Sep.-Okt.)	Winter (Nov.-Feb.)
Croup-Syndrom			
Rittberg-Krks.	523	123	211
Verhältnis	1:1.57	1:1.47	1:1.70
Krks.-Neukölln	819	209	311
Asthma-Erkrankungen			
Rittberg-Krks.	297	43	113
Verhältnis	1:3.85	1:3.18	1:4.70
Krks.-Neukölln	1085	138	531

* Untersuchungszeitraum Juli 1979 bis Juni 1982

hältnis von 1 : 1.57, d.h. es kamen aus dem EZB des Rittberg-Krks. relativ mehr Patienten zur Vorstellung als vom mittleren Verhältnis her zu erwarten war. Bei den asthmatischen-Erkrankungen ergab sich - über den gesamten Untersuchungszeitraum gerechnet - ein Verhältnis von 1 : 3.65, für die drei Winterabschnitte (Nov.-Feb.) sogar ein Verhältnis von 1 : 4.70. Aus dem EZB des Krks. Neukölln kamen demnach relativ mehr Kinder dieser Diagnosengruppe zur Vorstellung als aus dem EZB des Rittberg-Krks. Aus diesem sehr globalen Gebietsvergleich läßt sich schließen, daß im überdurchschnittlich immissionsbelasteten EZB des Krks. Neukölln ein höherer Prozentsatz von Kindern an asthmatischen Erkrankungen litten als im unterdurchschnittlich belasteten EZB des Rittberg-Krks. In letzterem erkrankte dagegen ein vergleichsweise höherer Prozentsatz von Kindern am Croup-Syndrom.

4 GEBIETSVERGLEICH MITTELS DER BLUME-MESSSTELLENBEREICHE

Eine Verifizierung der o.g. Ergebnisse sollte ein genauer Gebietsvergleich mittels der BLUME-Meßstellenbereiche bringen. Für jeden dieser Bereiche wurde eine Relation zwischen den am Croup-Syndrom bzw. an Asthma erkrankten Kindern und der Gesamtzahl der in ihnen wohnenden und in einer der beiden Kliniken vorgestellten Kinder als Bezugsgröße hergestellt (relative Gesamtmorbidität). Die absolute Zahl der Kinderpopulation pro Meßstellenbereich war als Bezugsgröße nicht verfügbar.

5 ERGEBNISSE - CROUP-SYNDROM

Herbstabschnitt (Sep.-Okt.): Beziehungen zwischen überdurchschnittlich immissionsbelasteten Meßstellenbereichen und überdurchschnittlichem prozentualen Anteil dieser Erkrankung sind nicht erkennbar.
Winterabschnitt (Nov.-Feb.): Die höchstbelasteten Meßbereiche beider Einzugsbereiche zeigten einen überdurchschnittlichen prozentualen Anteil an Croup-Patienten.

6 ERGEBNISSE - ASTHMA

Herbstabschnitt (Sep.-Okt.): In beiden EZB fanden sich in je einem Meßstellenbereich positive Übereinstimmungen zwischen überdurchschnittlichem prozentualen Anteil der Asthmaerkrankungen und überdurchschnittlicher Schwefeldioxidkonzentration.
Winterabschnitt (Nov.-Feb.): Die Meßstellenbereiche mit über dem Mittel liegender Schwefeldioxidkonzentration wiesen in keinem Falle einen unterdurchschnittlichen prozentualen Anteil an Asthma-Erkrankungen auf (Abb. 2).

- 1: Mittlere SO₂-Konzentration im EZB
- 2: Mittlerer prozentualer Anteil des Asthmas im EZB

Abb. 2



7 Literatur

- BREITENKAMP, M.: Luftreinhalteplan - Teilplan Schwefeldioxid (SO₂) -. Berlin: Der Senator für Gesundheit und Umweltschutz 1981
VDI-RICHLINIEN: Maximale Immissions-Konzentrationen für Schwefeldioxid. VDI 2310, Bl.11. Berlin, Köln: Beuth 1984

LUFTQUALITÄTSBESTIMMUNG IN KURORTEN

Dr.rer.biol.hum.Dipl.-Met. Angela Schuh

Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München

1 VORAUSSETZUNGEN:

In den Begriffsbestimmungen des DBV (1979) werden Grenzwerte für die Konzentration von SO_2 , CO und anderen gasförmigen Luftbeimengungen festgelegt. Sie basieren auf 40% der Grenzwerte der TA-Luft (1983). Vereinzelte Bemühungen von Kurorten, die Untersuchungen von zuständigen Institutionen ausführen zu lassen, sind an den hohen Kosten gescheitert. Davon abgesehen ist die Bindung von Grenzwerten für Kurorte an die TA-Luft nicht sinnvoll, denn die Meß- und Auswertevorschriften der TA-Luft sind an dem Zulassungsverfahren für industrielle Großemittenten orientiert. Wir halten es für richtig, die zulässigen Schadstoffkonzentrationen in der Spanne zwischen Reineluft und den Grenzwerten der VDI-Richtlinie 2310 (VDI, 1983) zu staffeln. Für die Beurteilung der lufthygienischen Verhältnisse eines Kurortes ist sowohl die mittlere Belastung als auch die mit kurzzeitigen Spitzenkonzentrationen durch Gase bedeutungsvoll. Ebenso ist eine räumliche Abstufung der Anforderungen an die Luftreinheit innerhalb der Kurorte vorzusehen. Aus diesen Bedingungen ergibt sich die Notwendigkeit, durch zahlreiche Messungen die räumliche Verteilung und den zeitlichen Verlauf des Gehalts der Luft an mehreren Substanzen festzustellen. Bei Anwendung der in Belastungsgebieten gebräuchlichen registrierenden Meßmethoden wäre das mit untragbarem Aufwand verbunden.

2 METHODIK:

Wir haben deshalb die Möglichkeit getestet, eine "Billigmethode" zur Schadstoffmessung zu verwenden. Sie geht aus von dem an der Meßstelle Deuselbach des Umweltbundesamtes entwickelten SAM-Verfahren (RUMPEL). Als Sammelgerät dient eine Petrischale, die mit einem in

10%iger Kaliumkarbonatlösung getränktem Filter versehen wird. Am Meßplatz werden 4 Petrischalen mit der Öffnung nach unten in einer Höhe von etwa 1,5 m befestigt. Jede Woche werden die Proben gewechselt und auf ihren Gesamtschwefel- und Stickoxydgehalt analysiert. Nach Beseitigung einiger Mängel, haben wir die Meßvorrichtung an sechs Meßstellen im Heilklimatischen Kurort Garmisch-Partenkirchen ab Herbst 1984 eingesetzt. An einer ausgewählten Meßstelle vergleichen wir die Ergebnisse mit Daten, die das Institut für atmosphärische Umweltforschung der Fraunhofer-Gesellschaft mit fortlaufend registrierenden Verfahren ermittelt. Um das Meßverfahren auch bei stärkerer Luftverschmutzung zu prüfen, exponierten wir unsere Filter zusätzlich im Zentrum von München an einer Meßstation des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz.

3 ERGEBNISSE:

Die Auswertung der SO_2 -Belastung für den Zeitraum Okt. - Dez. 84 an den verschiedenen Meßstellen in Garmisch zeigt Abb. 1.

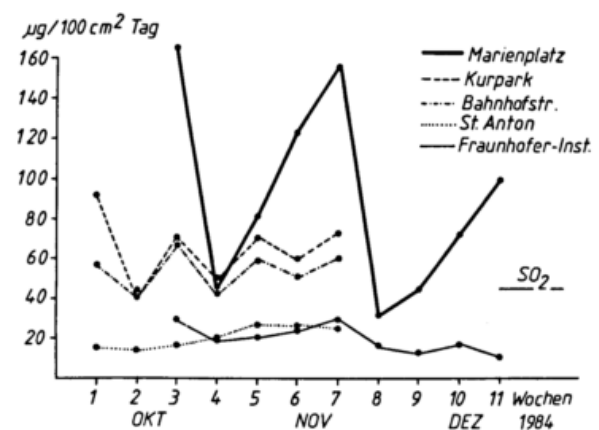


Abb. 1 SO_2 SAM-Meßwerte in Garmisch.

Wir fanden eine sehr niedrige Schadstoffbelastung an allen Meßstellen, mit Ausnahme des

Ortszentrums (Marienplatz). Die Filtermessungen in München wurden mit den Ergebnissen des Landesamtes in Bezug gesetzt. Der Vergleich mit den dort vorgenommenen Konzentrationsmessungen erbrachte eine recht brauchbare Übereinstimmung. Das SAM-Verfahren bewährt sich also auch bei höheren Belastungen.

4 DISKUSSION:

Die in Abb. 1 gezeigten Werte sind Immissionsraten, also die auf die Filterfläche durch konvektiven und diffusen Antransport auftreffende Schadstoffmenge. Nach Messungen in Deuselbach, Garmisch und München entspricht einer Immission von $100 \mu\text{g}/100 \text{cm}^2 \text{Tag}$ eine Konzentrationsmenge von etwa $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Abb. 2 zeigt den von uns ermittelten Zusammenhang.

Die Entwicklung der Methode zur Anwendungsreife sowie die Gewinnung von Vergleichsmaßstäben zur Bewertung der Ergebnisse in Kurorten erfordert noch weitere Forschungsarbeiten, mit denen wir uns in den nächsten Jahren befassen werden.

Es gibt also Wege, um eine "patientengerechte" Erfassung, Kontrolle und Bewertung der Luftreinheit an den Kurorten zu erreichen. Sie zu verfolgen erscheint dringend nötig, um zu verhindern, daß das Ansehen unserer Kurorte Schaden leidet.

LITERATUR

DEUTSCHER BÄDERVERBAND:

DEUTSCHE BUNDESREGIERUNG:

RUMPEL, K.J.:

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE:

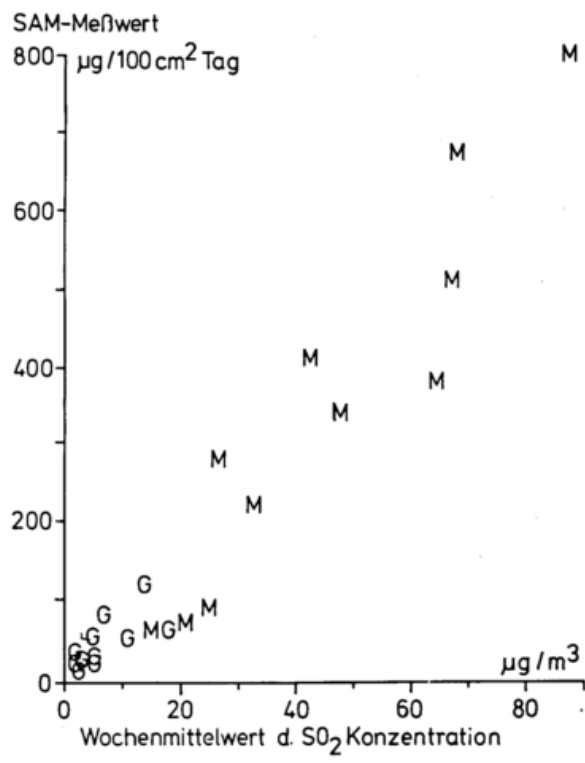


Abb. 2 Vergleich zwischen Meßergebnissen von Immissionsraten und kontinuierlichen Konzentrationsmessungen (Wochenmittel aus Halbstundenwerten) von SO₂ bzw. Gesamtschwefel in Garmisch (Fraunhofer-Institut) und München, Meßstelle Sonnenstraße des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Okt. 84 - März 85.

Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen. Bonn (1979)

Technische Anleitung Luft. Heider-Verlag, Bergisch-Gladbach (1983)

Ein Verfahren zur Feststellung flächendeckender Immissionsraten mit dem Immissionsratenmeßgerät SAM nach Rumpel. Unveröffentlichtes Manuskript.

VDI-Richtlinie 2309. Beuth-Verlag, Berlin (1983)

DIE BIOLOGISCHE WIRKSAMKEIT VON STAUBIMMISSIONEN - ERMITTELT ANHAND DES
ABSTERBEGRADES EXPONIERTER FLECHTEN

R. Rabe und E. Schultz

Rheinisch-Westfälischer TÜV e.V., Essen

Deutscher Wetterdienst, Zentrale Medizinmeteorologische Forschungsstelle Freiburg

In der Bundesrepublik Deutschland ist die Untersuchung der lufthygienischen Verhältnisse eine Voraussetzung für die Anerkennung von Kurorten. Als Meßverfahren ist dafür in den "Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen" die Staubfolienmethode vorgeschrieben. Als Bewertungsgrundlage sind Grenzwerte für die Immissionskenngröße "Staubgewicht" des Staubfolienverfahrens angegeben. Bisher liegen jedoch keine Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen dieser Kenngröße und der menschlichen Gesundheit vor. Daher ist auch über die gesundheitliche Bedeutung der Grenzwerte nichts bekannt.

Mit dem Verfahren der Flechtenexposition sind in Mitteleuropa in zahlreichen Gebieten und Städten Untersuchungen der lufthygienischen Situationen durchgeführt worden. Es ist allgemein anerkannt, daß der Absterbegrad der Flechten weitgehend unspezifisch die Gesamtheit aller am Standort einwirkenden Immissionskomponenten widerspiegelt. Ebenfalls unspezifisch wird die menschliche Gesundheit durch den Komplex der Mischimmissionen belastet. Über die Beziehung zwischen Flechtenschädigung und Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit liegen erste Ergebnisse bereits vor. Jüngste Untersuchungsergebnisse am Institut für Hygiene der Universität Saarbrücken ergaben eine gute Übereinstimmung des Flechtenabsterbegrades mit der jeweils untersuchten Morbidität bzw. Mortalität. Ähnliche Ergebnisse brachten epi-

demologische Untersuchungen des Medizinischen Institutes für Umwelthygiene der Universität Düsseldorf im Rahmen der Luftreinhaltepläne des Landes NRW:

Im Laufe des Jahres 1983 wurde eine orientierende Voruntersuchung abgeschlossen, die eine erste Überprüfung der biologischen Relevanz der verschiedenen bei der Staubfolienmessung erfaßten Meßgrößen zum Ziel hatte. Dazu wurden die Mittelwerte der Staubniederschlagskenngrößen "Staubgewicht", "Staubbelegung" und "Rußbelegung" einjähriger Meßreihen an sieben Meßstellen im Stadtgebiet von Aachen und Freiburg mit der Absterberate von Flechtenproben korreliert, die im gleichen Zeitraum und am gleichen Standort exponiert worden waren. Es zeigte sich, daß nur die Rußbelegung eine sinnvolle Beziehung in der Weise ergab, daß der Absterbegrad der Flechten einen hochsignifikanten Zusammenhang mit dieser Größe ergab ($R_{\text{korr}}=0.76$). Für die Meßgröße "Staubgewicht", die den Grenzwerten der Begriffsbestimmungen zugrunde liegt, wurde dagegen unerwartet eine negative Korrelation ($R_{\text{korr}}=-.49$) ermittelt, d.h. das Staubgewicht zeigt keinen lufthygienisch sinnvollen Zusammenhang mit dem Absterbegrad der Flechten.

Aus diesen Befunden kann abgeleitet werden, daß die lufthygienische Bedeutung der Grenzwerte in den Begriffsbestimmungen fraglich ist. Andererseits

scheint die Verwendung der Anzahldepositionsrate für partikelförmige Verbrennungsrückstände die Möglichkeit zu bieten, mit dem Haftfolienverfahren in jetzt vorliegender Form lufthygienisch relevante Aussagen über einen Kurort zu machen. Eine umfangreichere Untersuchung, die noch in diesem Jahr beginnt, soll diese vorläufigen Ergebnisse verifizieren und die Grundlage für die Entwicklung wirkungsbezogener Partikelgrenzwerte liefern.

EINE EINFACHE, WENIG AUFWENDIGE METHODE ZUR HALBQUANTITATIVEN BESTIMMUNG VON STAUB IN DER LUFT

Gundo Boehm, Basel

Allergische Affektionen der Atemwege werden, wie ja bekannt, durch belebte Schwebeteilchen - Pollen, Pilzsporen und seltener Algen - ausgelöst. Stickoxide und SO_2 , aber auch unbelebte Partikeln, wie Staub, Russ und Emissionen aus Industriekaminen dürften hier oft eine 'unterstützende' Rolle spielen. Das wird wohl auch für mancherlei andere nicht-allergische Erkrankungen der unteren Luftwege gelten. Staub aller Art kann auch für das pflanzliche Leben sehr belastend sein.

Mit mancherlei Methoden wird deshalb schon lange die Staubbelastung der Luft z.B. in Kurorten, in Ballungsgebieten usw. untersucht. Das geschieht bekanntlich mit besonderen Sammelapparaturen, bei denen mit einfacher Sedimentation auf präparierten Flächen oder mit Ansaugen und Aufprallen der Luft auf Haftsichten gearbeitet wird. Alle diese einem speziellen Zweck dienenden Einrichtungen müssen natürlich ständig gewartet werden.

In dieser Mitteilung soll auf ein Verfahren zur laufenden Staubbestimmung in der Luft - das sich bereits an einigen Stellen bewährt hat - aufmerksam gemacht werden. Bei diesem müssen besondere Sammelapparaturen nicht eingesetzt werden. Die Staubbelastung zeigt sich vielmehr als ein 'Nebenprodukt' bei Untersuchungen mit anderer Zielrichtung. Gemeint ist hier die 'Burkard-Apparatur' zum Auf-

fangen von Pollen, Pilzsporen und Algen in der Luft. Mit dieser Einrichtung werden auch nebenbei Stäube aller Art, Russ, emittierte Partikeln aus Industriekaminen und auch Saharastaub festgehalten. (BOEHM und LEUSCHNER (1974, 1979); (LEUSCHNER und BOEHM (1981))

Burkard-Apparatur

Diese Einrichtung - meist Burkard-Pollen- und Sporenfalle genannt - (Abb. 1) (Herst.: BURKARD Manufacturing Co. Ltd. Rickmansworth, Hertfordshire WD3 1Pj (England)) arbeitet wie folgt:

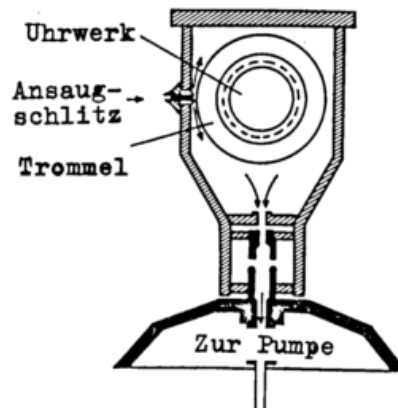


Abb. 1 Schnitt durch eine Burkard-Pollen- und Sporenfalle (nach Stix (1971); verändert) (Entnommen aus: G. Boehm und Ruth M. Leuschner: *Experientia* 35 (1979) S. 1415 - 1416, dort S. 1415)

schraffiert: beweglicher Teil
schwarz: feststehender Teil

In einem verschlossenen, auf einem Kugellager drehbaren Gehäuse befindet sich eine mit einem Uhrwerk langsam

bewegte Trommel (Durchmesser etwa 11 cm). Ein Umlauf der Trommel benötigt eine Woche. Um diese Trommel wird ein durchsichtiger, mit Vaseline bestrichener Kunststoffstreifen aus Melinex^(R) (Herst.: ICI) gelegt. Gegen diesen prallt die mit einer ständig laufenden Pumpe durch einen Schlitz von 14 mm Länge und 1,7 mm Breite angesaugte Luft. Gefördert werden 10 l/Min.; das wird mit einem Rotameter kontrolliert. Mit einem Flügel wird der Ansaugschlitz immer gegen die Windrichtung gedreht. Auf der Haftfolie, die in einer Stunde um 2 mm am Ansaugschlitz vorbeigezogen wird, werden dann die belebten Schwebeteilchen aus der Luft: Pollen, Pilzsporen und Algen und die unbelebten Partikel: Stäube aller Art, festgehalten.

Nach 7 Tagen wird die Haftfolie von der Trommel abgenommen und in 'Tagespräparate' von je 48 mm Länge zerlegt. Diese Teilstücke deckt man dann auf einem gewöhnlichen Objektträger mit Gelvatol^(R) (Herst.: Shawinigan Chemicals) - einem Polyvinylalkohol - ein. Nach dem Erstarren wird dann das Präparat entsprechend dem eigentlichen Untersuchungszweck lichtmikroskopisch bei ca. 600-facher Vergrößerung auf Pollen, Pilzsporen und Algen qualitativ und quantitativ untersucht. (LEUSCHNER, R.M., 1974)

Burkard-Apparate zur Staubbestimmung

Burkard- Pollen- und Sporenfallen stehen heute für Luftpollenbestimmungen an vielen Orten in Europa. Ein Messstellennetz mit 16 Stationen in der Bundesrepublik Deutschland (unter dem Umweltbundesamt in Berlin) wurde leider zum grössten Teil aufgegeben. Ein Neuaufbau dieses Netzes unter der Leitung der Stiftung Polleninfor-

mationsdienst (Köln) ist jetzt im Gang. Ziel ist ein Messstellennetz über die ganze Bundesrepublik, einschliesslich West-Berlin, um auf breiter Basis über das Pollenvorkommen zu informieren. Ein Messstellennetz mit 8 Stationen gibt es jetzt in der Schweiz unter der Leitung von Dr. Ruth M. Leuschner (Basel). Weiterhin werden in Oesterreich 11 und in Belgien 7 Beobachtungsstellen mit Burkard-Apparaturen betrieben. Auch in Italien, Frankreich, Holland, England, Dänemark, Norwegen, Schweden und Finnland sind Burkard-Pollen- und Sporenfallen installiert. Das ist gesamt- haft gesehen schon ein beachtliches Beobachtungsnetz. Das rechtfertigt jetzt die erhaltenen Präparate auch systematisch auf Stäube aller Art zu untersuchen.

Auswertung der Tagespräparate mit Staubniederschlägen

Schon mit unbewaffnetem Auge kann man an manchen Tagen, z.B. bei den Präparaten von Basel dunkle, mehr oder minder breite 'Streifen' bemerken, die gelegentlich auffallend dicht sind. (Die Präparate vom gleichen Tag aus Davos-Wolfgang können dann trotz ständig laufender Heizungen weitgehend klar sein.) Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass diese 'Streifen' aus Staub, Russ und ev. anderen Partikeln (z.B. aus Industriekaminen) bestehen. Bei bestimmten Wetterlagen ist auch mit (oft rötlichem) Saharastaub zu rechnen.

Die Tagespräparate 'beginnen' einheitlich um 9 00 a.m. und 'endigen' am folgenden Tag um 9 00 a.m. Man kann also, da 2 mm auf der Haftfolie einer Stunde entsprechen leicht feststellen, wann und wie lange sich die 'verschattenden' Partikel in der Luft befunden

haben.

Es war seinerzeit überlegt worden, ob man nicht wenigstens halbquantitativ densitometrisch die dunklen 'Streifen' untersuchen könnte. Das ist heute ohne weiteren apparativen Aufwand leicht möglich, da sich in jeder modernen Klinik ein Auswertgerät für Pherogramme der Blut-Eiweisskörper befindet. Die Elektrophorese von Seren wird auf den üblichen Objektträgern für die Mikroskopie vorgenommen. Die Tagespräparate aus der Burkard-Apparatur werden, wie erwähnt, ebenfalls auf Objektträgern eingedeckt. Diese können somit sehr einfach mit den vollautomatisch arbeitenden Auswertern für Pherogramme untersucht werden. Die in wählbarem Massstab erhaltenen Kurven zeigen wann die Staubbelastung aufgetreten ist und wie lange sie gedauert hat. Ein Bei-

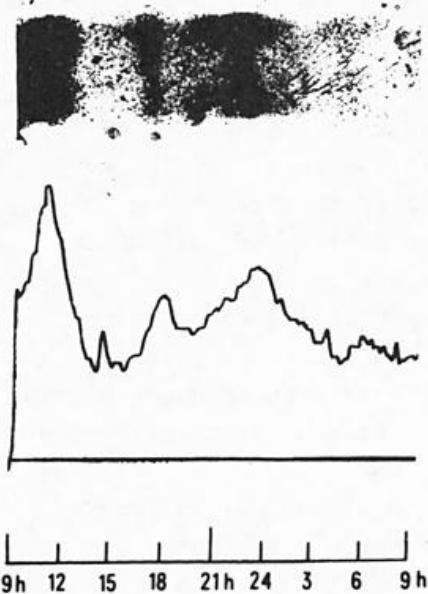


Abb. 2 Tagespräparat aus Basel vom 19.-20. März 1980 bei starker Belastung der Luft mit Russ und Staub. Darunter die dazugehörige Densitometer-Kurve und die Tageszeiten. (Entnommen aus: R.M. Leuschner und G. Boehm: Grana 20 (1981) S. 161-167, dort S. 166

spiel zeigt die Abb. 2. Das Präparat stammt aus Basel von einem Tag mit starker Belastung der Luft mit Russ und Staub. Die Kurve wurde mit einem etwas älteren Pherogramm-Auswerter (Eppendorf, Hamburg) - mit eingeschaltetem Grün-Filter (596nm) - mit einem 'W+Welectronic recorder' (eingestellt auf 0,5 lg) erhalten.

Wenn ein Windschreiber in der Nähe der Burkard-Apparatur steht, dann könnte gelegentlich festgestellt werden, aus welcher Richtung der Staub usw. herangezogen wurde. Bei den dunklen 'Streifen' könnten sich vielleicht Pollen 'verstärkend' geltend machen. Das dürfte aber nur dann der Fall sein, wenn sie im Uebermass - mikroskopisch erkennbar - vorhanden sind. Die 'Staubpräparate' sind archivierbar. Noch nach Jahren könnten sie für vergleichende Untersuchungen verschiedener Art herangezogen werden.

LITERATUR

- BOEHM, G.; LEUSCHNER, R.M.:
Registrierung von Saharastaubfällen mit Hilfe einer Burkard-Pollen- und Sporenfalle. *Experientia* 30 (1974) 574 - 576
- BOEHM, G.; LEUSCHNER, R.M.:
A simple procedure for the photometric evaluation of incidental findings on the recording strips of the Burkard pollen- and spore trap. *Experientia* 35 (1979) 1415-1416
- LEUSCHNER, R.M.:
Luftpollenbestimmung in Basel während der Jahre 1969 und 1970. (Mit Uebersicht über die Methoden und Ergebnisse von Luftpollenuntersuchungen.) *Verh. Naturf. Ges. Basel* 84 (1974) 521-625
- LEUSCHNER, R.M.; BOEHM, G.:
Pollen and inorganic particles in the air of climatically very different places in Switzerland. *Grana* 20 (1981) 161 - 167

Adresse des Autors:
Prof. Dr. med. G. Boehm
Herrengartenweg 51
CH-4054 Basel / Schweiz

PROBLEME DER STADTPLANUNG

Bob Frommes, Luxemburg

1 EINLEITUNG

1.1 Gewünscht wird ein Grundsatzreferat, in dem die Problematik dem Nichtplaner deutlich werden soll im Hinblick auf neue Zielrichtungen in der Forschung. Schnittstellen von Planung und Meteorologie sollen zwar nachgewiesen, letztere aber soll nicht behandelt werden.

1.2 Diese Aufgabe ist nicht leicht. Architekt und Planer sind allgemein mit der Klimatologie zu wenig vertraut um in allen Fällen zu begreifen, was die Informationen der Meteorologie für sie bedeuten können. Seit 27 Jahren bemüht sich der Ständige Ausschuss Stadt- und Bauklimatologie (IFHP) die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Meteorologen, Klimatologen, Architekten und Planern zu aktivieren. Dies war besonders schwer weil die zusammenarbeitenden Disziplinen zu wenig von den gegenseitigen Problemen wissen. Ausserdem war der Nutzen beschränkt auf die wenigen, die regelmässig an den Aussprachen und Arbeiten teilnahmen. Die grosse Masse der Planer und Architekten wurde nicht erreicht von diesen Belehrungen, ebensowenig wie von den so ausgezeichneten Arbeiten eines Chandler, Givoni, Olgyay und anderer auf diesem Gebiet, oder von den zahlreichen Arbeiten und Veröffentlichungen von CIB oder WMO.

Immer wieder ist die Verbreitung des erarbeiteten Wissens auf grösste Widerstände gestossen.

2 GRENZEN DER METEOROLOGIE FÜR DIE PLANUNG

2.1 Die Meteorologie beobachtet seit langen Jahren das Wettergeschehen und seine Abläufe und Zusammenhänge. In wahrer Benediktinerarbeit hat sie uns die klimatischen Gegebenheiten des Ortes, der Region, der Erdteile über Jahrzehnte aufgezeichnet und statistisch ausgewertet.

2.2 Der Wert dieser Informationen für die Planung ist doppelt begrenzt: Es bleibt zu untersuchen, ob einerseits die statistisch ausgewerteten Daten wirklich alle Elemente beinhalten, die für Planer und Architekt bei ihrer Arbeit wichtig sind, und ob andererseits diese Informationen entscheidungsgerecht für den Planer aufbereitet sind.

2.3 Diese beiden Fragen scheinen nicht restlos geklärt. Es ist hier nicht der Ort dies zu untersuchen. Es sollte dies vielmehr in weiteren, eingehenden Gesprächen zwischen Meteorologen, Klimatologen und mit der Materie vertrauten Planern und Architekten geschehen. Dabei kann die

bereits geleistete Arbeit gute Hilfe leisten.

2.4 Vor allem aber müssten Architekten und Planer sich der Bedeutung der Stadt- und Bauklimatologie bewusst sein und das einschlägige Wissen voll beherrschen. Denn erst die Klimatologie erlaubt die Auswertung und Nutzung der meteorologischen Information zum Besten der Planung.

3. ZIELE UND ZWECK DER STADT- UND BAUKLIMATOLOGIE

3.1 Sie sind schnell aufgezählt: Das Verständnis dieser Wissenschaft soll den Planer befähigen:

- dem Bewohner einen angemessenen Schutz vor der Witterung zu bieten, was wohl noch das leichteste wäre;
- das nicht immer menschenfreundliche Aussenklima nicht durch unangemessene Planung weiter zu verschlechtern;
- dieses Aussenklima sozusagen durch sorgfältig gewählte Transformatoren, die da sind Gebäude und Stadt, in ein den Bedürfnissen des menschlichen Organismus möglichst vorteilhaftes Mikroklima umzuwandeln oder dieses zum mindesten so zu gestalten dass die Unzuträglichkeiten so weit wie möglich eingeschränkt werden.

3.2

Fehler auf dem Gebiet mangelnder Klimaanpassung von Gebäude und Stadt bezahlen wir nicht nur mit Schäden an der Gesundheit. Auch die Bausubstanz selbst muss erhalten. In Deutschland, einem Land mit relativ guter Bautechnik gehen die Bauschäden jährlich in die Milliarden. Gewiss sind sie zu einem Teil zurückzuführen auf Nichtbeachtung der Bauphysikalischen Regeln, ebensogewiss aber auch

auf Nichtbeachtung meteorologisch-klimatologischer Fakten oder auf Unkenntnis ihrer Auswirkungen.

3.3 Je grösser unsere Gebäude und Städte, desto grösser die Gefahr verhängnisvoller klimatologischer Irrtümer. Die Ereignisse bestätigen dies vollauf. Klimaverschlechterungen und andere grossen Schäden nehmen am laufenden Band zu.

3.4 Wie jede andere Wissenschaft auch kann Stadt- und Bauklimatologie nur Früchte tragen, wenn sie von jenen beherrscht wird, die die Verantwortung für unsere Bauwerke und Städte tragen, von Architekten und Planern. Das ist Gott sei's geklagt selten genug der Fall.

3.5 Trotzdem aber sollen Architekt und Planer keineswegs zu perfekten Klimatologen herangebildet werden. Das würde weit übers Ziel hinauschiessen. Ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet aber müssen erlauben, alle Wechselwirkungen zwischen Klima, Gebäude und Stadt zu kennen, das schlimmste abwehren zu können und zu wissen wann der qualifizierte Klimatologe in die Planung eingeschaltet werden muss.

3.6 Gewiss gibt es heute bereits Städte rund um die Welt in deren Planungsbüros der Klimatologe ständiger Mitarbeiter ist. Ihre Zahl aber ist viel zu klein. Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer.

4 WAS ERWARTEN ARCHITEKT UND PLANER VON DER METEOROLOGIE?

4.1 Die Rede kann hier wohlverstanden

nur von jenen Architekten und Planern gehen, die das erforderliche Verständnis für Klimatologie besitzen. Für sie kann es nicht genügen dass die meteorologischen Messergebnisse einzeln vorgelegt werden.

4.2 Es bedarf deren sinngemässer Auswertung: Tagesmittel und Bandbreiten, Häufigkeit und Amplitüden, und das über repräsentative Zeiträume: 5, 10, 20, 30, 100 Jahre. Auch Ausnahmen können von grosser Bedeutung sein.

4.3 Es braucht daneben, und sogar vor allem, die Gegenüberstellung und Bündelung von Informationen über unterschiedliche Elemente deren Paarung für Stadt und Gebäude von Wichtigkeit sein könnte: Wind und Regen, Wind und Temperatur, Temperatur und Luftfeuchte und andere mehr. Es braucht sie ebenso für unterschiedliche Höhenlagen.

4.4 Da das Klima von Ort zu Ort, oft orographisch bedingt, selbst auf kurze Distanzen grosse Schwankungen aufweisen kann, muss das Netzwerk der Informationen engmaschig sein.

4.5 Daher die Forderung des Ständigen Ausschusses Stadt- und Bauklimatologie, diese Informationen in Form von regionalen oder gar örtlichen Klimadatenbüchern niederzulegen. In der Veröffentlichung "Anforderungen an Klimadatenbücher" (1979) heisst es unter anderem: 'Die Klima-Informationen müssen den beteiligten Planern und Architekten in mundgerechter und entscheidungsgerechter Form vorgelegt werden.' Ja, die Aufbereitung sollte sogar nach Möglichkeit in leicht ver-

ständlicher graphischer Darstellung erfolgen.

5 WÜNSCHE FÜR DIE ZUKUNFT

5.1 Sie ergeben sich aus dem vorstehend gesagten. Zuerst scheint es notwendig, die bereits genannten Grundregeln der Stadt- und Bauklimatologie noch einmal sorgfältig zu prüfen, zu überarbeiten und zu vertiefen, weitere Zusammenhänge zu ermitteln, die notwendigen Informationen besser und genauer zu definieren, ihre paar- oder gruppenweise Zusammenfassung erneut zu überprüfen und zu versuchen zu klären, international akzeptierten graphischen Darstellungen zu gelangen, dies alles wohlverstanden in enger interdisziplinärer Zusammenarbeit von Meteorologen, Klimatologen, Bauphysikern, Physiologen, Biologen und erfahrenen Architekten und Planern.

5.2 Und dann sollten endlich die so dringend benötigten Klimadatenbücher gebietsweise erarbeitet und veröffentlicht werden.

5.3 Auf dem Gebiet des Elektroklimas müssten unbedingt die von den "Baubiologen" aufgestellten Behauptungen wissenschaftlich überprüft werden. Egal ob dabei die angeblich gesundheitsschädigende Strahlenwirkung von Erde, Wasseradern und Baustoffen nachgewiesen oder als Humbug entlarvt werden. Publikum und Fachwelt würden dadurch von einem Trauma erlöst.

5.4 Nicht zuletzt wäre es angebracht, ja notwendig, sowohl für

den berufstätigen Architekten und Planer wie auch für das Studium von Architektur und Stadtplanung ein gutes, gedrängtes Abstrakt über Stadt- und Bauklimatologie herauszugeben, in dem den Angesprochenen kurz und verständlich klar gemacht wird wozu eine jede der Informationen gebraucht wird, was er in der Praxis

tun kann und soll und was nicht, und wann er auf die Mitarbeit des qualifizierten Klimatologen angewiesen ist.

5.5 Last not least: Klimatologie muss Pflichtfach werden in der Lehre der Architektur und des Städtebaues. Hans kann nicht wissen was Hän's'chen nicht gelernt hat.

LITERATUR-VERZEICHNIS

- CHANDLER, T.J.
The man-modified Climate of Towns (1978) in: The Built Environment
- DABAT, R. e.a.
Architecture et Climat (1977)
Paris: Editions du Moniteur
(franz. Übersetzung von Givoni:)
- GIVONI, B.
Man, Architecture and Climate (1976)
London: Applied Science Publishers
- LANDSBERG, H.E.
The Climate of Town (1956)
In: Man's Role in Changing the Face of the Earth
University of Chicago Press
- OLGYAY, V
Design with Climate (1963)
Princeton University Press
- PENWARDEN & WISE
Wind Environment around Buildings (1975) London: B.R.E. HMSO
- SEALEY, A.F.
Introduction to Building Climatology (1977) London: Commonwealth Assoc. of Architects

Helmut Mayer

Lehrstuhl für Bioklimatologie und Angewandte Meteorologie der Universität München

1 EINLEITUNG

Zahlreiche Untersuchungen zum Stadtklima, d.h. zum Freilandklima in der Stadt, sind Auftragsarbeiten. Damit stellen sie eine anwendungsorientierte Forschung dar, die eigentlich primär auf die Menschen in der Stadt bezogen sein sollte. Gemessen an der immens großen Zahl von Arbeiten zum Stadtklima erfolgte dagegen bisher nur selten eine humanbiometeorologische Bewertung des Stadtklimas in für die Menschen physiologisch relevanter Weise. Ausschlaggebend dafür ist im wesentlichen die damit verbundene Problematik, die im folgenden kurz angedeutet wird.

2 PROBLEMBEREICHE

2.1 Physiologisch relevante Bewertungskriterien

Zunächst ist es hier sinnvoll, das Stadtklima in seine lufthygienische und seine thermische Komponente aufzuteilen. Unter der lufthygienischen Komponente sind die chemisch und physikalisch bedingten Qualitäten der Stadtluft zusammengefaßt. Die thermische Komponente des Stadtklimas beinhaltet die gesamte Energetik der Stadtluft.

Über die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Luftschadstoffkomponenten in der Stadt und dadurch bei den Menschen ausgelösten Beschwerden, wie z.B. Erkrankungen der Atemwege, existieren zwar generelle Erkenntnisse; sie wurden aber bisher kaum innerstädtisch differenziert dargestellt. Zu erwähnen ist hier, daß es bei der lufthygienischen Komponente des Stadtklimas biometeorologische Bewertungskriterien in Form von harten Zahlen in Vorschriften, wie z.B. der TA Luft oder der VDI-Richtlinie 2310, gibt. Die Frage, inwieweit die damit angesprochenen Grenzwerte für die Menschen physiologisch relevant sind, soll hier zwar aufgeworfen, aber nicht

näher diskutiert werden.

Die humanbiometeorologische Bewertung der thermischen Komponente des Stadtklimas wurde in gewissem Umfang auch schon früher durchgeführt. Dabei bildeten aber meistens mehr oder weniger komplexe Summengrößen bzw. darauf basierende Schwellenwerte die Beurteilungsmaßstäbe. Fast immer wiesen sie jedoch eine mangelhafte thermophysiologische Relevanz auf. Ab etwa den 70-er Jahren dieses Jahrhunderts wurde dieses Manko dadurch beseitigt, daß man als Basis für diese Bewertung die Energiebilanz des Menschen verwendete. Aufgrund der Modellentwicklungen waren zunächst nur Aussagen über das thermische Empfinden eines Kollektivs von Menschen möglich. Später konnten durch die Berücksichtigung von personenspezifischen, physiologischen Zusammenhängen in einzelnen Ansätzen für die Terme der menschlichen Energiebilanz sogar Angaben für Individuen getroffen werden (HÖPPE 1984). Wurden bisher immer stationäre Verhältnisse zugrundegelegt, so ist diese realitätsfremde Randbedingung in einer neuesten Modellentwicklung von HÖPPE (siehe BAUMGARTNER et al. 1985) aufgehoben, weil sie auch für instationäre Verhältnisse gilt, wenn also z.B. ein Mensch aus einem abgeschatteten in einen besonnten Straßenabschnitt geht.

2.2 Zielgruppe der Bewertung

Bisher gibt es von Seiten der Planer keine konkreten Vorstellungen, welche Zielgruppe bei der humanbiometeorologischen Bewertung des Stadtklimas anzusprechen ist, d.h. ein Kollektiv von Menschen, ausgewählte Individuen oder "mittlere Menschen" für bestimmte Personengruppen. Aus der Sicht der Biometeorologie wird man sicherlich die Bewertung im Hinblick auf ein Kollektiv von Menschen als am unpassendsten ansehen müssen,

weil damit die möglichen, detaillierten physiologischen Aussagen wieder zu sehr nivelliert werden.

2.3 Bewertungsobjekt

Je nach der Problemstellung muß zwischen der humanbiometeorologischen Bewertung von Stadtelementen, Baukörperstrukturen oder sogar ganzen Stadtteilen unterschieden werden. Die Bewertung von ganzen Städten dürfte dagegen in der angewandten Stadtklimatologie nur dann von Interesse, wenn zumindest eine grobe innerstädtische Differenzierung möglich ist.

Bei der Bewertung der lufthygienischen und thermischen Komponente des Stadtklimas gibt es zwei räumliche Bereiche. Für die thermische Komponente ist es fast notwendig, die Bewertung auf der Basis von kleinen Stadtelementen durchzuführen, weil sich eine dafür sehr maßgebende meteorologische Größe, das räumliche Strahlungsfeld, sogar schon sehr beträchtlich zwischen solchen kleinen Einheiten ändern kann. Bei der lufthygienischen Komponente ist es vertretbar, sie auf der Grundlage von Baukörperstrukturen durchzuführen, weil hier die große räumliche Variabilität wie beim Strahlungsfeld nicht gegeben ist.

2.4 Zweck der Bewertung

Hier existieren prinzipiell zwei Möglichkeiten. Entweder bezieht man sich auf bereits vorhandene Stadtstrukturen oder man versucht, städtebauliche Planungen aufgrund von Modellrechnungen so zu beeinflussen, daß größtmögliche humanbiometeorologische Komfortbedingungen erreicht werden. Dabei gibt es aber auch Zielkonflikte, was am Beispiel der urbanen Wärmeinsel in der Literatur erläutert ist.

2.5 Praxisbezogene Ergebnisdarstellung

Wenn die humanbiometeorologische Bewertung des Stadtklimas für den Planer eine Entscheidungshilfe darstellen soll, dann müssen die Ergebnisse in anwendungsorientierter Form gezeigt werden. Obwohl die Präsentation in Form von Karten relativ grob und wegen der Bewertung der

thermischen Komponente des Stadtklimas problematisch ist, ermöglicht sie doch relativ rasch einen ersten Überblick. Daneben ist aber die Ergebnisdarstellung für einzelne Stadtelemente bzw. Baukörperstrukturen in Graphiken und/oder Tabellen unerläßlich. Die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Praxis hängt auch davon ab, inwieweit es gelingt, die Aussagen aus den Bewertungen der lufthygienischen und thermischen Komponente zu koppeln.

2.6 Geeignete meteorologische Daten

Meteorologische Daten, die für die humanbiometeorologische Bewertung des Stadtklimas verwendet werden können, müssen aus einer für den Menschen relevanten Höhe stammen. Häufig wird dafür die Höhe des Körperschwerpunktes gewählt, der im Mittel 1,1 m über der Bodenoberfläche liegt. Meteorologische Daten aus Routinemessungen (z.B. Lufttemperatur aus 2 m Höhe über Grund) sind dafür also ungeeignet. Zusätzlich fehlen bei den Routinemessungen auch Angaben über das räumliche Strahlungsfeld, das unter humanbiometeorologischen Aspekten sehr bedeutend ist. Es besteht also ein Mangel an speziellen meteorologischen Datensätzen zur humanbiometeorologischen Bewertung des Stadtklimas. Die Extrapolation über Daten aus den herkömmlichen Meßhöhen bei den Routinemessungen ist innerhalb einer aerodynamisch so rauhen Struktur wie der Stadt noch nicht zufriedenstellend durchführbar.

3 SCHLUSSBEMERKUNG

Die vorangehenden Ausführungen haben gezeigt, daß die integrale humanbiometeorologische Bewertung des Stadtklimas einen offenen Forschungsbereich innerhalb der anwendungsorientierten Stadtklimatologie darstellt. Mehr quantitative Aussagen dazu bewirken sicher eine größere Bedeutung des Faktors "Klima" bei Planungsmaßnahmen.

LITERATURVERZEICHNIS

- BAUMGARTNER, A.; MAYER, H.; BRÜNDL, W.; HÖPPE, P.:
Jahresbericht 1984 zu STADTKLIMA BAYERN (1985)
HÖPPE, P.: Die Energiebilanz des Menschen. Wiss.
Mitt. Meteor. Inst. Univ. München Nr. 49 (1984)

NUMERISCHE SIMULATION DER METEOROLOGISCHEN BEDINGUNGEN DER WÄRMEABGABE DES MENSCHEN IN STRASSENSCHLUCHTEN

U.Sievers* und G. Jendritzky**

*Inst. f. Meteorologie, Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz

**Deutscher Wetterdienst, Zentrale Medizinmeteorologische Forschungsstelle,
Freiburg

1 EINLEITUNG

Das Klima und die Luft zählen neben anderen zu den natürlichen Lebensgrundlagen, deren Erhaltung und Sicherung bei der Stadtplanung zu berücksichtigen sind, um eine menschenwürdige Umwelt zu gewährleisten. Dabei ist Klima ein abstrakter Begriff und auch die Statistik der meteorologischen Felder und Prozesse liefert a priori nur wertfreie, aber noch keine planungsrelevanten Informationen. Die Biometeorologie des Menschen versucht nun biologisch relevante Analyse- und Bewertungsverfahren zu entwickeln, um eine klimagerechte Vorsorgeplanung zu ermöglichen. Im Bereich der Stadtplanung, in dem die der Mikro-Skala immanente, ausgeprägte, räumliche und zeitliche Variabilität der atmosphärischen Bedingungen zu beachten ist, interessieren besonders die Einflüsse der Art der Bebauung auf die Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen in den unteren 1-2 m einer Straße, eines Parks, eines Innenhofs etc., der sog. "Canopy-Layer", dem Lebensraum des Menschen.

Messungen der meteorologischen Felder in der Canopy-Layer sind sehr aufwendig, werden meist nur stichprobenartig durchgeführt und eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Standorte ist zumindest problematisch. Daher sollten stärker als bisher die Möglichkeiten der numerischen Modellierung der meteorologischen Felder in der Canopy-Layer genutzt werden, um den Einfluß derjenigen städtebaulichen Variablen zu un-

tersuchen, die von der Planungsseite her veränderlich sind.

2 DIE MODELLE

2.1 DAS KLIMA-MICHEL-MODELL

Zu einer physiologisch relevanten Beschreibung der komplexen Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen wurde von JENDRITZKY et al. (1979) das "Klima-Michel-Modell" (KMM) entwickelt. Es verknüpft über den 1. Hauptsatz der Thermodynamik die meteorologischen Variablen Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und kurz- und langwellige Strahlungsflüsse unter Berücksichtigung der Wärmeisolation der Bekleidung mit der von seiner Aktivität abhängenden Wärmeproduktion des Menschen. Die Parametrisierung der Strahlungsflüsse berücksichtigt auch die speziellen Bedingungen in Straßenschluchten (JENDRITZKY und NÜBLER; 1981). Mit dem Klima-Michel-Modell ist der entscheidende Schritt weg von den sog. "einfachen Komplexgrößen", mit denen früher der thermische Wirkungskomplex behandelt wurde, zur vollständigen Betrachtung des Wärmehaushaltes getan worden. Inzwischen existieren aufwendigere Modelle wie z.B. das MEMI (HÖPPE, 1984), welches die Berücksichtigung individueller Variablen wie Geschlecht, Alter, Gewicht, Größe etc. gestattet und das in einer neuesten Version auch instationäre Bedingungen erfaßt. Damit ist theoretisch zwar eine insgesamt größere Anpassung an die Realität gegeben; ob aber der höhere Aufwand für die planerische Praxis einen signifikanten

Informationsgewinn bringt, wird noch diskutiert.

Bei einer Simulation des Jahresganges des Einflusses der Siedlungsstruktur auf die Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen mit Hilfe des Klima-Michel-Modells durch JENDRITZKY (1983) wurde festgestellt, daß im Winterhalbjahr die thermischen Verhältnisse in Straßenschluchten im Vergleich zum Freiland immer günstiger sind (weniger Kältestress), im Sommer die biologische Auswirkung davon abhängt, wo die Strahlungsumsetzungen stattfinden. Günstig (weniger Wärmebelastung) sind Umsetzungen im Dachniveau oder in Baumkronen, ungünstig die Einwirkung von direkter Sonnenstrahlung auf die Oberfläche des Menschen. Bei dieser Simulation wurde der Einfluß der Stadt auf die Modifikation des Temperatur- und Windfeldes formal derart vorgegeben, daß zu jedem Termin unabhängig von der Wetterlage die Temperatur gegenüber den Meßwerten im Freiland um 2 K erhöht und die Windgeschwindigkeit halbiert wurde.

2.2 DAS MUKLIMO

In einem zweiten Schritt wird nun versucht, die Krücke der formalen Vorgabe der meteorologischen Felder abzulegen. Dazu wird auf das neu entwickelte numerische Modell MUKLIMO (mikroskaliges urbanes Klima-Modell) von SIEVERS et al. (1985) zurückgegriffen. Dieses Modell gestattet es, durch geeignete Wahl der Randbedingungen, die meteorologischen Felder in Straßenschluchten, d.h. in der für den Lebensraum des Menschen relevanten bodennahen Schicht zweidimensional zu beschreiben. Gelöst wird die Navier-Stokessche Gleichung sowie Gleichungen für den Wärmehaushalt und die Feuchte. Das angekoppelte Strahlungsmodell berücksichtigt Mehrfachreflexionen zwischen den Wänden

und dem Boden der Straßenschlucht. Vorgegeben werden müssen u.a. einige Größen, die wesentliche Eigenschaften einer Stadtstruktur bestimmen, wie die geometrischen Abmessungen von Straßen und Gebäuden, Albedo, Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität der Baukörper, Vegetation und Bedeckung incl. Wassergehalt des Erdbodens etc. Da diese Parameter durch Planungsmaßnahmen beeinflusst werden können, erlaubt das Modell, die Auswirkungen geplanter städtebaulicher Aktivitäten auf die mikroskaligen meteorologischen Bedingungen abzuschätzen.

3 ERGEBNISSE

Zur Ankoppelung des Klima-Michel-Modells an das MUKLIMO wurde letzteres noch auf einen Gitterpunktabstand von 2 m modifiziert, was allerdings den Rechenaufwand stark erhöht hat. Das MUKLIMO ist bisher nur teilweise verifiziert, die berechneten Felder sehen jedoch plausibel aus, wie in Abb. 1 am Beispiel der Strömungsverhältnisse deutlich wird.

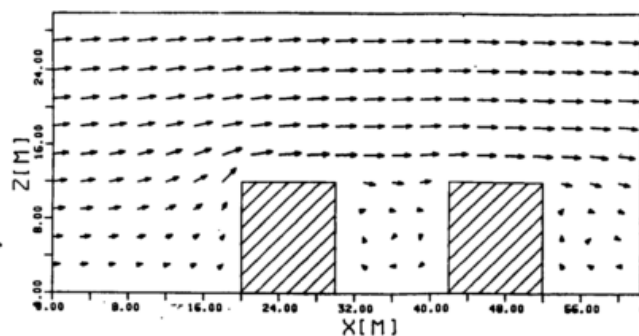


Abb. 1 Modifikation der Strömung in einer Straßenschlucht

Dies gilt insbesondere auch für die Oberflächentemperaturen (Wände, Boden), den Wind in 1 m Höhe und die Lufttemperatur dort (siehe Abb. 2), die aufgrund der turbulenten Durchmischung nur einen geringen Unterschied im Straßenquerschnitt von etwa 1 K aufweist.

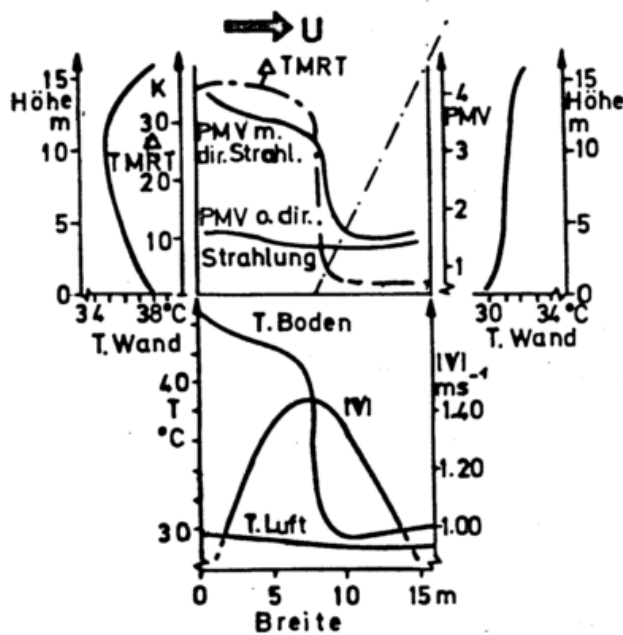


Abb. 2 Thermische Bedingungen in einer Straßenschlucht

Der Verlauf der mittleren Strahlungstemperatur im Straßenquerschnitt entspricht sehr gut dem, den JENDRITZKY und NÜBLER (1981) und KOTZ (1984) bereits beschrieben haben. Daraus ergeben sich auch die extremen Unterschiede in den Werten für die thermische Empfindung (PMV) auf der Sonnenseite der Straße, je nach Berechnung mit oder ohne Umsetzung von direkter Sonnenstrahlung (Abb. 2).

4 AUSBLICK

Die bisherigen Rechnungen zeigen die grundsätzliche Machbarkeit der numerischen Simulation im Mikroscale. Ziel des Einsatzes des sehr rechenaufwendigen Modells soll es sein, für typische meteorologische Bedingungen zwischen denjenigen errechneten meteorologischen Parametern, die die Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen bestimmen, und den planungsrelevanten Variablen Siedlungsstruktur und Materialeigenschaften über Sensitivitätsuntersuchungen stochastische Beziehungen zu finden, um z.B. für die stadtklimatologische Gut-

achtertätigkeit die notwendigen Simulationen weniger kostenintensiv durchführen zu können.

In dem Zusammenhang muß auch die Bedeutung der Vegetation in der Straßenschlucht sowohl hinsichtlich der Strahlungsumsetzungen als auch für die latenten Flüsse (Rauhigkeit, Feuchte) geprüft werden. Weiterhin ist abzuschätzen, inwieweit die mit zweidimensionalen Modellen ermittelten Aussagen auf das dreidimensionale Problem von Innenhöfen, das zunehmend von planerischem Interesse ist, übertragen werden können. Zur Verifikation und evtl. nachträglichen Verbesserung der gemachten Ansätze sind schließlich Messungen in ausgewählten Straßenschluchten und Innenhöfen notwendig.

HÖPPE, P.: Die Energiebilanz des Menschen. *Wiss. Mitt. Meteor. Inst. Univ. München* Nr. 49 (1984)

JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H.-J.: Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung ("Klima-Michel-Modell"). *Beitr. d. Akad. Raumforsch. Landesplanung* Bd 28, Hannover: H. Schroedel, 1979

JENDRITZKY, G.; NÜBLER, W.: A Model Analysing the Urban Thermal Environment in Physiologically Significant Terms. *Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B*, (1981), 29, S. 313-26

JENDRITZKY, G.: Die thermische Komponente im Bioklima einer Stadt. *Ann. d. Met. 20* (1983), Deutscher Wetterdienst, Offenbach

KOTZ, A.: Humanbiometeorologische Bewertung des thermischen Milieus innerhalb verschiedener Stadtstrukturen. *Dipl.-Arbeit Lehrstuhl f. Bioklimat. u. angew. Met. Univ. München* (1984)

SIEVERS, U.; ZDUNKOWSKI, W.G.: A Microscale Urban Climate Model (zur Veröffentlichung eingereicht)

Dieter Eberle

Fachbereich ARUBi der Universität Kaiserslautern

1 DIE ÖKOLOGISCHE ORIENTIERUNG DER REGIONAL- UND LANDESPLANUNG

Die Regional- und Landesplanung befindet sich derzeit in einem Prozeß der Umorientierung. Im Mittelpunkt stehen nicht mehr Planungsaussagen für neue Siedlungsvorhaben sondern der Freiraum rückt in das Zentrum der planerischen Aufmerksamkeit. Die Stichworte dazu sind:

- Reduktion des Flächenverbrauchs
- Sicherung von Naturraumpotentialen
- Koordination verschiedener Freiraumfunktionen.

Diese Aufgabenfelder erfordern ein neues Instrumentarium, das im folgenden Kapitel am Beispiel von Baden-Württemberg dargestellt wird. Gleichzeitig wird darauf eingegangen, in welcher Form sich klimaökologische Belange in dieses Instrumentarium einordnen lassen.

2 DIE WICHTIGSTEN PLANELEMENTE DER REGIONALPLANUNG ZUR STEUERUNG DER RÄUMLICHEN ENTWICKLUNG AM BEISPIEL VON BADEN-WÜRTTEMBERG

2.1 Freiraum- und ressourcenschützende Planelemente

2.1.1 Schutz einzelner Freiraumfunktionen

Zum Schutz einzelner Freiraumfunktionen bzw. einzelner Naturraumpotentiale stehen der Regionalplanung u.a. folgende Planelemente zur Verfügung:

- Schutzbedürftige Bereiche für Naturschutz und Landschaftspflege
- Schutzbedürftige Bereiche für die Erholung
- Bereiche zur Sicherung von Wasservorkommen
- Bereiche zur Sicherung von Rohstoffvorkommen
- usw. (INNENMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1985)

2.1.2 Multifunktionaler Schutz verschiedener, sich überlagernder Freiraumfunktionen

Um verschiedene und sich überlagernde Freiraumfunktionen (wie z.B.: ökologische Funktionen, Erholung, Landschaftsbild) schützen zu können werden ausgewiesen:

- Regionale Grünzüge
- Grünzäsuren

2.1.3 Zur Einordnung von Kaltluftströmen in das freiraumschützende Planungsinstrumentarium

Der Schutz von räumlichen Bereichen, die der Zufuhr von Kaltluft dienen (Berg- und Talwind-System), kann erfolgen durch:

- Die Ausweisung eines eigenen Planelementes "Klimaökologischer Schonbereich" (gemäß Kap. 2.1.1)
- Die Integration dieser Funktion in das System der Reg. Grünzüge (gemäß Kap. 2.1.2)

Sehr viele Argumente sprechen dafür, den letztgenannten Weg einer Integration in das System der Reg. Grünzüge zu wählen. Dies sollte vor allem auch deshalb angestrebt

werden, weil Reg. Grünzüge ein recht wirksames und effizientes Steuerungsinstrument der Regionalplanung sind (KISTENMACHER/EBERLE 1985). Erforderlich dazu sind jedoch weitere Grundlagenuntersuchungen im klimatischen Bereich, wobei Arbeiten in der Region Südlicher Oberrhein durchaus als Vorbild dienen können (REGIONALVERBAND SÖDLICHER OBERRHEIN 1983). Bei der derzeit anstehenden Fortschreibung der baden-württembergischen Regionalpläne sind die bisherigen Grenzen Reg. Grünzüge soweit es aufgrund der Berücksichtigung klimaökologischer Belange erforderlich ist und soweit neue Erkenntnisse über Wirkungszusammenhänge vorliegen, zu modifizieren.

2.2 Planelemente "Eigenentwicklung" und "Siedlungsbereich"

Diese Planelemente sind Vorgaben für den quantitativen Umfang der Siedlungstätigkeit von Gemeinden. Dabei kommt der Ausweisung von "Orten mit Eigenentwicklung" eine restriktiv steuernde Funktion zu.

Die Kriterien für die Ausweisung von Eigenentwicklungsorten müssen neben Erreichbarkeits- und Infrastrukturaspekten vor allem die restriktiven Naturraumaspekte umfassen. Eine zentrale Rolle zur integrierten Bestimmung des aus der Sicht des Freiraums überhaupt noch zur Verfügung stehenden Flächenpotentials für Siedlungszwecke in einer Gemeinde spielen dabei die sog. Baulandpotentialmodelle (KISTENMACHER, EBERLE, WEIDENFELLER 1983). In solche Modelle sind bisher klimaökologische Aspekte noch zu wenig integriert. Möglichkeiten zur Berücksichtigung dieser Aspekte im Rahmen von Baulandpotentialmodellen werden unter Bezug auf ein Modell von Werner gezeigt (WERNER 1980).

Literaturverzeichnis:

- INNENMIN. BADEN-WÜRTTEMBERG:
Anordnung über die Aufstellung von Regionalplänen, Stand 12.3.1985. Unveröff. Manuskript
Stuttgart 1985
- KISTENMACHER, H./EBERLE, D.:
1. Diskussionspapier zum Forschungsprojekt F 325 der FBW. Unveröff. Manuskript.
Kaiserslautern 1985
- KISTENMACHER, H./EBERLE, D./WEIDENFELLER, C.:
Informations- und Bewertungsinstrument zur Alternativenbewertung bei der Wohnbau- landausweisung: March-Umkircher-Modell.
Kaiserslautern 1983: Selbstverlag Universität Kaiserslautern
- REGIONALVERBAND SÖDL. OBERRHEIN:
Klima am südl. Oberrhein
Freiburg 1983: Selbstverlag des RVSO
- WERNER, G.:
Ein Modellansatz zur Bewertung der klima- ökologischen Nutzungsverträglichkeit
Dortmund 1980: Dissertation Universität Dortmund.

Die Darstellung lokalklimatischer Phänomene und daraus resultierende bioklimatische Aussagen in der Regionalplanung

Dipl.-Met. V. Vent-Schmidt

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Strasse 135
6050 Offenbach am Main

1 Einleitung

Der Stellenwert des Klimas ist in den letzten Jahren durch das zunehmende Umweltbewußtsein der Bevölkerung ständig gestiegen. Dies hat in vielen Ebenen öffentlicher Verwaltung zu einer Einbeziehung des Klimas in die Umweltplanung geführt. Insbesondere auf regionaler Ebene hat die Zahl von Auskünften, Stellungnahmen und Gutachten zur Abschätzung von Veränderungen des lokalen Klimas bei Planungsmaßnahmen zugenommen. Anhand verschiedener Gutachten, die in den letzten Jahren in Baden Württemberg erstellt wurden, sollen neuere Untersuchungsmethoden und Auswertungen im Hinblick auf bioklimatische Fragestellungen diskutiert werden.

2 Erfassung lokalklimatischer Phänomene

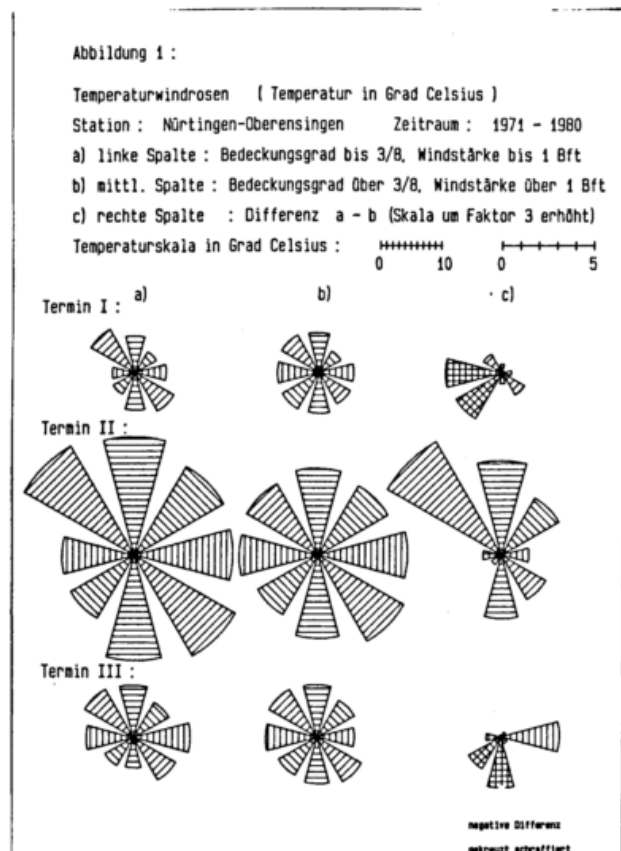
Das vorhandene Datenmaterial reicht in der Regel für kleinräumig differenzierte Aussagen nicht aus, deshalb müssen verschiedene Methoden eingesetzt werden, um eine räumliche und zeitliche Verdichtung von Informationen zu erreichen.

Als bioklimatisch besonders relevante Phänomene haben sich neben den Strahlungsverhältnissen die Bildung von Kaltluft und das Auftreten lokaler Windsysteme sowie die Entstehung von Bodeninversionen und Bodennebel herauskristallisiert. Die besondere Problematik bei der Erfassung dieser Größen besteht darin, daß sich das Lokalklima nur bei bestimmten Wetterlagen ausprägt und andererseits die betrachteten Phänomene nicht direkt meßbar sind, sondern indirekt über Temperaturmessungen oder Beobachtungen erschlossen werden müssen.

2.1 Lokale Kaltluft und Lokalwindsysteme

Die abendliche und nächtliche Abkühlung der Erdoberfläche durch Ausstrahlung erreicht auf Freiflächen bei windschwachem, wolkenarmem Wetter ein Maximum. Bei Hangneigungen von mehr als 2 Grad kann die bodennah entstehende Kaltluft dem Gefälle folgend abfließen und sammelt sich im Talgrund oder in Hohlformen. Sie erreicht im Verlauf der Nacht in großen Tälern (z.B. Neckartal) eine Mächtigkeit von 60 - 80 m ü. Grund, während in kleineren Seitentälern 20 - 40 m ü. Grund beobachtet werden (KING/1/,SCHNELLE/2/). In Muldenlagen bilden sich Kaltluftseen und an Hindernissen findet ein Stau statt. Der Nachweis dieser Kaltluftbildung und des Abflusses ist durch Rauchpatronenversuche oder Temperaturmessungen möglich (ENDLICHER/3/).

Abb. 1 zeigt, daß bereits die gezielte Auswertung von geeignet gelegenen Klimahauptstationen entsprechende Hinweise liefern können. Temperaturwindrosen von der Station Nürtingen-Oberensingen bei unterschiedlichem Bedeckungsgrad und verschiedenen Windgeschwindigkeiten belegen, daß zu bestimmten Zeiten aus einigen Richtungssektoren kühlere Luft zum Messort transportiert wird, die auf Kaltluftflüsse von benachbarten Hängen zurückgeführt werden können. Zur Verdeutlichung wurde die Differenz in der Lufttemperatur für jeden Richtungssektor getrennt berechnet und dargestellt. Negative Differenzen wurden schraffiert. Der Spalte c) ist dementsprechend zu entnehmen, daß bei Windrichtungen aus Westen und Südwesten die Temperaturen bei windschwachem, wolkenarmem Wetter niedriger liegen, als bei windigem, wolkenreichen Wetterlagen. Bereits am Abend (Klimatermin III), aber noch ausgeprägter am Morgen (Klimatermin I) werden niedrigere Temperaturen gemessen. Da die Station am Fuße eines unbebauten Nordosthanges liegt, ist der Schluß naheliegend, daß es sich hierbei um Kaltluftflüsse handelt.



In einer regionalen Studie mit umfangreichen Temporärmessungen konnte im Rhein-Main-Gebiet nachgewiesen werden, daß sich bei Hochdrucklagen mit allgemein schwachen Winden und wolkenarmem Wetter diese Kaltluftflüsse zu lokalen Windsystemen oder sogar zu einem Regionalwind vereinigen und zu einer Frischluftzufuhr in die Ballungsgebiete beitragen (BARTELS et.al. /4/). Voraussetzung hierfür ist allerdings eine stark ausgeprägte orographische Struktur, wie sie im Rhein-Main-Gebiet gegeben ist, das im Nordwesten an den Taunus grenzt, der durch mehrere parallele Täler gekennzeichnet ist, die alle in südlicher, bzw. südöstlicher Richtung verlaufen.

Ein ähnliches Winsystem ist aus dem Freiburger Raum als "Höllentäler" allgemein bekannt geworden (NÜBLER/5/).

2.2 Bodeninversionen und Bodennebel

Während im Mittel die Lufttemperatur eine Abnahme von 0.5 - 0.6 Grad Celsius pro 100m mit der Höhe aufweist, treten bei Strahlungswetterlagen in Bodennähe häufig entgegengesetzte Gradienten auf.

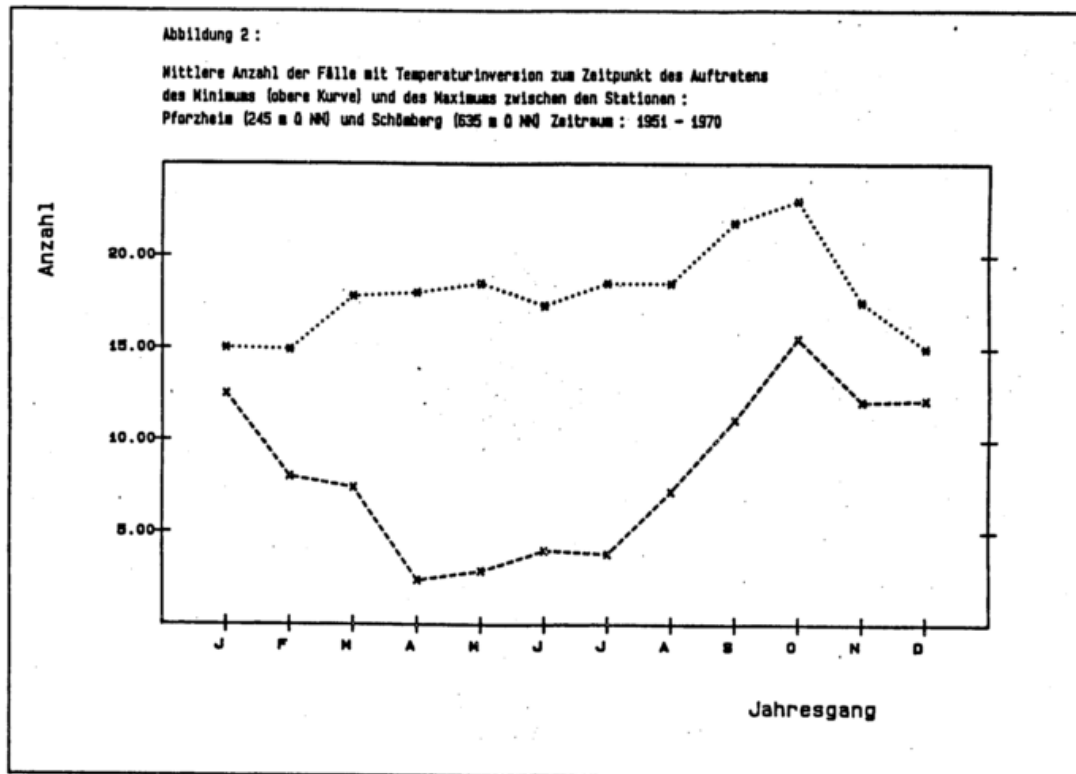
Auswertungen von Messungen an Klimahauptstationen im Nordschwarzwald, die zum großen Teil in heilklimatischen Kurorten eingerichtet sind, zeigen, daß an tiefergelegenen Stationen im Zeitraum 1951-1970 während der Nacht zum Zeitpunkt des Temperaturminimums an mehr als 200 Tagen im Jahr niedrigere Temperaturen auftreten als zu erwarten wäre.

Zum Zeitpunkt des Auftretens des Maximums sind immer noch in ca. 100 Fällen Inversionen zu verzeichnen allerdings erheblich schwächer ausgeprägt (KALB/6/).

Abb. 2 zeigt den jahreszeitlichen Verlauf des Auftretens von Minimumtemperaturinversionen zwischen den Stationen Schöenberg (635 m.ü.NN) und Pforzheim (245m.ü.NN) mit einem deutlichen Maximum im Monat Oktober von mehr als 20 Tagen im Durchschnitt.

Das Auftreten von Bodeninversionen muß daher in bestimmten Höhenbereichen wesentlich häufiger in Betracht gezogen werden, als dies anhand von allgemeinen Klimabeschreibungen zu vermuten ist. Als besonderer Indikator für Bodeninversionen kann die Bildung von Bodennebel herangezogen werden. In einer umfangreichen Studie hat SCHIRMER /7/ die Häufigkeit des Auftretens von Nebel und die Nebelstruktur bundesweit kartiert. Die kleinräumige Struktur ist jedoch erheblich differenzierter und kann oft nur durch die Befragung ortskundiger Bürger erfaßt werden (VENTSCHMIDT/8/).

Eine Überprüfung derartiger Angaben ist vor allem durch die Auswertung von Messungen an Wetterbeobachtungsstationen mit hauptamtlichem Personal und durch die Einbeziehung von hochauflösenden Satellitenaufnahmen möglich, wie WANNER /9/ für die Schweiz eindrucksvoll belegt hat. Derartige Unterlagen stehen aber im Regelfall nicht zur Verfügung und auch aus Kostengründen müssen vereinfachte Hilfsmethoden eingesetzt werden.



Im Rahmen eines Gutachtens wurden daher im Filderraum südlich von Stuttgart ortsansässige Bürger (Landwirte, Forstleute, Segelflieger) gewonnen, die über einen gewissen Zeitraum tägliche Aufzeichnungen von lokal-klimatischen Phänomenen (Wind, Frost, Nebel) gemacht haben.

Bei der Auswertung dieser engmaschigen Informationen wurden die Angaben mit der nächstgelegenen Station (Stuttgart-Flughafen) verglichen bzw. geeicht. Als Ergebnis konnten Karten der Schwachwindhäufigkeit, Nebelstruktur und Frostgefährdung im Maßstab 1 : 25 000 für die Planung angefertigt werden.

3 Interpretation der Ergebnisse

Karten, Graphiken und Tabellen zu Klimaelementen oder daraus abgeleiteter Parameter müssen für die Anwendung interpretiert werden. Aus dieser Erkenntnis heraus bemüht sich der Klimatologe, seine Ergebnisse im Hinblick auf gezielte Fragestellungen in synthetische Karten umzusetzen.

Ein Beispiel hierfür liegt in der weitverbreiteten Bioklimakarte vor (BECKER/10/), die durch die Modellrechnungen mit dem Klima-Michel-Modell (JENDRITZKY et al. /11/) inzwischen aktualisiert wurde, wobei insbesondere eine jahreszeitliche Unterteilung vorgenommen werden konnte, die es ermöglichte, einerseits die Wärmebelastung im Sommer, andererseits den Kältestress im Winter - bezogen auf den Menschen - zu beschreiben. Aufgrund der notwendigen Eingangsparameter ist jedoch nur eine kleinmaßstäbige Darstellung bis maximal 1 : 200 000 möglich, die eine konkrete Umsetzung in örtliche Planungsmaßnahmen nur in einzelnen Fällen zulässt (JENDRITZKY /12/).

Wie schwierig oft die Interpretation von lokal-klimatischen Phänomenen ist, kann am Beispiel der in Abschnitt 2.1 diskutierten Kaltluftflüsse gezeigt werden. Aus bioklimatischer Sicht trägt die Zufuhr frischer bodennaher Kaltluft in Siedlungsnähe vor allem in den Abend- und Nachtstunden im Hochsommer zu einer Abkühlung und damit zu einer Reduzierung wärmebelastender Situationen bei. Für landwirtschaftliche Nutzflächen stellt das gleiche Phänomen jedoch in den Übergangsjahreszeiten eine erheblich Gefahr dar, weil Spät- und Frühfröste in den Kaltluftammel- und Kaltluftstaugebieten häufiger auftreten. Schließlich treten in den Wintermonaten in diesen Bereichen durch die Bildung von Nebel und Glatteis Verkehrsgefährdungen aber auch gesundheitsgefährdende Situationen auf, weil bei geringen Windgeschwindigkeiten und dem damit verbundenen verminderten Austausch eine Ansammlung von Luftbeimengungen beobachtet wird. Diese lufthygienischen Belastungen treten also unter Umständen in den gleichen Räumen auf, in denen im Sommer positive Wirkungen auf den Menschen zu beobachten sind.

Eine ausgleichende Funktion kommt in diesem Zusammenhang Waldflächen zu, die allgemein eine dämpfende Wirkung auf das Bioklima ausüben (SWANTES/13/). Bei Planungsmaßnahmen im lokalen und regionalen Scale muß daher der Klimatologe auf der einen Seite den Wirkungsmechanismus und die relevanten Einflußfaktoren genauer kennen,

andererseits positive und negative Rückkopplungseffekte gegeneinander abwägen.

Eine derartige Abschätzung ist oftmals erst nach einer Ortsbesichtigung bzw. Geländebegehung möglich. Mittels Modellrechnungen kann anhand von topographischen Datenbanken bereits eine Simulation der zukünftigen Situation vorgenommen werden oder sogar Planungsvorschläge gemacht werden, wie GERTH /13/ in einem Posterbeitrag zu dieser Tagung zeigt.

4 Literatur

- /1/ Schnelle, F. : Lokalklimatische Studien im Odenwald. Ber. Dt. Wetterdienst Nr. 128, Bd 17, Offenbach/M., 1973.
- /2/ King, E. : Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Strassenbauten. Ber. Dt. Wetterdienst Nr. 130, Bd 17, Offenbach/M., 1973.
- /3/ Endlicher, W. : Geländeklimatologische Untersuchungen im Weinbaugebiet des Kaiserstuhls. Ber. Dt. Wetterdienst Nr 150, Offenbach/M, 1980.
- /4/ Bartels, H.; Rudolf, B.; Swantes, H.-J.; Vent-Schmidt, V. : Klima als Faktor der Regionalplanung. in: Lufthygienisch-meteorologische Modelluntersuchung, Regionale Planungsgemeinschaft Untermain, 6. Arbeitsbericht, Frankfurt/M. 1977.
- /5/ Nübler, W. : Konfiguration und Genese der Wärmeinsel der Stadt Freiburg. Freiburger Geogr. Hefte, 16, Freiburg 1979.
- /6/ Kalb, M. : Angaben zur Häufigkeit und Höhe von Inversionen aus klimatologischen Beobachtungen an Bodenstationen. Natur und Landschaft, Heft 1, S. 3-7, Bonn 1981.
- /7/ Schirmer, H. : Beitrag zur Methodik der Erfassung der regionalen Nebelstruktur. Abhandl. Geogr. Inst. FU Berlin, Band 13, Berlin 1970.
- /8/ Vent-Schmidt, V. : Analytische und synthetische Klimakarten. promet Heft 3, S. 27-31, Offenbach/M., 1980.
- /9/ Wanner, H. : Zur Bildung, Verteilung und Vorhersage winterlicher Nebel im Querschnitt Jura-Alpen. Geogr. Inst. Univ. Bern, 1979.
- /10/ Becker, F. : Die bioklimatischen Zonen in der Bundesrepublik Deutschland. Deutscher Bäderkalender, Bonn, 1976.
- /11/ Jendritzky, G.; Sönning, ..; Swantes, H.-J. : Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung. Beiträge der Akademie f. Raumforschung und Landesplanung, Bd 28, Hannover, 1979.
- /12/ Jendritzky, G. : Bioclimatic Maps of Heat and Cold Stress of Man. Zürcher Geographische Schriften, S. 101-102, Zürich 1984.
- /13/ Swantes, H.-J. : Das Waldklima und seine bioklimatische Wirkung auf den Menschen. Heilbad und Klima 33, Heft 9, 1981.
- /14/ Gerth, W.-P. : Kartographische Umsetzung bioklimatisch relevanter Parameter für die Regionalplanung. (Posterbeitrag zu dieser Tagung, siehe in diesem Tagungsbericht).

RELATIONSHIPS BETWEEN AIR TEMPERATURE AND FIELD OF WIND IN ATMOSPHERIC
GROUND LAYER - EXAMPLE OF WESTERN PART OF THE POLISH BALTIC COAST

Ireneusz H. Dubaniewicz, University of Lodz, Department of Meteorology,
Climatology and Hydrology

The relationship between air temperature and field of wind was analyzed on the example of the weather-station of the Polish Institute of Meteorology and Hydrology in Swinoujscie - on a sea dune and in urban built-up areas /town/, and in Dziwnow - on a sea dune. Their parallel measurements were carried out between September 1959 and December 1960 /Fig. 1/.

The above mentioned areas are characterized with a big similarity of factors determining topoclimatic conditions - the only significant variable is here the built-up area of Swinoujscie. This variable seems to be an important factor modifying topoclimatic conditions even in the coastal zone.

The influence of the town of Swinoujscie with its population of 17,000 people could be noticed in the daily

changes of air temperature. Among others, it was expressed in a higher daily amplitude in the town /3.4°C/ than on dunes in Swinoujscie /2.9°C/ and in Dziwnow /2.4°C/ /Table I/.

In the morning hours, there prevailed winds from SE, SW and W directions, at noon-time the frequency of SW, NE and S directions was increasing, and in the evening there could be observed inflow of air from NE, SE, E and S and the amount of calms was growing.

The higher air temperatures occurred when the air was coming from NW, W and N directions /Fig. 1/. Air temperatures were higher when wind was blowing from the northern zone than from the southern zone with differences ranging from 1.3° on dunes in Swinoujscie in the morning to 4.3° at noon and 4.1° in built-up areas of Swinoujscie in the evening /Table II/.

Table I

Average daily of air temperature during particular observation times /in °C/.

Weather station	Observation times			Average daily	Daily amplitude
	06 GMT	12 GMT	18 GMT		
Swinoujscie - town	6.8	10.2	7.5	8.0	3.4
Swinoujscie - dune	6.6	9.5	7.6	7.8	2.9
Dziwnow - dune	7.0	9.4	7.9	8.0	2.4

Table II

Result of average air temperature when wind was blowing from the northern zone t_{NW-NE} and southern zone t_{SW-SE} /in °C/

Weather station	Value of result of air temperature: $t_{NW-NE} - t_{SW-SE}$ during particular observation times		
	06 GMT	12 GMT	18 GMT
Swinoujscie - town	2.5	4.3	4.1
Swinoujscie - dune	1.3	2.0	2.3
Dziwnow - dune	2.1	1.7	3.3

The impact of the town that can be seen here is still better visible in absolute values of air temperature during particular observation times /Table I/ and during calms /Fig.1/ as well as during average wind speeds for particular observation times /Table III/.

The significant impact of a relatively small urban area of Swinoujscie can be observed also in analysis of air temperature according to circulation types /DUBANIEWICZ 1984/. Similar findings with regard to the

impact of built-up areas on thermic and humidity conditions in urban and adjoining areas were recorded in other analyses of the relationship between air temperature along with its humidity and field of wind DUBANIEWICZ 1977, MURINOVA, OSTROŹLIK 1984, PRZYBYLSKA 1970/.

It can be accepted that urban areas even of a small size may exert a significant impact on topoclimatic conditions of medical treatment and recreation in coastal areas.

Table III

Average daily of wind speeds for particular observation times /in m/s/

Weather station	Observation times			Average daily
	06 GMT	12 GMT	18 GMT	
Swinoujscie - town	2.8	3.2	2.6	2.9
Swinoujscie - dune	4.4	4.7	3.9	4.3
Dziwnow - dune	4.6	5.1	4.8	4.8

References

DUBANIEWICZ, H.:

Wpływ miasta na kształtowanie się wilgotności powietrza obszarów przyległych na przykładzie Łodzi.
Studia Regionalne, T.I/VI/, 1977

DUBANIEWICZ, H.:

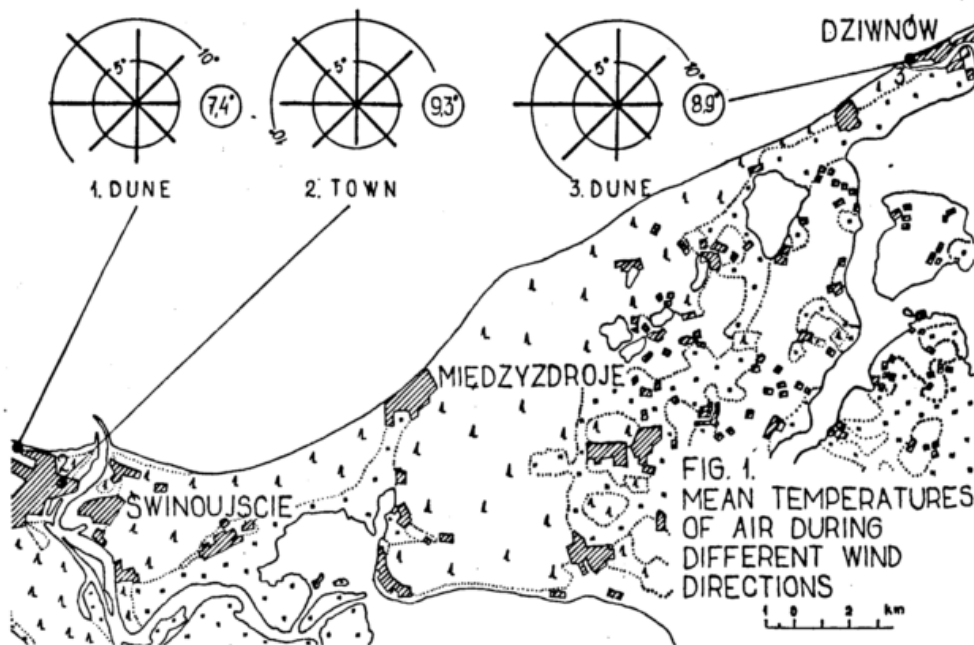
Intensivnost vozdestvia gorodskoj zastrojki na topoklimaticzeskie uslovia na primere goroda Swinoujście.
in: Mikroklimat i mezoklimat gorodskich aglomeracij, Brno 1984

MURINOVA, G.; OSTROŽLIK, M.:

Zavisimost temperatury vozducha ot prizemno vozdušno tечения v Bratislavie.
in: Mikroklimat i mezoklimat gorodskich aglomeracij, Brno 1984

PRZYBYLSKA, G.:

Kierunek wiatru a stosunki wilgotnościowe.
Prace i Studia, IG UW, 1970, z.5



BESTIMMUNG DER GRUNDPARAMETER DES STRAHLUNGSKLIMAS EINER BELIEBIGEN LOKALITÄT

Janka Pulpitlová

Institut für Bauwesen und Architektur
der Slowakischen Akademie der Wissenschaften
Bratislava, Tschechoslowakei

In der gegenwärtigen Epoche des erhöhten Interesses an nichttraditionellen Energiequellen ist es notwendig, sich mit ihren quantitativen und qualitativen Parametern bekanntzumachen. Eine reale Vorstellung über diese Parameter der Sonnenstrahlung beliebiger Lokalität der Erdoberfläche erhalten wir aus Werten ihrer direkten Messungen. Da das Messnetz zur Zeit noch nicht genügend ausgeweitet ist, wird grosse Aufmerksamkeit indirekten Berechnungsmethoden gewidmet. Bis jetzt wurden viele Methoden zur Feststellung der durchschnittlichen Monats- und Tagesgesamtmengen der Flächendichte der globalen, d.h. der Summe der direkten Sonnen- und der Himmelsbestrahlungsstärke auf der horizontalen Ebene der Erdoberfläche mittels der Sonnenscheinwerte bearbeitet. Manche davon stellen nur eine Änderung der ursprünglichen Angström'schen Abhängigkeit aus dem Jahre 1924 dar, die der Autor auf Grund der aktinometrischen Messungen in Stockholm feststellte

$$G_d = G_0 / a + b \cdot s / [W_{hm}^{-2}] \quad /1/$$

wo folgendes bedeutet:

G_d - ganztägiger Wert der globalen Strahlung in der gegebenen Lokalität;

G_0 - Wert der Sonnenstrahlung auf der horizontalen Ebene der Erdoberfläche in Bedingungen eines sehr klaren Himmels;

a - Koeffizient /0,25/;

b - Koeffizient /0,75/;

s - relativer Sonnenschein.

Diese Abhängigkeit wurde bisher weiterausgebaut und verbessert. Jedoch nicht einmal durch die Berücksichtigung mehrerer Parameter /ausser der Sonnenhöhe, der Wolkenmenge, der Wolkenart sowie auch der Wolkenhöhe, der Sichtweite, des Bodenzustandes/ wurde eine ausdrucksvollere Verbesserung der Genauigkeit erreicht, siehe z.B. Manier und Fuchs 1978, S.120.

Mittels der Analyse der beiläufigen Berechnungsvorgänge mehrerer Autoren bin ich der Ansicht, dass die Beziehung /1/ zur Bestimmung der durchschnittlichen Monatsgesamtmengen verwendet werden kann. Die Regressionskoeffizienten a und b wurden auf Grund der Messwerte der Gesamtbestrahlungsstärke der horizontalen Ebene in Bratislava /1966-79/, in Hradec Králové /1966-79/ und in Třebon' /1975-80/ festgestellt. Die ermittelten Werte der Regressionskoeffizienten der Korrelationsabhängigkeit vom relativen Sonnenschein und die Vergleichung dieser Lokalitäten vom Gesichtspunkt der erzielten Sonnenscheindauer- und Bewölkungswerte beweisen, dass in der ČSSR mit zweierlei Regressionswerten gerechnet werden muss. Für die Dorflokaltäten mit einer relativ sauberen Luft wurden die Koeffizienten $a=0,25$ und $b=0,45$ vorgeschlagen. Für die städtische Lokalitäten kann man mit den vorgeschlagenen Werten $a=0,16$ und $b=0,67$ nach Kittler 1983, S.26 übereinstimmen.

Wie schon erwähnt, sind zwar gegenwärtig auch genauere Berechnungsvorgänge vorhanden, die ausführlichere Werte über die Zugänglichkeit der Sonnenbestrahlungsstärke und nicht nur auf die horizontale Ebene bieten. Ihr Nachteil liegt darin, dass sie auf die Eintrittsdaten der oft speziellen Charakteristik des Klimas und der Witterung der gegebenen Lokalität beruhen, die jedoch nicht in ausreichender Menge vorhanden sind. Als Beispiel wird der Linke'sche Trübungsfaktor der Atmosphäre angegeben. Hingegen die Sonnenscheindauer als unabhängiger Parameter liefert die besten Ergebnisse. Aus diesem Grund halte ich für berechtigt, um für die Zwecke der Bau- und Stadtplanung die Bestimmung der grundlegenden Werte über die globale Strahlung die Beziehung /1/ und in der Tschechoslowakei die vorgeschlagenen Regressionswerte zu verwenden. Ob es für praktische Zwecke notwendig ist, zeitlich oder räumlich die Koeffizienten a und b zu benutzen, muss wohl für jeden Fall speziell entschieden werden. Ähnlich ist auch die genaue Feststellung der Diffusionsstrahlung mittels der Berechnungsverfahren noch immer

Literaturverzeichnis:

Ångström, A.:

Chauliaguet, Ch. et Baratçabal, P.;

Batellier, J.P.:

Kittler, R.:

Manier, G.; Fuchs, H.:

Pulpitlová, J.:

mit Problemen in Anbetracht auf die Schwierigkeiten der mathematischen Modellierung der nichtstationären Bedingungen der Naturstrahlung verbunden. Mittels der Messwerte der Global- und Diffusionsbestrahlungsstärke in Bratislava /1966-79/, Hradec Králové /1966-79/ und Třeboň /1975-80/ stellte ich die Approximation

$$D/G = 0,2^s \quad [-] \quad /2/$$

fest, wo folgendes darstellt:

D - die Diffusionsstrahlung;

G - die Globalstrahlung;

s - den relativen Sonnenschein.

Der Verlauf des Verhältnisses nach Chauliaguet 1981, S.29 unterscheidet sich verhältnismässig wenig vom Verlauf der Abhängigkeit /2/.

Auf diese Weise wurde der Verlauf für die Bestimmung der durchschnittlichen Monatsgesamtmengen der Flächenenergie-dichte der Global- und Diffusionsstrahlung auf der horizontalen Ebene der Erdoberfläche für eine beliebige Lokalität, in der der Sonnenschein gemessen wird, festgestellt. Im Rahmen des Hydrometeorologischen Institutes wird die Sonnenscheindauer cca in 150 Lokalitäten der ČSSR registriert.

Solar and terrestrial radiation. Q.J.

Royal Met. Society 50 /1924/, S.121.

L'énergie solaire dans le bâtiment.

Paris: Eyrollez 1981.

In: Kittler, R.; Mikler, J.; Pulpitlová, J.;

Závěrečná správa ÚSTARCH SAV.

Bratislava: ÚSTARCH SAV 1983.

Bestimmung der direkten Sonnenstrahlung und der diffusen Himmelsstrahlung aus synoptischen Wetterbeobachtungen. Met.Rdsch. 31 /1978/ Nr.8, S.120-127.

Charakteristika radiačných pomerev v ČSSR z hľadiska dostupnosti slnečného a oblohového svetla. KDP. Bratislava: ÚSTARCH SAV 1983.

NEUERE MESSUNGEN DER ALBEDO VERSCHIEDENER OBERFLÄCHEN FÜR ERYTHEMWERKSAME STRAHLUNG

Mario Blumthaler und Walter Ambach

Institut für Medizinische Physik, Müllerstraße 44, A-6020 Innsbruck

Die erythemwirksame solare Strahlung wird weltweit mit dem Robertson-Berger Sunburn Meter gemessen, bei dem die spektrale Empfindlichkeit des Detektors dem Aktivierungsspektrum des Erythems angepaßt ist. Im folgenden werden die Bestrahlungsintensitäten für erythemwirksame solare Strahlung im Hochgebirge bei schneebedeckter und aperer Oberfläche für verschieden orientierte Flächen ermittelt, wobei insbesondere auf die hohe Albedo für erythemwirksame solare Strahlung bei stark reflektierenden Schneeoberflächen eingegangen wird. Die verschieden orientierten Flächen dienen dabei als Modell für exponierte Körperstellen einer fiktiven Versuchsperson.

Eigene Messungen der Albedo verschiedener Schneeoberflächen zeigen einen signifikanten Unterschied für erythemwirksame Strahlung und Globalstrahlung. Während bei stark reflektierender Schneeoberfläche der höchste Wert der Albedo für Globalstrahlung etwa 90% beträgt, werden für erythemwirksame Strahlung durchwegs Werte größer 90% gemessen. Bei schwach reflektierenden Schneeoberflächen hingegen zeigt sich ein umgekehrter Effekt: In diesem Fall ist die Albedo für erythemwirksame Strahlung deutlich kleiner als für Globalstrahlung (Tab.1). Für aperes Gelände ergeben sich durchwegs wesentlich geringere Albedowerte für erythemwirksame Strahlung als für Globalstrahlung (Tab.2).

Zur Berechnung der Bestrahlungsintensitäten verschieden orientierter Flächen

für erythemwirksame Strahlung in Abhängigkeit von der Albedo wurden eigene Meßwerte vom Jungfrauoch (3576 m NN) für wolkenlose Tage herangezogen (BLUMTHALER et al., 1985a). Diese Meßwerte wurden auf geänderte Albedo nach Angaben von BENER (1960) umgerechnet, weil sich auch die diffuse Himmelsstrahlung mit der Albedo ändert. In Abb. 1 sind die Bestrahlungsintensitäten für erythemwirksame solare Strahlung zu Mittag in Abhängigkeit von der Albedo, der Jahreszeit und der Orientierung der bestrahlten Fläche eingetragen. Die Bestrahlungsintensitäten werden hier durch die biologisch relevante Einheit SUNBURN-UNIT/h (SU/h) angegeben, wobei 1 SU die Schwellwertdosis des Erythems für eine strahlungsmäßig nicht vorbelastete kaukasische Haut ist.

Für Abb. 2 wurden zur Darstellung der Bestrahlungsintensitäten bei schneebedecktem und aperem Gelände die Albedowerte für erythemwirksame Strahlung zu 90% und 5% angenommen. Als Schlußfolgerung ergibt sich, daß bei einer Schneeoberfläche, wegen der hohen Albedo, relativ geringe Unterschiede in den Bestrahlungsintensitäten für verschieden orientierte Flächen auftreten. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei aperer Oberfläche ein ausgeprägter Unterschied in Abhängigkeit von der Orientierung der bestrahlten Fläche. Obwohl dieses Ergebnis qualitativ einsichtig ist, überrascht jedoch das quantitative Ausmaß des Effektes. Das Ergebnis ist für Abschätzungen der Bestrahlungsintensitäten der Haut im schneebedeckten Hochgebirge von

	Schneeoberfläche				
a	55	65	75	85	95
b	64	70	72	75	80

Tab.1: Mittlere Albedo (%) verschiedener Schneeoberflächen. a: für erythemwirksame Strahlung, b: für Globalstrahlung. Anzahl der Meßstellen: 84

	Wiese	Erde feucht	Asphalt	Schotter
a	0,8	1,4	6,7	9,2
b	23	8,5	15,3	30,7

Tab.2: Mittlere Albedo (%) von aperen Oberflächen. a: für erythemwirksame Strahlung, b: für Globalstrahlung. Anzahl der Meßstellen: 9

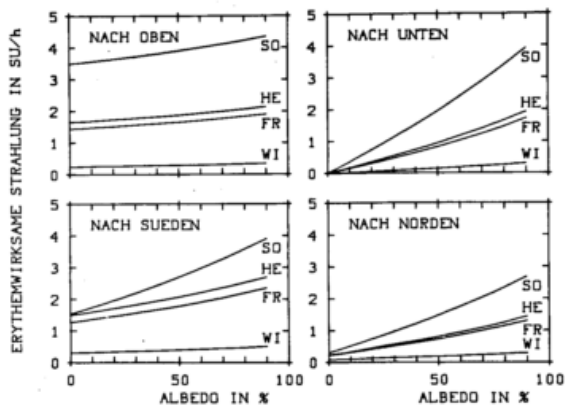


Abb.1: Mittagswerte der erythemwirksamen Bestrahlungsintensität in Sunburn Units pro Stunde, Jungfrauoch (3576 m) in Abhängigkeit von der Albedo.

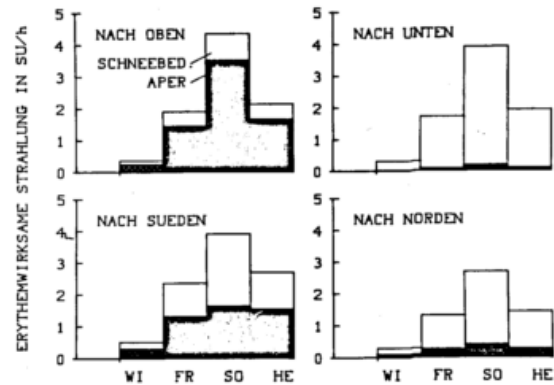


Abb.2: Mittagswerte der erythemwirksamen Bestrahlungsintensität in Sunburn Units pro Stunde, Jungfrauoch (3576 m) für schneebedecktes und aperes Gelände.

Bedeutung, weil bei sportlicher Betätigung das Gesicht vielfach der Sonne abgewandt wird und es trotzdem großen Bestrahlungsintensitäten ausgesetzt

sein kann. Derartige Ergebnisse wurden im Zusammenhang mit dem Auftreten der Keratitis photoelectrica bereits publiziert (BLUMTHALER et al., 1985b).

BENER, P.:

Investigation on the spectral intensity of ultraviolet sky and sun+sky radiation. Contract AF61(052)-54, Technical summary report Nr. 1, Davos 1960

BLUMTHALER, M.; AMBACH, W.; CANAVAL, H.:

Seasonal variation of solar UV-radiation at a high mountain station. Photoch. and Photobiol. 40 (1985) (a)

BLUMTHALER, M.; AMBACH, W.; DAXECKER, F.:

Berechnung von Bestrahlungsdosen bei Änderung der solaren UV-B-Strahlung in Hinblick auf eine Keratitis photoelectrica. Klin. Mbl. Augenheilk. 186 (1985), 275-278 (b)

KARTOGRAPHISCHE UMSETZUNG BIOKLIMATISCH RELEVANTER PARAMETER FÜR DIE REGIONALPLANUNG

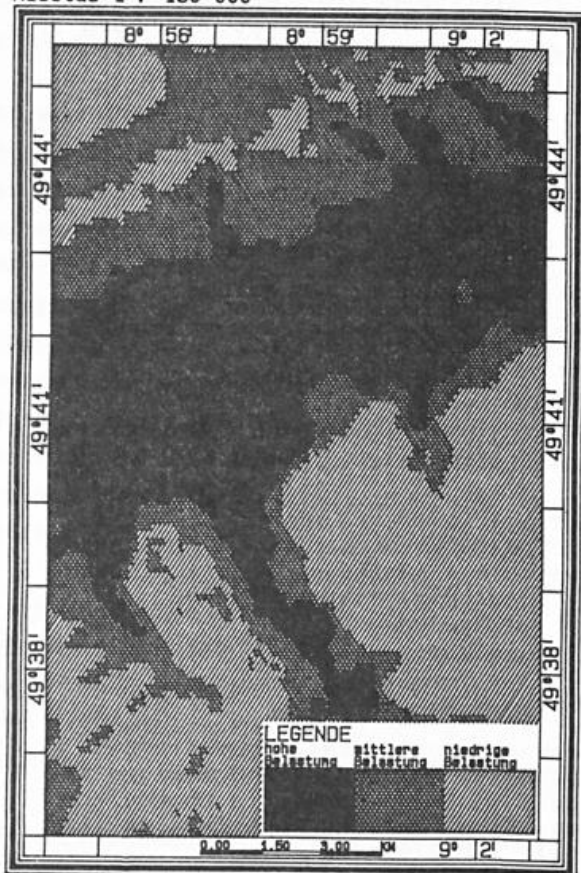
Dipl.Met. W.-P. Gerth

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
6050 Offenbach/Main

1 Zusammenfassung

In zunehmenden Maße werden von der Regionalplanung großmaßstäbige Klimaeignungskarten benötigt, die nicht mehr die räumliche Verteilung von einzelnen Klimaelementen darstellen, sondern direkt eine Bewertung des Raumes und seiner Nutzungsarten beinhalten. Zur Abgrenzung von Gebieten, die sich für eine bestimmte Nutzungsart eignen, müssen die spezifischen Anforderungen an das Klima näher untersucht werden. Daher ist es notwendig, klimatologische Parameter (und deren Schwellenwerte) festzulegen, die zur Charakterisierung einer bestimmten Nutzungsart geeignet sind. Dies soll am Beispiel einer Klimaeignungskarte für die Nutzungsart "Wohnen" dargestellt werden.

Abbildung 1:
Bioklimatische Belastungen
Maßstab 1: 150 000



2 Einleitung

Zur Erstellung von Klimaeignungskarten werden zunächst klimatologische Grundlagenkarten in Maßstäben zwischen 1:25 000 und 1:200 000 benötigt. Bei diesen Maßstäben stellt sich aus klimatologischer Sicht das Problem, flächendeckende Verteilungen eines bestimmten Elementes zu erhalten. Eines der wichtigsten Ziele des Klimatologen ist es daher, natürliche und anthropogene Wirkungsfaktoren auf das Klima zu verifizieren. Neben der Höhenabhängigkeit, die bei vielen Klimaelementen gegeben ist, treten insbesondere der Bewuchs sowie topographische Formen als natürliche Wirkungsfaktoren auf, während die Bebauungsdichte zu den wichtigsten anthropogenen Faktoren gehört, die das Klima beeinflussen können. Mit Hilfe von statistischen oder numerischen Modellen werden diese Wirkungsfaktoren analysiert und auf der Basis einer topographischen Datenbank (digitale Höhen- und Bewuchswerte im 5''-Raster) analytische Grundlagenkarten erstellt.

3 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet ist das gesamte Rhein-Main-Gebiet im Raum um Frankfurt. Innerhalb dieses Untersuchungsgebietes liegen stündliche Messungen von Windrichtung und -geschwindigkeit, Lufttemperatur und relativer Feuchte an 48 temporären Meßstationen vor. Die Dauer der Messungen betrug nahezu 2 Jahre (Regionale Planungsgemeinschaft Untermain, 1977, S. 15 ff). Ein kleiner Teil des gesamten Untersuchungsgebietes ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Diese Abbildungen beziehen sich auf das Rheintal zwischen Wiesbaden und Bingen, sowie das von Nordwest nach Südost verlaufende Selztal.

4 Ergebnisse

4.1 Analytische Grundlagenkarten

Zur Erstellung der Klimaeignungskarte "Wohnen" werden 4 Grundlagenkarten benötigt:

1. die Inversionshäufigkeit im Untersuchungsgebiet
2. die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit
3. die Anzahl der Tage mit Wärmebelastung
4. lokalklimatische Besonderheiten

Die Inversionshäufigkeit als ein Maß für die vertikale Schichtung wird durch eine Analyse der täglichen Minima der Lufttemperatur in Höhenlagen zwischen 100 m und 800 m über NN erhalten. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit ist ein Maß für die horizontale Durchmischung und hängt neben der Höhenlage auch noch von der Bebauung und den topographischen Formen (Tal-, Kuppenlage) ab. Durch die Auszählung von Tagen, an denen die tägliche maximale Äquivalenttemperatur den Wert von 49°C erreicht und überschreitet, ist man in der Lage, ein Maß für die Wärmebelastung anzugeben. Auf der Grundlage von digitalen Geländedaten können lokalklimatisch bedeutsame Phänomene wie Kaltluftflüsse, Kaltluftsammlgebiete und Kaltluftstaus an Siedlungs- oder Waldrändern simuliert werden.

4.2 Bioklimatische Belastungen

Bei der Überlagerung von 3 Einzelkarten werden die Gebiete als bioklimatisch hoch belastet angesehen, in denen das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit kleiner als 2 m/s, die mittlere jährliche Anzahl der Tage mit Wärmebelastung größer als 25 Tage und die Inversionshäufigkeit größer als 30 % pro Jahr ist. Niedrige bioklimatische Belastungen werden dann angenommen, wenn diese Grenzwerte bei der Wärmebelastung und der Inversionshäufigkeit unterschritten werden. Bei allen übrigen Kombinationen werden mittlere bioklimatische Belastungen gegeben. Die angegebenen Grenzwerte wurden von SCHIRMER, (1978, S. 9 ff) zur Beurteilung von Gebieten nach bioklimatischen Gesichtspunkten und WANNER (1980, S. 20) zur Erstellung von Klimaeignungskarten angegeben. Abbildung 1 zeigt das Ergebnis einer solchen Überlagerung. Bioklimatisch hoch belastet sind vor allem das Rhein-/Selztal und die tieferliegenden Bereiche der Taunustöler, während man in Höhenlagen oberhalb 500 m über NN sowie im Bereich der warmen Hangzone niedrige bioklimatische Belastungen beobachtet. Diese Ergebnisse decken sich recht gut mit Untersuchungen JENDRITZKY's (1984, S. 101-102), der mit Hilfe des Klima-Michel-Modells zu ähnlichen Ergebnissen in diesem Gebiet kommt.

4.3 Klimaeignung Wohnen

Als ein weiteres Kriterium zur Charakterisierung von Wohngebieten werden lokalklimatisch bedeutsame Phänomene herangezogen. Das Flußdiagramm zeigt das Schema, nach dem die endgültige Klimaeignungskarte erstellt wird.

Wenig geeignet zur weiteren Wohnbebauung (bzw. zur Verdichtung bereits bestehender Bebauung) sind Siedlungen in Gebieten mit hohen bioklimatischen Belastungen. Um diesen Belastungsgebieten Kaltluftzuflüsse, die einen Siedlungsbereich mit kühlerer Luft versorgen, zu erhalten, werden alle Freiflächen mit hohen Restriktionen (geringe Eignung) gegen eine weitere Bebauung belegt, auf denen ein Abfluß

zu Siedlungen hin stattfindet. Abflußlose Gebiete, die außerhalb von Kaltluftsammlgebieten liegen, sind ebenfalls nicht zum Wohnen geeignet, da an wärmebelasteten Tagen keine ausreichende nächtliche Abkühlung gegeben ist. Liegt die Freifläche dagegen in einem Kaltluftsammlgebiet, so werden nur mäßige Restriktionen gegen Wohnbebauung gegeben.

Ähnliche Kriterien gelten auch in Gebieten mit mittleren und geringen bioklimatischen Belastungen.

Abbildung 2 zeigt die Klimaeignungskarte "Wohnen". An den unteren Hängen des Rhein/Selztales herrschen hohe Restriktionen gegen weitere Wohnbebauung, da hier kräftige Kaltluftzuflüsse auftreten, die Siedlungen in hochbelasteten Gebieten mit kühlerer Luft versorgen. Mäßig geeignet ist das flache Rheintal, in dem sich in Strahlungsnächten die abgeflossene Kaltluft ansammelt und einen Abkühlungseffekt hervorruft. Gut zum Wohnen geeignet sind die höhergelegenen Teile des Taunus und des Alzeyer Hügellandes.

Abbildung 2:
Klimaeignungskarte Wohnen
Maßstab 1 : 150 000



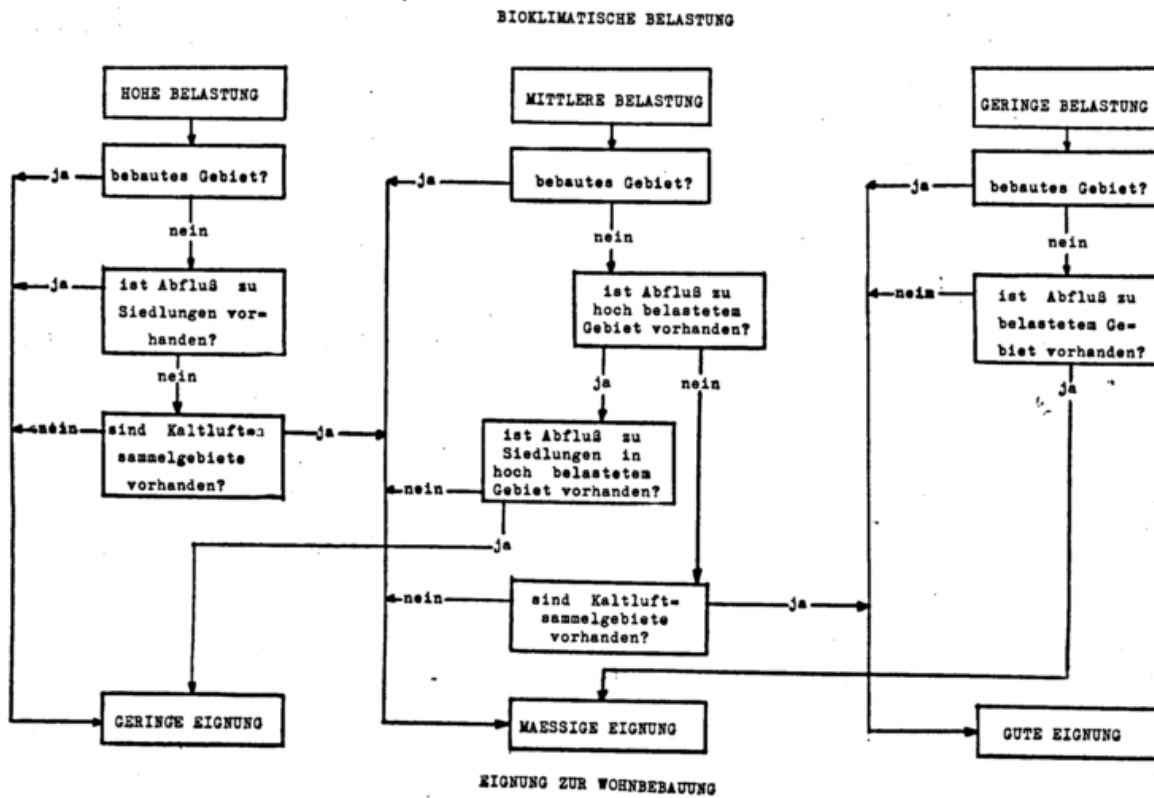
5 Literaturverzeichnis

SCHIRMER, H.: Beiträge zur Raumplanung in Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland; in: Veröffentlichungen des Akademie für Raumforschung und Landesplanung; Hannover, 1978

WANNER, H.: Klima und Lufthygiene im Raum Bern; Veröffentlichungen der Geographischen Kommission; Bern, 1980

REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UNTERMAIN: Klima als Faktor der Regionalplanung, in: Lufthygienisch, meteorologische Modelluntersuchung in der Region Untermain, Abschlußbericht, Frankfurt, 1977

JENDRITZKY, G.: Bioclimatic maps of heat and cold stress of man, in: Züricher Geographische Schriften Nr. 14, Zürich, 1984



HUMANBIOKLIMATISCHE KLASSIFIZIERUNGSMETHODEN AM BEISPIEL AUSGEWÄHLTER LÄNDER

Othmar Harlfinger
Medizin-meteorologischer Beratungsdienst des ÖAMTC
1010 Wien, Schuberttring 1 - 3

Bioklimatische Bewertungen stellen die Grundlage für zahlreiche anwendungsorientierte Aufgabengebiete dar. Sie können als Entscheidungshilfen für Planungsvorhaben im Städtebau oder im Gesundheitswesen (Spitäler, Sanatorien, etc.) dienen. Aber auch bei Anwendung des Klimas für therapeutische Zwecke in Klimakurorten und für eine klimagerechte Planung des Urlaubs sind die Kenntnisse des atmosphärischen Umweltmilieus notwendig. Die zur Verfügung stehenden Verfahren sind vielfältig und die Auswahl richtet sich nach der Aufgabenstellung ebenso wie nach dem verfügbaren Datenmaterial. Grundsätzlich lassen sich die Klassifizierungsmethoden in drei Gruppen unterteilen.

1. Ausschließliche oder überwiegende Berücksichtigung des thermisch-hygrischen Milieus durch Modellrechnungen oder bioklimatische Komplexgrößen zur Abgrenzung des Komfort- Diskomfortbereiches.
2. Methoden zur Bestimmung der Fremdenverkehrssaison, nur nach klimatischen Parametern.
3. Eine Kombination aus 1 und 2 mit unterschiedlicher Gewichtung klimatischer und bioklimatischer Kenngrößen.

Für die bioklimatische Urlaubsberatung sind die sogenannten kombinierten Klassifizierungsmethoden beachtenswert, da sie sowohl den klimaphysiologischen Aspekt der Behaglichkeit als auch die subjektive Empfindung des Urlaubers nach angenehmer Witterung zu verbinden suchen. Die Problematik besteht nun darin, wie die Gewichtung des thermisch-

hygrischen Komfortindex im Vergleich zu anderen, nicht physiologisch relevanten Klimaparametern zu wählen ist. Wie unterschiedlich der Aufbau der Verfahren sein kann, soll am Beispiel der Methoden von GAFFNEY (1976), MIECZKOWSKI (1985), ZAMBAKAS et al. (1984) und HARLFINGER (1983, 1985) erläutert werden.

GAFFNEY hat für den Tourismus und verschiedene Freizeitaktivitäten eine klimatische und bioklimatische Beurteilung für Australien ausgearbeitet. Diese beruht einerseits auf einem Komfortindex als Funktion von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, zum anderen auf einer Wetterklassifikation, die den Bewölkungsgrad bzw. die Zahl der Regentage beinhaltet. Für beide Terme wird eine Frequenzanalyse der relevanten klimatischen Elemente vorgeschlagen, in Anlehnung an die Untersuchungen von HEURTIER (1968). Die Gewichtung der Parameter ist variabel und auf das Verhalten des Urlaubers abgestimmt. So wird unterschieden, ob es sich um einen Badeurlaub, einen Aktivurlaub oder eine Besichtigungsreise handelt. Das Endergebnis stellt einen meteorologischen Beurteilungsgrad dar, der zwischen 0 und 100% liegen kann. Werte über 70% gelten als ideal, 60 - 70% als noch geeignet und unter 60% als ungeeignet. Die Ergebnisse sind für alle Monate kartografisch dargelegt worden.

MIECZKOWSKI hat einen Index entwickelt, mit der Bezeichnung Tourism-Climatic-Index (TCI). Dieser beinhaltet sieben Variable, die in fünf Parametern zusammengefaßt wurden, nämlich Temperatur, Luftfeuchtigkeit, tägliche Niederschlagsmenge, tägliche Sonnenschein-

dauer und Windgeschwindigkeit. Dabei wird dem thermischen Komfortindex eine 50%-ige, dem Niederschlag eine 20%ige, der Sonnenscheindauer ebenfalls eine 20%ige und dem Wind eine 10%ige Gewichtung beigemessen. Die Bewertungsskala für die fünf Parameter reicht von 1 bis 5, wobei 1 die ungünstigste, 5 die optimalste Klasse darstellt.

Der TCI kann Werte zwischen 0 (extrem ungünstig) und 100 (ideal) annehmen und wurde von MIECZKOWSKI für zahlreiche Orte auf der Erde für jeden Monat berechnet.

Im Gegensatz zu anderen Klimaindizes hat HARLFINGER ein Verfahren vorgeschlagen, das einen qualitativen Vergleich der bioklimatischen Situation eines zu betrachtenden Gebietes ermöglicht. Der monatliche Bioklima-Index (MBKI), wie er für den Schwarzwald angewendet wurde, umfasst die monatliche Sonnenscheindauer, die Zahl der Nebeltage im Monat und für die Sommermonate zusätzlich die Zahl der Tage mit Wärmebelastung (Feuchttemperatur $\geq 18^\circ$ zum Klimatermin II). Für die Wintersportregion wurde für die Monate Dezember bis März auch noch die Schneesicherheit berücksichtigt.

Die Berechnungsmethode erfolgt nun in der Weise, daß von dem zu beurteilenden Gebiet die maximale Streubreite der jeweiligen Klimaparameter für den betreffenden Monat festgestellt wird und diese linear in drei gleich große Klassen unterteilt wird, wobei die günstigste Klasse (höchste Sonnenscheindauer, geringste Nebelhäufigkeit, geringste Wärmebelastung) die Wertung 1, die mittlere Klasse die Wertung 2 und die ungünstigste Klasse die Wertung 3 erhält. Anschließend werden z.B. von einem Ort die festgestellten Wertungen der entsprechenden Klimaparameter addiert und durch die Zahl der Parameter dividiert. Der MBKI kann somit Werte zwischen 1 für optimale bioklimatische Verhältnisse und 3 für die ungünstigsten Bedingungen annehmen. Damit läßt sich beispielsweise eine relative Rangordnung nach der Bioklimagüte der zu betrachtenden Orte für die einzelnen

Monate vornehmen. Ebenso können Bioklimastufen hinsichtlich ihrer Klimagüte im Jahresverlauf verglichen werden, wie dies bei der Klimafibel für den Schwarzwald versucht wurde (Abb. 1).

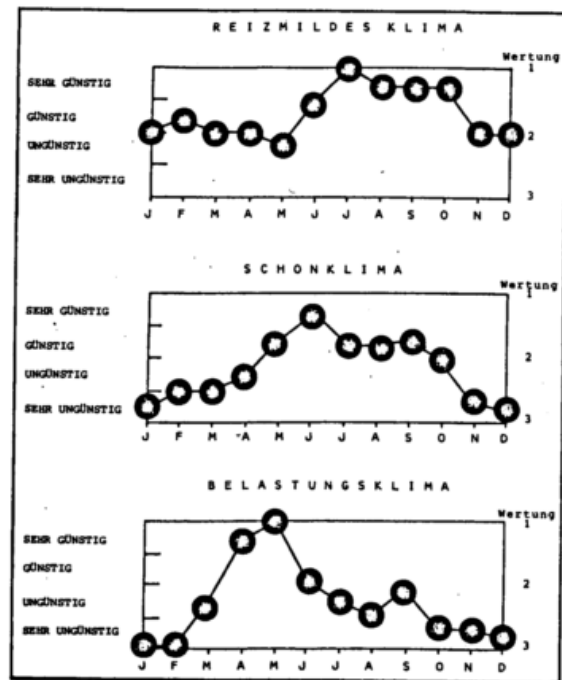


Abb. 1

ZAMBAKAS und KOTINIS (1984) versuchten eine Abgrenzung der Komfortbedingungen für Griechenland nur nach monatlichen Temperaturverhältnissen und monatlicher Niederschlagsmenge (Hythergraph). Das aus bioklimatischer Sicht zweifellos etwas unbefriedigende Verfahren umfaßt den Komfortbereich zwischen $5,5^\circ$ C und 20° C und einer Niederschlagsmenge zwischen 32 und 150 mm. Am Beispiel von Korinth werden die Ergebnisse im Jahresverlauf in Abb. 2 dargestellt.

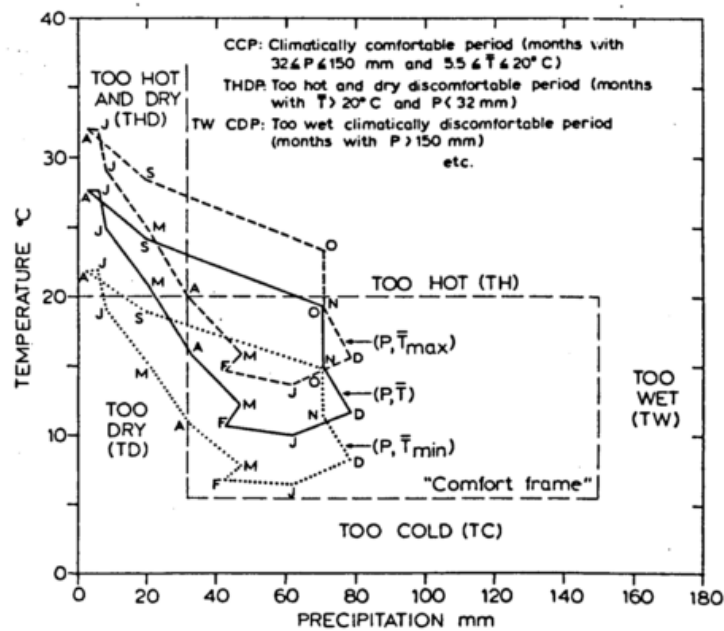


Abb. 2

Literatur:

- GAFFNEY, D.O.: *An Analysis of meteorological Parameters for Tourism, Recreation and related outdoor activities in Australia*, 47th Congress, Hobart, May 1976
- HARLFINGER, O.: *Ein Bioklimaindex für den Tourismus*
 Z. Phys. Baln. Med. Klim. 12 (1983)
- HARLFINGER, O.: *Bioklimatischer Ratgeber für Urlaub und Erholung*
 Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart 1985
- HEURTIER, R.: *Study of the Touristic Synoptic Climatology of Western Europe and the Mediterranean Region during the Summer Season*, La Meteorologie II - 1 und 4
- MIECZKOWSKI, Z.Z.: *The Climatic Guide of World Tourism, Tourism Climatic Index*
 im Druck
- ZAMBAKAS, J.D. und KOTINIS, S.R.:
Climatic Comfort, and Climatic Regions and Months of high touristic Preference in Greece.
 Geographia Medica 1984, 14

Norbert Hammer, Elisabeth Koch, Ernst Rudel

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

1. EINLEITUNG

Von einigen ausgewählten Stationen wurden auf Basis von Stundenwerten sowohl die herkömmlichen bioklimatischen Kenngrößen zur Beurteilung von Empfindungen wie Schwüle und Abkühlungsgröße, als auch die aus einem Energiebilanzmodell des Menschen resultierenden Behaglichkeitskriterien gegenübergestellt.

2. DAS ENERGIEBILANZMODELL DES MENSCHEN

Als wohl umfassendste Methode zur Beschreibung der thermischen und hygrischen Umgebungsbedingungen und deren Einfluß auf den Menschen ist die sogenannte Energiebilanzgleichung anzusehen, also die Bilanzierung sämtlicher Energieflüsse. Für die Berechnung der einzelnen Glieder ist die Kenntnis der physikalischen Prinzipien aus Wärmelehre und Thermodynamik sowie der entsprechenden physiologischen Grundlagen und Vernetzungen vonnöten. Da es sich dabei zumeist nicht um funktionale, sondern um stochastische Zusammenhänge handelt, können derartige Modelle nur Durchschnittsinformationen liefern, also Normalwerte, wobei Abweichungen von diesen der Medizin immanent sind.

Im großen und ganzen wurden die Ansätze von HÖPPE (1985) verwendet, wobei auf gewisse Unterschiede - vor allem die Grenzen der Regelung und Erträglichkeit betreffend - hinzuweisen ist (HAMMER, 1985).

Die energetische Situation des Menschen ist durch meteorologisch - orographische Parameter auf der einen, durch individuelle Merkmale auf der anderen Seite bestimmt. Um nicht eine unüberschaubare Anzahl von möglichen Kombinationen zu erhalten, wurde für die Berechnungen ein mittlerer Mensch eingeführt (35 Jahre, 175 cm, 70 kg). Es wurden drei Arten der Betätigung (ruhiges Sitzen, langsames Gehen (2 km/h) und Gehen (4 km/h) entsprechend einem Aktivitätsumsatz von 100 W, 200 W und 300 W zugelassen sowie mit folgender Bekleidungsisolations gerechnet: Sommer: Straßenanzug ($\sim 1,0$ clo), Frühling und Herbst: Anzug und Baumwollmantel ($\sim 1,5$ clo) und Winter: dicker Anzug und Wintermantel ($\sim 2,0$ clo). Bei Wärme- und Feuchtebelastung wurde anschließend der Bekleidungs-faktor um $0,5$ clo gesenkt, bei Kältebelastung um $0,5$ clo an-

gehoben. Damit ergeben sich folgende Möglichkeiten:

Klasse	Empfindung
-2	kalt - unbehaglich auch mit mehr Bekleidung
-1	kühl - behaglich mit mehr Bekleidung
0	behaglich
1	warm - behaglich mit weniger Bekleidung
2	heiß - unbehaglich auch mit weniger Bekleidung

3. HERKÖMMLICHE KOMPLEXGRÖSSEN

Die Berechnung des Energiebilanzmodells setzt die detaillierte Messung diverser meteorologischer Parameter voraus. Nicht überall sind diese Messungen vorhanden, sodaß man gezwungen ist, auf "einfache" Komplexgrößen zurückzugreifen.

3.1 Die Schwüle

In zahlreichen Arbeiten (u.a. LANDSBERG (1972), SARGENT et al (1964)) wird mit Hilfe experimenteller Untersuchungen versucht, durch geeignete Grenzlinien den Schwülbereich von einer "Behaglichkeitszone" abzugrenzen. Zumeist werden drei Größen verwendet:

- Dampfdruck mit der Grenze 19 hpa oberhalb derer man von Schwüle spricht.
- Äquivalenttemperatur ($T_{EQ} = T_L + 1,5 e$ mit T_L = Lufttemperatur und e = Dampfdruck) mit den Grenzwerten $T_{EQ} < 49^\circ$: behaglich $49^\circ \leq T_{EQ} \leq 56^\circ$: schwül und $T_{EQ} > 56^\circ$: sehr schwül
- Effektivtemperatur ($T_{EF} = T_L - 0,4 (T_L - 10)$, $(1 - RF/100)$ mit RF = relative Feuchte in %) mit den Grenzwerten: $T_{EF} < 20^\circ$: behaglich $20^\circ \leq T_{EF} \leq 24^\circ$: schwül und $T_{EF} > 24^\circ$: sehr schwül. Alle diese Kriterien berücksichtigen nicht Faktoren, die das Gefühl der Schwüle entscheidend mitbestimmen wie z.B. die turbulente Luftbewegung, die Strahlungsströme, die Aktivität und die Bekleidung. Außerdem weichen sie in den Grenzkurven auch untereinander ab.

3.2 Die Abkühlungsgröße

Diese Größe stellt diejenige Wärmemenge dar, welche dem menschlichen Körper durch turbulente Scheinleitung entzogen wird. Als Formel hat sie zumeist die analytische Form:

$$AG = (a + b \cdot U^c) (t_K, H, B - t_L)$$

Dabei bedeuten: a, b, c empirische Konst.

U = relative Windgeschwindigkeit, t_L = Lufttemperatur,

t_K, H, B = Körper-, Haut und Bekleidungstemperaturen (auch mehrere Glieder möglich). Ein Vergleich verschiedener Formeln (CENA et al (1966)) brachte Korrelationskoeffizienten von 0,93 bis 0,96 und große statistische Signifikanz. Zuordnungen von AG-Klassen und Empfindungen gibt es ebenso zahlreiche und sind immer als subjektiv zu betrachten.

Nach LANDSBERG (1972) gilt:

AG (Wm^{-2})	Empfindung	Klasse
< 209	heiß	I
209 - 419	warm bis behaglich	II
420 - 628	behaglich bis kühl	III
629 - 921	kalt	IV
> 921	sehr kalt	V

4. ERGEBNISSE

Es wurden Gleichzeitigkeitsmatrizen der relativen Häufigkeit (%) der Empfindungsklassen nach herkömmlicher Komplexgröße und Energiebilanzmodell erstellt.

Tabelle 1

Aktivität	100 W	2	1	0	1	
T_{EQ}	> 56	15	9	8	0	132
	49 - 56	7	24	150	0	181
	< 49	4	10	557	216	787
		26	43	715	216	1000

Aktivität	200 W	2	1	0	1	
T_{EQ}	> 56	17	15	1	0	32
	49 - 56	19	111	51	0	181
	< 49	6	90	636	54	787
		42	216	688	54	1000

Aktivität	300 W	2	1	0	1	
T_{EQ}	> 56	29	3	0	0	32
	49 - 56	84	93	0	3	181
	< 49	82	416	238	51	787
		195	512	238	54	1000

Die Tab. 1 zeigt, daß die Schwülebeurteilung nach der herkömmlichen Methode mittels T_{EQ} Grenzen mit der Energiebilanzmethode am besten bei einer Aktivität von 300 W übereinstimmt. 21% aller Stunden mit Schwüle stehen 20% Unbehaglichkeit auch mit weniger Bekleidung gegenüber. Bei geringeren Aktivitäten ist die herkömmliche Beurteilung viel zu hoch gegriffen. Die gleichen Ergebnisse, allerdings weniger stark aufgeprägt, zeigen auch die anderen Schwüleparameter.

Tabelle 2

Aktivität	100 W	2	1	0	-1	-2	
AG Klasse I		5	4	16	4	4	32
	II	0	0	10	8	133	151
	III	0	0	0	0	300	300
	IV	0	0	0	0	376	376
	V	0	0	0	0	140	140
		5	4	26	12	953	1000

Aktivität	200 W	2	1	0	-1	-2	
AG Klasse I		5	5	22	0	0	32
	II	0	0	132	18	2	152
	III	0	0	107	117	76	300
	IV	0	0	9	69	298	376
	V	0	0	0	4	136	140
		5	5	280	208	512	1000

Aktivität	300 W	2	1	0	-1	-2	
AG Klasse I		11	14	7	0	0	32
	II	8	36	99	8	0	152
	III	0	17	259	24	0	300
	IV	0	0	316	57	3	376
	V	0	0	61	74	5	140
		19	67	742	163	8	1000

Auch bei der Abkühlungsgröße zeigt die Energiebilanzmodellklassifikation bei geringen Aktivitäten zu kühles und kaltes Klima an und erst bei einer leicht sportlichen Aktivität kommt es zu Übereinstimmungen.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Resultate beweisen, daß mit Hilfe des Energiebilanzmodells die Erkenntnisse, die schon bisher aus bioklimatischen Landschaftsbewertungen gezogen werden konnten (z. B. Bioklimakarte), noch wesentlich vertieft werden können. Dem behandelnden Arzt können noch bessere Unterlagen über mögliche therapeutische Anwendungen des Klimas zur Verfügung gestellt werden.

LITERATUR:

- CENA, M., M. GREGORCZUK und G. WOJCIK: Roczniki Nauk Rolniczych, 1190, 137 - 148, 1966
- HAMMER, N.: Ein Energiebilanzmodell des Menschen. Wetter und Leben, 1985
- HÖPPE, D.: Die Energiebilanz des Menschen. Universität München, Wissenschaftl. Mitt. Nr. 49, 1984
- LANDSBERG, H.: The Assessment of Human Bioclimate. WMO Technical Note No 123, 1972
- SARGENT, F. and S. W. TROMP: A Survey of Human Biometeorology. Technical Note No 65, 1964

EIN VORSCHLAG ZUR BERÜCKSICHTIGUNG LOKALER OROGRAPHISCHER
GEGEBENHEITEN BEI DER STANDORTPLANUNG

C.-J. Richter

Rheinisch-Westfälischer TÜV, Essen

Bei der Standortplanung werden häufig Immissionsprognosen benötigt, denen das Gauß'sche Ausbreitungsmodell zugrunde zu legen ist. Um die über einen längeren Zeitraum im Mittel zu erwartende zusätzliche Belastung abzuschätzen, werden u. a. die für den Standort und die Umgebung der Anlage maßgebenden meteorologischen Daten (Häufigkeitsverteilung als Kombination von Windrichtung, -geschwindigkeit und Ausbreitungs-klassen) benötigt. In orographisch gegliedertem Gelände, für das keine Ausbreitungs-klassenstatistiken vorliegen, muß versucht werden, durch örtliche Windmessungen und Vergleich mit gleichzeitigen Messungen an einer Dauermeßstelle auf die langjährigen Verhältnisse am Standort zu schließen. Die Anwendung des im folgenden beschriebenen Verfahrens setzt voraus, daß sich eine für die Ausbreitung der Emissionen repräsentative Meßstelle in der Umgebung der Anlage finden läßt, d. h., die Wind- und Turbulenzverhältnisse im Ausbreitungsraum des zu beurteilenden Gebietes sollten möglichst homogen sein. Die zum Vergleich herangezogene Dauermeßstelle sollte nicht zu weit von der Anlage entfernt sein (Entfernung « synoptischer Scale) und selbst nicht zu sehr von orographischen Gegebenheiten geprägt sein. Vergleicht man die gleichzeitig an der temporären und Dauermeßstelle gemessenen

Windrichtungen und -geschwindigkeiten (z. B. 10-Minuten-Mittelwerte), so kommt man auf eine 4-dimensionale Häufigkeitsverteilung

$$h_{ijkl}$$

(= Häufigkeit in der i-ten Geschwindigkeits- und j-ten Richtungsklasse bei der temporären Meßstelle, wenn an der Dauermeßstelle die k-te Geschwindigkeits- und l-te Richtungsklasse auftritt).

In Abb. 1 ist diese Häufigkeitsverteilung für einen konkreten Fall dargestellt. Sie ergibt sich, wenn über alle Geschwindigkeitsklassen i und k summiert wird. Deutlich ist ein Kanalisierungseffekt bei der temporären Meßstation erkennbar.

Die Häufigkeitsverteilung h_{ijkl} sei so normiert, daß für jede k-te Geschwindigkeits- und l-te Richtungsklasse

$$H_{kl} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ijkl} = 1$$

m = Anzahl der Geschwindigkeitsklassen

n = Anzahl der Richtungsklassen

gelte. Dann ergibt sich die langjährige Windgeschwindigkeits-Windrichtungsverteilung T_{ij} der temporären Meßstelle aus der langjährigen Verteilung D_{kl} der Dauermeßstelle durch

$$T_{ij} = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n h_{ijkl} \cdot D_{kl}$$

In den Abb. 2 bis 5 wird gezeigt, wie aufgrund einer etwa 8-monatigen Messung auf die Verteilung T_{ij} am Standort der Anlage geschlossen wurde.

Die Ausbreitungsklassen werden in ähnlicher Weise transformiert. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Bewölkungsverhältnisse an den beiden Meßstellen gleich sind, so daß die Modifikation nur noch über die Windgeschwindigkeit erfolgt.

Wie das Beispiel zeigt, können temporäre Messungen nur durch den Vergleich mit einer Langzeit-Statistik aussagefähig sein, da der Meßzeitraum nur selten für langjährige Verhältnisse repräsentativ ist.

Die Dauer der temporären Messung sollte sich neben der Witterung auch nach den orographischen Gegebenheiten am Standort der Anlage richten. Je stärker Kanalisierungseffekte ausgeprägt sind, umso kürzer kann i. a. die Vergleichs-Meßperiode sein.

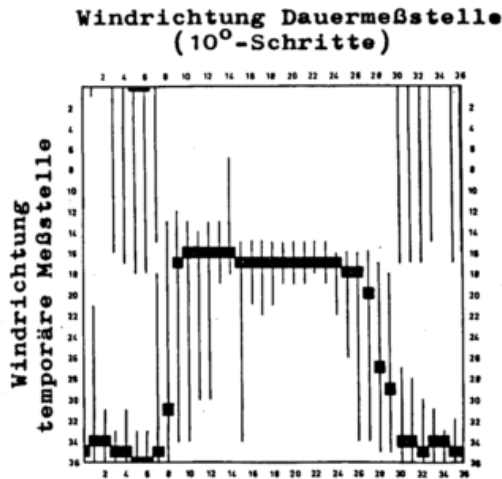
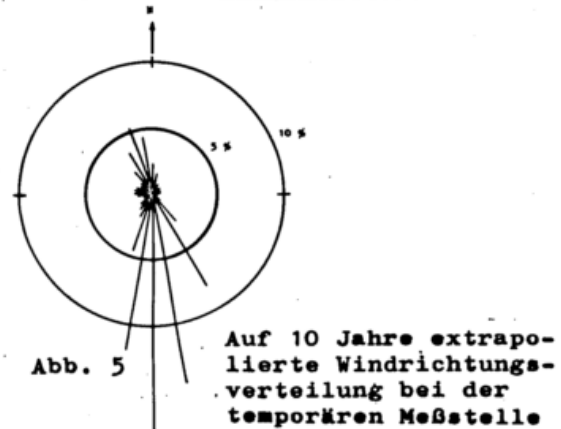
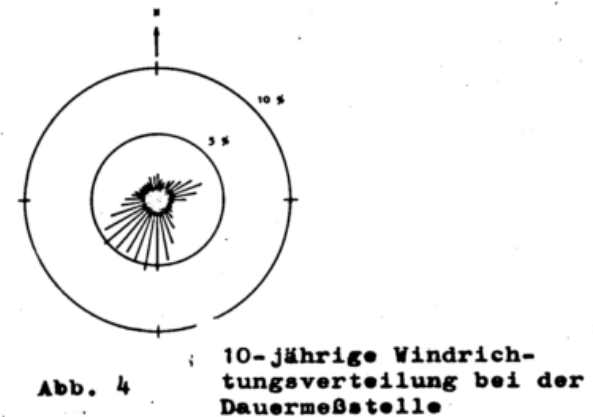
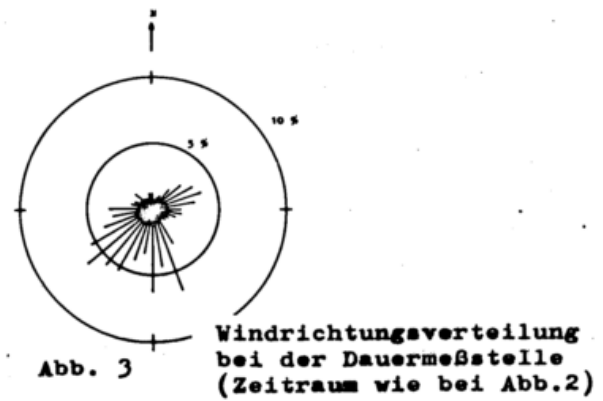
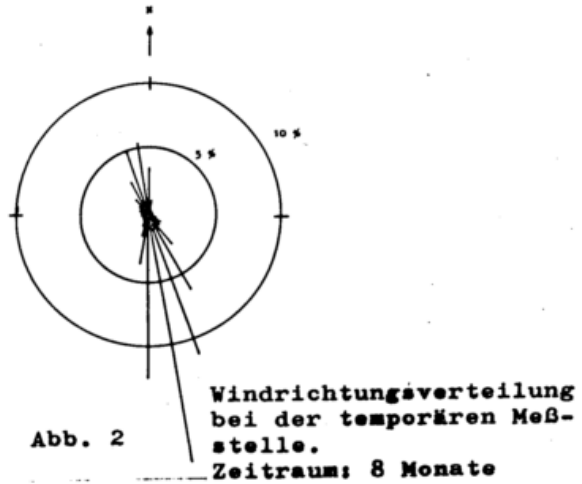


Abb. 1 Korrelationsbetrachtung der Windrichtung zwischen der temporären und der Dauermeßstelle. Zeitraum: 8 Monate

- 90 %-Wert
- 50 %-Wert
- 10 %-Wert



EMPIRISCHE VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG VON GERUCHIMMISSIONEN UND DIE
ÜBERTRAGBARKEIT AUF REPRÄSENTATIVE WAHRNEHMUNGSHÄUFIGKEITEN

Wolfgang Medrow

Rheinisch-Westfälischer Technischer Überwachungs-Verein e.V., Essen

Nach § 3 des Bundes-Immissions-
schutzgesetzes (BImSchG) und der
Technischen Anleitung zur Rein-
haltung der Luft (TALuft) zählen
unter anderem auch die Geruchstoffe
zu den Luftverunreinigungen, die zu
erheblichen Belästigungen für die
Allgemeinheit oder die Nachbarschaft
führen können. Die wesentlichen
Faktoren für den Grad der Belästi-
gung sind Häufigkeit, Dauer und
Intensität der Geruchimmissionen.

Im Rahmen von Genehmigungsanträgen
und Bauleitplanverfahren ist es
notwendig, die Geruchimmissionen in
der Umgebung zu beurteilen. Dies
geschieht je nach Aufgabenstellung
entweder mit Hilfe eines Ausbrei-
tungsrechenmodells oder mit Hilfe
von empirischen Verfahren.

Empirische Verfahren können nur zur
Beschreibung der Ist-Situation heran-
gezogen werden. Die empirischen
Verfahren werden insbesondere dann
angewendet, wenn diffuse Quellen
ohne definierte Emissionsbedingungen
(z.B. Kläranlagen, Deponien, etc.)
vorliegen bzw. wenn kein Zugang zum
Emittenten möglich ist, um die
Emissionen ermitteln zu können.

Man unterscheidet zwei Verfahren:

- die Rastermethode und
- die Fahnenmethode.

Bei der Rastermethode wird jeder
Rasterkreuzungspunkt eines über das
Beurteilungsgebiet gelegten Rasters
nach einem vorgegebenen Plan begangen
und auf Geruchwahrnehmungen geprüft.
Aus dem Verhältnis der Anzahl der
Begehungen mit Gerucheindrücken und
der Gesamtzahl der Begehungen kann
dann die Häufigkeit der Geruchwahr-
nehmungen für jeden Rasterkreuzungs-
punkt ermittelt werden. Hierbei
stellt sich die Frage, wie häufig
und nach welchem Plan jeder Raster-
kreuzungspunkt begangen werden muß,
damit die ermittelten Geruchwahrneh-
mungshäufigkeiten hinsichtlich der
Emissionsverhältnisse und der mete-
orologischen Verhältnisse repräsen-
tativ sind.

In einem Fall wurde von uns jeder
Rasterkreuzungspunkt eines vorge-
gebenen Rasters zu unterschied-
lichen Tages- und Jahreszeiten
insgesamt 50 mal begangen. Ein Ver-
gleich der während der Begehungs-
zeiten vorherrschenden Windrichtungs-
verteilung mit der langjährigen Ver-
teilung zeigte in diesem Fall deut-
lich die Nichtrepräsentativität der
50 Begehungen.

Um zu einer im Sinne der Statistik repräsentativen Aussage zu kommen, müssen in erster Näherung die Geruchswahrnehmungshäufigkeiten mit dem Verhältnis der langjährigen und der kurzzeitigen Windrichtungsverteilung gewichtet werden.

Das Verfahren der Fahnenmethode berücksichtigt sowohl die langjährige Windrichtungsverteilung als auch die langjährige Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassenverteilung zur Berechnung der statistischen Geruchswahrnehmungshäufigkeiten.

Bei diesem Verfahren werden etwa 4-6 Probanden senkrecht zur Ausbreitungsrichtung in Lee der zu untersuchenden geruchemittierenden Anlage postiert. Der Abstand zwischen den Standorten der Probanden ist konstant und richtet sich nach dem Grad der Auffächerung der Geruchfahne. Jeder Proband speichert seine Geruchseindrücke über einen Zeitraum von etwa einer halben Stunde auf ein speziell konstruiertes Datenerfassungsgerät. Für jeden Standort kann somit die Häufigkeit der Geruchswahrnehmung ermittelt werden. Während der Begehungen werden alle zur Bestimmung der Ausbreitungsklasse notwendigen meteorologischen Parameter wie Windgeschwindigkeit, Bedeckungsgrad und Höhe der Wolkenuntergrenze sowie die Windrichtung und die Entfernung zum Emittenten aufgezeichnet. Nach Möglichkeit werden die Begehungen (durchschnittlich 20 Begehungen) in unterschiedlichen Entfernungen und - um möglichst viele Ausbreitungs-

situationen zu erfassen - zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten durchgeführt.

Mit Hilfe des RWTÜV-Ausbreitungsrechenmodells (Medrow, 1984) werden anschließend Rückschlüsse auf die Geruchstoffemissionen der Anlage gezogen. Durch Vergleich mehrerer Rechenläufe mit den Begehungsergebnissen werden iterativ die Geruchstoffströme ermittelt, die die besten Übereinstimmungen liefern. Mit Hilfe des mittleren Geruchstoffstromes und einer für das Beurteilungsgebiet repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik können dann statistische Aussagen hinsichtlich der Geruchswahrnehmungshäufigkeiten gemacht werden.

Medrow, W.; Juergens, C.:

"Die Simulation der Geruchausbreitung"
Staub-Reinhaltung der Luft 44, 1984,
Nr. 11

Annie Rall

Lehrstuhl für Bioklimatologie und Angewandte Meteorologie, Universität München

1 EINLEITUNG

Für die humanbiometeorologische Beurteilung der thermischen Komponente des Klimas an einem Ort benötigt man außer Parametern, die konvektive Prozesse beschreiben, und Größen, die vom Menschen selbst bzw. seiner Kleidung abhängen, vor allem eine Reihe von Größen, die die Strahlungsverhältnisse am Ort angeben. Die menschlichen Energieumsätze durch Strahlung und die konvektiven Wärmeflüsse sind von gleicher Größenordnung. Dabei stellt die Berechnung des menschlichen Energieumsatzes durch Strahlung ein sehr komplexes Problem dar. Die Strahlungsflüsse werden über die mittlere Strahlungstemperatur quantitativ parametrisiert. Zur Berechnung der mittleren Strahlungstemperatur müssen alle Oberflächen der Umgebung des Menschen, einschließlich des Himmels, bezüglich ihrer Ausdehnung, Orientierung und Entfernung von der Person gewichtet werden. Dies wird durch Raumwinkelanteile erreicht, die man aus Horizontogrammen gewinnen kann. Diese geben eine Projektion aller Horizontüberhöhungen auf die Bildebene an. Daneben erhält man aus Horizontogrammen weitergehende standortspezifische Informationen, wie z.B. die maximal mögliche Sonnenscheindauer. Eine komfortable und vergleichsweise exaktere Methode zur Erstellung von Horizontogrammen ist gegenüber herkömmlicher Arbeitstechnik die photographische Aufnahme mit einem speziellen Objektiv, einem sog. Fisheye-Objektiv. Abb. 1 zeigt ein Beispiel eines in dieser Weise angefertigten Horizontogramms (aus Kotz 1984).

2 METHODIK

Eine Kamera mit einem Fisheye-Objektiv mit 2π Blickwinkel wird auf einem Stativ mit der op-

tischen Achse genau auf den Zenit ausgerichtet. Als Kontrolle für die Ausrichtung kann eine auf das Objektiv aufgelegte Dosenlibelle dienen. Wird nicht bei vollständig bedecktem Himmel gearbeitet, empfiehlt sich die Verwendung eines Filmmaterials mit sehr flacher Gradation. Ist die Sonne zu sehen, wird ein dunkles Filter (z.B. ein Stück geschwärzter Film) an einem Draht montiert und so ausgerichtet, daß die gesamte Objektivöffnung dadurch abgeschattet wird. Das Negativ wird auf ein Papierbild seitenverkehrt (um die gewohnte Orientierung zu gewährleisten) auf einen genau definierten Durchmesser vergrößert und in einer Kompaßrose ausgerichtet. Um wie mit einem herkömmlichen Horizontogramm verfahren zu können, legt man eine Folie auf das Bild, auf der für die jeweilige geographische Breite für ausgewählte Tage des Jahres die Sonnenbahnen eingetragen sind.

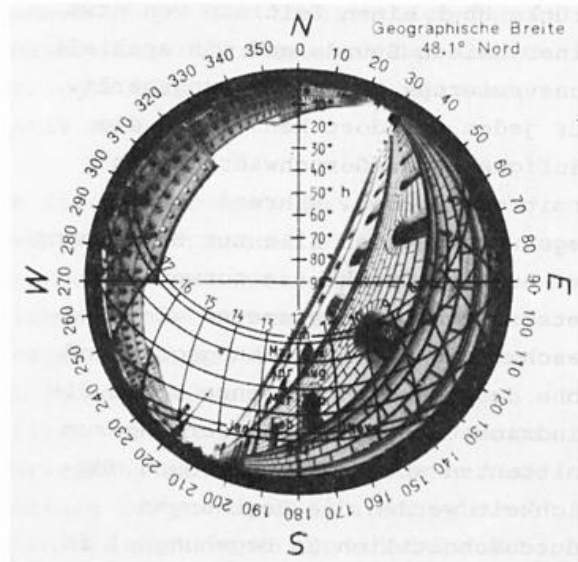


Abb. 1: Beispiel eines Horizontogramms, angefertigt mit einem Fisheye-Objektiv (aus Kotz 1984)

3 AUSWERTUNG

3.1 VISUELLE AUSWERTUNG

Ohne weitere Hilfsmittel kann nun direkt die maximal mögliche Sonnenscheindauer abgelesen werden. Die Oberflächen der Umgebung können nach ihren Raumwinkelanteilen abgeschätzt werden und - was ein besonderer Vorteil ist - es kann in den meisten Fällen unmittelbar erkannt werden, aus welchen Materialien die Oberflächen bestehen. Ohne langwierige Zusatzmessungen am Ort kann man aus Tabellen kurz- bzw. langwellige Absorptions- bzw. Emissionskoeffizienten erhalten.

3.2 EDV-GESTÜTZTE AUSWERTUNG

Der Einsatz der EDV erlaubt es, die schnelle Horizontaufnahme mit einer rationellen Auswertetechnik zu ergänzen. Nach Digitalisierung der Horizontlinie kann ein Programm zunächst sehr einfach für jeden beliebigen Tag des Jahres die maximal mögliche Besonnungszeit errechnen. Ferner kann aus dem Sonnenstand und einem Tabellenwert für die atmosphärische Trübung ein Schätzwert für die direkte Sonnenstrahlung bei wolkenlosem Himmel berechnet werden. Zur Bestimmung der Raumwinkelanteile digitalisiert man die einzelnen interessierenden Oberflächen. Zu deren Berechnung empfiehlt es sich durch Anwendung einer Koordinatentransformation das Bild so zu verzerren, daß schließlich im verzerrten Zustand gleichgroße Bildflächen gleichen Raumwinkelanteilen entsprechen. Dies ist erreicht, wenn zwischen Zenitdistanz z eines Punktes und seiner Lage im Horizontogramm r' folgende Beziehung gilt:

$$r' = \sqrt{1 - \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot z\right)}$$

mit $r' = \frac{r}{R}$, r = Radius des Bildpunktes
 R = Gesamtradius des Bildes

und $z = \frac{\text{Zenitdistanz in } ^\circ}{90}$

In der Praxis wird man für ein gegebenes Objektiv durch experimentelle Kalibrierung zunächst den Zusammenhang zwischen Entfernung zum Bildmittelpunkt und Zenitdistanz gewinnen und die tatsächliche Projektion durch ein Polynom ap-

proximieren. Das bei Kotz (1984) verwendete Objektiv erwies sich als ein Objektiv mit linearem Zusammenhang zwischen r' und z .

Die Raumwinkelanteile einer im Bild abgetasteten Oberfläche können so mühelos durch Benutzung eines Programms zur Berechnung von Flächen eines Kurvenzuges erhalten werden. Anschließend ist lediglich noch eine Normierung auf die Gesamtkreisfläche erforderlich.

4 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Das dargestellte Verfahren zeichnet sich sowohl durch eine einfache und schnelle Handhabung im Gelände sowie durch eine sehr gute Genauigkeit und Reproduzierbarkeit als auch durch eine rationelle Auswertemöglichkeit aus. Horizontogramme, die mit einem Fisheye-Objektiv erstellt werden, liefern auf komfortable Weise wichtige Daten für die praktische Anwendung von Energiebilanzmodellen (z.B. Höppe 1984). Weitere Anwendungsgebiete findet man bei zahlreichen standortspezifischen Untersuchungen z.B. bei humanbiometeorologischen Beurteilungen von Raumordnungsplänen (Neubauplanung und Sanierung) sowie als wertvolle Hilfe bei Waldschadenserhebungen.

LITERATUR

- Höppe, P.: Die Energiebilanz des Menschen. Wiss. Mitt. Meteor. Inst. Univ. München Nr.49 (1984).
- Kotz, A.: Humanbiometeorologische Bewertung des thermischen Milieus innerhalb verschiedener Stadtstrukturen. Diplomarbeit am Lehrstuhl f. Bioklimatologie u. Angew. Meteorologie d. Univ. München (1984).

MESSUNGEN VON OBERFLÄCHENTEMPERATUREN IN GARTENHÖFEN VERSCHIEDENER EXPOSITION MIT UND OHNE VEGETATION

Fritz Wilmers

Institut für Meteorologie und Klimatologie Universität Hannover

Versuchsgärten unterschiedlicher Abmessungen des Instituts für Grünplanung und Gartenarchitektur der Universität Hannover gaben die Möglichkeit, auf kleinem Raum differenzierte Standorte zu untersuchen (Herrn Prof. Nagel ist für die Erlaubnis und Unterstützung zu danken, Wilmers 1972, 1978).

Im September 1984 wurden bei Strahlungswetter Oberflächentemperaturen in diesen Höfen von den unterschiedlichen Oberflächen durch im Tageslauf wiederholte Meßzyklen - quasi im Tagesgang - erfaßt. Die Temperaturen wurden mit einem IR-Scanner, Typ AGA 782 SW aufgenommen und mit dem angeschlossenen Rechner GESOTEC mit Programm Disco 1 weiterverarbeitet. Die spektrale Empfindlichkeit des Scanners beträgt 3,5 - 5,6 μm , Maximum bei 4,8 μm . Die erforderliche Korrektur für atmosphärisches CO₂ und H₂O wird in Abhängigkeit von Meßentfernung und Umgebungstemperatur vorgenommen. In dem Empfindlichkeitsbereich des Scanners sind die Emissionsgrade von grünen Pflanzenteilen und anderen Oberflächen unterschiedlich, liegen jedoch weitgehend zwischen etwa 0,88 und 0,98.

Ein Fehler im Emissionsgrad von 1 % kann zu einem Temperaturfehler von 0,5 - 1 K führen. Da die IR-Temperatur jedoch ohnehin erheblich größere Spannen und Differenzen aufweist als die Lufttemperatur, wurde hier mit einem Emissionsgrad von 0,97 gearbeitet.

Je nach Abmessungen der Höfe und Exposition der Mauern ergaben sich tagsüber besonnte und beschattete Lagen, sowie vormittags oder nachmittags besonnte Plätze.

Im Zusammenhang mit der Bepflanzung - Bewuchs an Mauern, Vegetation unterschiedlicher Art am Boden, Sträucher, Bäume und Pergolabearbeitung - dazu Wasserbecken - sind unterschied-

liche Tagesgänge der Oberflächentemperatur festzustellen mit Verschiebungen der Extreme bzw. Dämpfung der Höchst- und Tiefstwerte.

Typische Temperaturverteilungen und Temperaturunterschiede zeigen zwei IR-Aufnahmen aus dem großen Gartenhof mit Blick nach Norden. Dargestellt ist ein Situationsfoto, Abb.1; ferner die IR-Aufnahme vom 29.9.1984 um 13.40 h MEZ, Abb.2 und desgl. um 22.06 h, Abb.3.

In Abb.2 zeigt das Wasserbecken am linken unteren Bildrand eine Temperatur von etwa 13°C, besonnte Plattenflächen sind schon auf rund 36°C erwärmt, und an der nach Süden exponierten Mauer im Hintergrund treten Temperaturen um 50°C auf. Auch die bepflanzten Flächen sind mittags warm. Lebende Pflanzen bleiben kühl, solange sie den größten Teil der absorbierten Strahlung in Verdunstungsenergie umsetzen. Mittags ist die Transpiration jedoch oft eingeschränkt, und die Oberflächentemperatur der Pflanzenblätter steigt an (v.Hoyningen-Huene 1975).

Die in 50 cm Höhe mit einem Assmann-Psychrometer über den Pflanzen rechts außerhalb des Bildes gemessene Lufttemperatur betrug um 13 h 18°C und um 22 h 13°C.

Abends hatten sich die Vegetationsflächen auf rund 12°C abgekühlt, Abb.3; in den tagsüber verschatteten Bereichen war die Temperatur unter 10°C abgesunken. Die lange Zeit besonnten Mauern und nach Süd gerichteten Pergolastützen waren mit 17°C am wärmsten. Auch das Wasser hatte mit 15°C eine gegenüber den Vegetationsflächen und der Luft erhöhte Temperatur.

Im Vergleich läßt sich belegen, daß Mauern und Plattenflächen stets relativ hoch temperiert sind, außer in verschatteten Bereichen. Boden- und mauerbedeckende Stauden und Gehölze sorgen für Temperatenausgleich im Mikroklima und für Befeuchtung der Luft. Wasserflächen wirken an warmen Tagen kühl und speichern nachts Wärme (Nagel u.a. 1984, S.108). Durch gezielten planerischen Einsatz dieser Gestaltungselemente kann die Wohnumwelt des Menschen bioklimatisch differenziert und im thermischen Komfort verbessert werden.



Abb.1

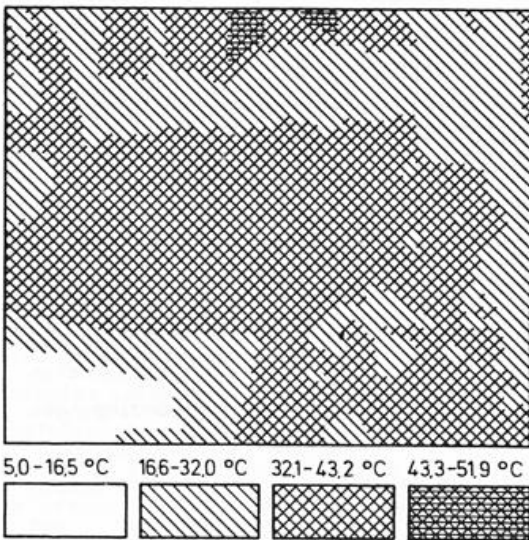


Abb.2

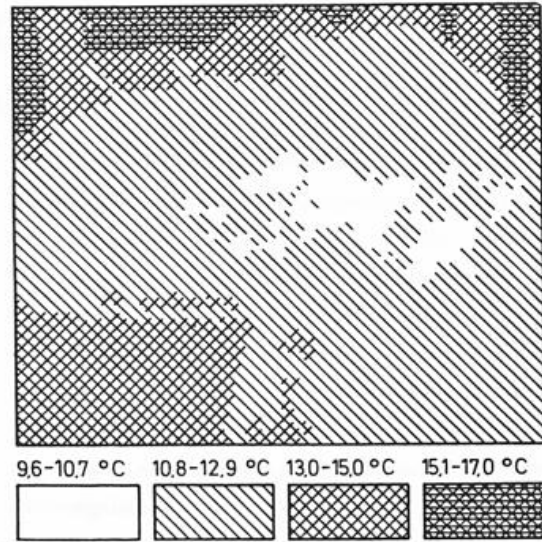


Abb.3

Literatur

v.Hoyningen-Huene, J.:
 Untersuchungen zum Energiehaushalt von Zuckerrübenbeständen. Ber.Inst.Meteor.u.Klimat. T.U.Hannover. Nr.10. 41-55. 1975.

Nagel, G.; Scholz, G.; Wilmers, F.:
 Ansprüche des Menschen an seine Klima-Umwelt. In: Spengelin, F.; Nagel, G.; Lutz, H.: Wohnen in den Städten? Katalog zur Ausstellung. 102-108. Akademie der Künste. Berlin. 1984.

Wilmers, F.: Temperaturstudien in Gartenhöfen. Das Gartenamt 21. 677-681. 1972.

Wilmers, F.:
 Temperaturmessungen in und an einem künstlichen Teich. Verh.Ges.Ökol. 7. 413-426. 1978.

LOKALKLIMATISCHE BESONDERHEITEN IN IHRER BEDEUTUNG FÜR ERHOLUNGSGEBIETE
(AM BEISPIEL SAARLAND-ERHOLUNGSRaum UNTERES BLIESTAL)

Hans Jürgen Swantes
Deutscher Wetterdienst, Zentralamt, Abt. Klimatologie,
6050 Offenbach/Main

Der Besuch eines Erholungsgebietes, ganz gleich ob kurz oder längerfristig, bedeutet stets eine bewußt herbeigeführte Änderung der bioklimatischen Umwelt. Für den Erholungssuchenden ist damit aber auch eine bestimmte Erholungsplanung verbunden. Als meteorologische Hilfe für solche Planungen ist eine Anzahl von Klimaindizes entwickelt worden, die einen Hinweis geben sollen, in welchen Gebieten die Urlauber einer bestimmten erholungsdienlichen Beschäftigung nachgehen könnten.

Wegen der unterschiedlichen Konstitution der Erholungssuchenden und den mannigfaltigen Erwartungen, die an die Erholungszeit gestellt werden, kann der Erholungswert nicht unbedingt mit diskreten Werten der Klimaelemente beschrieben werden; es wird aufgrund der interindividuellen Empfindungen der Menschen stets eine bestimmte Bandbreite sein. Es gibt also kein zahlenmäßig festlegbares Idealwetter bzw. -klima für eine optimale Erholung. Daher muß man einen Toleranzbereich angeben, in dem die überwiegende Mehrheit der Urlauber bei Ausübung bestimmter Freizeitbeschäftigungen eine Erholung und keine Belastung erfährt.

Damit erklärt sich auch die Beobachtung, daß die tägliche Wettervorhersage für die Urlauber in erster Linie bei Warnungen vor besonderen Wetterereignissen Bedeutung hat. Normalen Wetteränderungen kann durch übliche Schutzmaßnahmen (z.B. angepaßte Kleidung) oder durch Ausweichen auf andere, dem Wetter besser angepaßte Tätigkeiten begegnet werden.

Daraus resultiert aber auch oft eine falsche Interpretation des Begriffes "Erholung". So ist er für viele Urlauber an der See nur mit praller Sonne und warmen Meereswasser verbunden, obwohl der Erholungswert von Strandwanderungen bei leichter Brise und bedecktem Himmel für den Organismus zuträglicher wäre. Der Winterurlauber meint sich nur zu erholen, wenn die Schneedecke ausreichend ist, um täglich ein bestimmtes Pensum an Abfahrten auf Skipisten absolvieren zu können. Er könnte durch geruhsame Spaziergänge zunächst einen wesentlich größeren Erholungswert erreichen.

Da es in der Bundesrepublik Deutschland kaum noch eine Region gibt, in der das Klima nicht durch vielfältige Nutzungsänderungen beeinflusst ist, beinhaltet eine bioklimatische Begutachtung in erster Linie Aussagen darüber, ob und bei welcher Witterung eine Belastung oder Erholung des Menschen eintritt. Als Indikatoren für die Bewertung dienen u.a. die lokale Windzirkulation und Nebelhäufigkeit. Die lokale Windzirkulation ist neben den klimatologischen Bedingungen für die Verfrachtung von Luftbeimengungen vorrangig zur Belüftung von Tälern und Mulden während sommerlicher Hitzeperioden von Bedeutung, die Häufigkeit des Auftretens von Talnebel ist als Kriterium für die Anreicherung mit Luftverunreinigungen in den dortigen Siedlungen anzusehen.

Unter Berücksichtigung solcher Gesichtspunkte beauftragte der Minister für Umwelt, Raumordnung und Bauwesen des Saarlandes 1980 den Deutschen Wetterdienst, eine medizinmeteorologische-bioklimatische Bewertung für den Ausbau des Erholungswesens in 20 Schwerpunkträumen der Erholung im Saarland vorzunehmen. Mit dieser Untersuchung sollen die bioklimatischen Grundlagen für die im Landesentwicklungsplan ausgewiesenen Schwerpunkträume der Erholungen gelegt werden.

Insbesondere sollen Aussagen darüber gemacht werden, welche Teilgebiete sich aus bioklimatischer Sicht für Naherholung, Ferienerholung oder Kurerholung eignen. Damit soll die Möglichkeit geschaffen werden durch spätere, weiterführende Untersuchungen gezielt ermitteln zu können, welche Orte die klimatischen Voraussetzungen zur Anerkennung als Kur- oder Erholungsort haben und ob eine bislang auf den Sommer begrenzte Erholungssaison auch auf andere Jahreszeiten ausgedehnt werden kann.

Die klimatologischen Grundlagen (klimatologische Meßwerte aus längeren Meßreihen) sind für solche Begutachtungen in den meisten Fällen nicht ausreichend, da die Netzdichte der Klimastationen für diese lokalen Untersuchungen zu grobmaschig ist und ein temporäres Meßnetz der finanzielle Rahmen oft nicht gestattet. Deshalb war es notwendig, bei bestimmten Wetterlagen, welche die Ausbildung eines durch Ein- und Ausstrahlung bedingtes Lokalklima entstehen lassen, Geländebefahrungen durchzuführen. Bei diesen Fahrten wurden Einzelmessungen von Lufttemperatur und -feuchte vorgenommen. Zahlreiche Rauchkörperversuche dienten der Untersuchung lokaler Windsysteme. Die Obergrenzen des Talnebels konnten mit einem im PKW installierten Höhenmesser während der Profildfahrten ermittelt werden.

Zusätzliche Informationen über lokalklimatische Besonderheiten brachte eine Fragebogenaktion bei Personen, die sich aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit mit dem Wetterablauf beschäftigen müssen, z.B. Landwirte, Förster oder Straßenmeister. Alle verwertbaren Umfrage- und Meßergebnisse wurden in Arbeitskarten (Maßstab 1 : 50 000) festgehalten. Daraus konnten Ergebniskarten entwickelt werden, die für das jeweilige Untersuchungsgebiet Planungs- und Nutzungshinweise für die unterschiedlichen Arten der Erholungseignung nach bioklimatischen Kriterien enthalten. Zusätzliche gebietsspezifische Planungshinweise werden außerdem schriftlich formuliert.

Diese Arbeitsmethode wird am Beispiel des saarländischen Untersuchungsraumes "Unteres Blietal" dargestellt.

Literatur:

Swantes, H.J.: Medizinmeteorologisch-bioklimatische Bewertung ausgewiesener Schwerpunkträume der Erholung im Saarland, Band A, B und Kartenteil, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klimatologie, Zentralamt, Offenbach/M, 1982/83

DIE RÄUMLICHE VERTEILUNG VON WÄRMEBELASTUNG UND KÄLTESTRESS IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

G. Jendritzky

Deutscher Wetterdienst, Zentrale Medizin-Meteorologische Forschungsstelle, Freiburg

1 EINLEITUNG

Für eine klimagerechte Vorsorgeplanung zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen ist eine bioklimatologische Analyse und Bewertung des Raumes dargestellt in sog. synthetischen Klimakarten, besonders nützlich (SCHIRMER, 1980). Im folgenden wird ein Verfahren vorgestellt, das den "thermischen Wirkungskomplex" analysiert und solche punktförmig gewonnene Information räumlich darstellt.

2 DIE ANALYSE METEOROLOGISCHER DATEN

Für die quantitative Behandlung der thermischen Komponente eines Bioklimas wurde das "Klima-Michel-Modell" (JENDRITZKY et al., 1979) entwickelt, welches die Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen, die von Lufttemperatur und -feuchte, Windgeschwindigkeit und kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen abhängen, unter Berücksichtigung der Bekleidung in einer physiologisch relevanten Weise beschreibt. Behaglichkeit ist dabei gleichbedeutend mit minimaler Aktivität der Thermoregulationsmechanismen und Unbehaglichkeit Ausdruck zunehmender Anforderungen an die Thermoregulation. Man kann davon ausgehen, daß der Mensch über die Variation seiner Bekleidung sich im Jahresgang weitgehend an die thermischen Umgebungsbedingungen anpaßt (vernünftiges Verhalten!). Im gemäßigten Klima Mitteleuropas ergibt sich daraus, daß während einer großen Zahl von Tagen im Jahr thermisch indifferente Bedingungen herrschen, also zumindest theo-

retisch optimale Behaglichkeit zu erreichen wäre. "Wärmebelastung" trotz Sommerkleidung und "Kältestress" trotz Winterkleidung liegt dann vor, wenn bestimmte Schwellenwerte des Grades der Abweichung von einer ausgeglichenen Behaglichkeitsgleichung überschritten werden.

Durch die Analyse vieljähriger Reihen von Daten an hauptamtlichen Wetterstationen mit Hilfe des Klima-Michel-Modells erhält man punktförmige Informationen über die Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen im Jahresgang (JENDRITZKY, 1982).

3 DAS STOCHASTISCHE MODELL

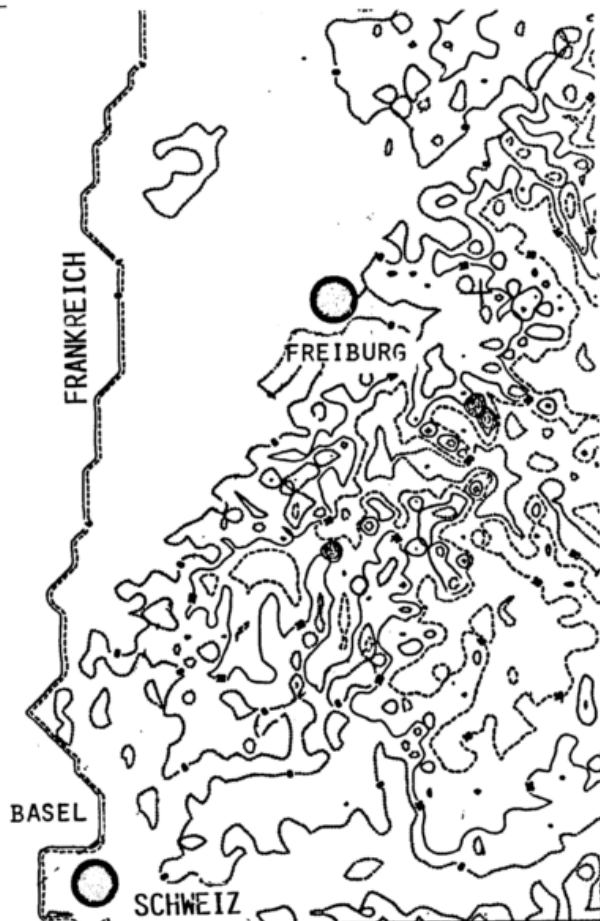
Die Übertragung in den Raum, die die Voraussetzung für eine kartenmäßige Darstellung ist, gelingt über ein stochastisches Modell, welches den Einfluß der Klimafaktoren geogr. Breite und Länge, Höhe über NN und Orographie beschreibt (JENDRITZKY, 1984). Die Orographie wird dabei über eine digitale Geländedatei (1 km Gitterpunktabstand) bestimmt. Die Korrelation zwischen beobachteten und berechneten Häufigkeiten extremer thermischer Bedingungen ist sehr eng; die Korrelationskoeffizienten differieren in den einzelnen Monaten nur geringfügig zwischen 0.92 und 0.99!

Das Verfahren gestattet nun unter Anwendung eines geeigneten Isolinenprogrammes die Konstruktion von monatlich differenzierenden Klimaeignungskarten (Maßstab 1 : 500 000), in denen die Eintrittswahrscheinlichkeiten für Kälte-

streß bzw. Wärmebelastung trotz jeweils weitgehend angepaßter Bekleidung räumlich dargestellt sind.

4 ERGEBNISSE

In der Norddeutschen Tiefebene kommt durch den Verlauf der Isolinien die Überlagerung der Einflüsse von geogr. Breite und Kontinentalität zum Ausdruck: der NW-SE-Verlauf im Sommer zeigt die Zunahme von Kältestress je weiter man sich nach Norden und nach Osten bewegt. Aus der Zunahme von Wärmebelastung mit abnehmender geogr. Breite und (geringer) mit zunehmender Kontinentalität ergibt sich im Juli ein Isolinienverlauf von WSW nach ENE.



Beispiel eines Computer-Plots (Ausschnitt aus Südwestdeutschland);
 10 km. Häufigkeit von Tagen mit Kältestress Januar.
 Isolinienabstand 4 Tage.

Im orographisch stärker gegliederten mittleren und südlichen Teil des Bundesgebietes fällt die große Bedeutung der Orographie insbesondere in mittleren Höhenlagen auf, wo zwischen Mulden- und Kuppenlagen in gleicher Höhe sich extreme Unterschiede in den thermischen Umweltbedingungen ausprägen. Die Abbildung zeigt den Ausschnitt eines Computer-Plots, der noch per Hand überarbeitet werden muß.

5 DISKUSSION

Das "Klima-Michel-Modell" gilt im "Mittel" für ein großes Kollektiv von Personen; das Verfahren ist standardisiert aufgrund zahlreicher Annahmen, die zwar "typisch", "plausibel" sind und auf Erfahrungen aufbauen, doch müssen folgende Randbedingungen bei einer Interpretation berücksichtigt werden:

- Zwischen den Individuen können große Unterschiede in der Thermoregulation auftreten. Diese hängen z.B. vom Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht ab, aber auch eine Vorschädigung oder unterschiedliche Akklimatisation beeinflussen den Wärmehaushalt. Bei höherer Wärmeproduktion als beim "Spaziergehen" wird eher Wärmebelastung auftreten, bei niedrigerer eher Kältestreß. Auch unangepaßtes Verhalten (falsche Bekleidung, Farbe der Bekleidung) verändert die thermischen Bedingungen.

- Im Maßstab 1 : 500 000 lassen sich kleinräumige Effekte über die Orographie oder Vegetation, wie etwa der Windschutz in Mulden oder hinter Hecken oder die Strahlung einer Felswand (Raster 1 km!) nicht berücksichtigen. Eine besondere Rolle spielt auch der Unterschied Sonne-Schatten (z.B. Wald-Freiland oder in stark anthropogen gestalteten Räumen), so daß auch hier "richtiges Verhalten" gefordert ist.

- Die Angabe "Zahl der Tage mitthermi-

scher Belastung" ist eine Aussage über die Eintrittswahrscheinlichkeit im 30-jährigen Mittel. In einem konkreten Monat können aufgrund der natürlichen Variabilität der Witterungsabläufe größere Abweichungen nach unten oder oben auftreten. Auch ist mit der Wahrscheinlichkeitsangabe nichts ausgesagt, wie sich die Tage innerhalb eines Monats verteilen.

-Die Karte beschränkt sich auf die Bedingungen der Wärmeabgabe, den "thermischen Wirkungskomplex". Nicht berücksichtigt sind daher die biometeorologisch ebenfalls bedeutsamen Parameter wie H_2O -Strahlung, Sauerstoffpartialdruck und insbesondere der Bereich der Lufthygiene.

Wenn auch die Aussagen der Karten in ihrer Interpretation für ein Individuum wegen der fehlenden Information über die individuellen Randbedingungen gewisse Unschärfen beinhalten und auch die aktuelle Witterung während eines Monats erheblich von den mittleren Verhältnissen abweichen kann und schließlich kleinräumige Effekte eine stark modifizierende Rolle spielen, so liefern die Karten doch eine standartisierte Grundlage für den Vergleich von Räumen im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit, das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen.

LITERATUR:

- JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H.-J., 1979. Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung ("Klima-Michel-Modell"). Beitr. Akad. Raumforschung, Landesplanung, Bd. 28, Hannover
- JENDRITZKY, G.: Zum Bioklima im Mittel- und Hochgebirge. ITAM 82, Ann. d. Met. Nr. 19 (1982), 223-225
- JENDRITZKY, G.: Bioclimatic Maps of Heat and Cold Stress of Man. Zürcher Geogr. Schriften Nr. 14 (1984), 101-102

SCHIRMER, H., 1980. Raumplanung und Klima. In: Klima und Planung 79, Tg. Ber. Geogr. Inst., Uni Bern, 11-20

ERGEBNISSE STADTKLIMATISCHER UNTERSUCHUNGEN IN BERLIN (WEST)

Manfred Horbert, Annette Kirchgeorg, Albrecht von Stülpnagel

Institut für Ökologie - Fachgebiet Bioklimatologie
Technische Universität Berlin

Die Modifizierung von Relief, Vegetation und Böden, aber auch die Schadstoffanreicherung in der Atmosphäre führen zu oft unerwünschten Veränderungen des Klimas von Städten und Ballungsgebieten. Obwohl diese anthropogenen Einflüsse schon länger bekannt sind (v. STÜLPNAGEL 1979), bereitet die Umsetzung dieser Problematik in die Stadtplanung noch erhebliche Schwierigkeiten.

Viele diesbezügliche Ansätze beschränken sich neben einer generellen Gegenüberstellung von Stadt und Umland auf kleinere Gebiete und Einzelsituationen. Die für viele Planungsfragen, aber auch für die städtische Ökosystemanalyse allgemein notwendige flächendeckende Erfassung klimatischer Parameter wurde erst in den letzten Jahren mit Hilfe von Stationen und mobilen Meßanlagen intensiver durchgeführt, u.a. von RPU 1977, WEISCHET u.a. 1977, BRAHE u.a. 1977, PFLUG u.a. 1978, BAUMGARTNER u.a. 1982.

In Berlin wurden für verschiedene Zwecke Klimakarten gefordert, die die stadtklimatischen Effekte qualitativ und möglichst auch quantitativ aufzeigen sollten. Hierbei handelte es sich u.a. um ein interdisziplinäres Forschungsprojekt "Ökologische Karten von Berlin-West als Grundlage künftiger Landschaftsplanung", in dem die Klima-, Boden- und Vegetationsverhältnisse des gesamten Stadtgebietes im Maßstab 1 : 50 000 flächendeckend aufgenommen werden mußten. In diesem Rahmen war auch die Entwicklung

eines sinnvollen Gliederungskonzeptes der Biosphäre in Ballungsräumen vorgesehen (BÖCKER u.a. 1985). Ferner wurden klimatische Grundkarten für den Umweltatlas Berlin gefordert (Senator für Stadtentwicklung u. Umweltschutz 1985), der regionale Differenzierungen der Umweltsituation und Belastungsschwerpunkte aufzeigen sollte.

Auf der Basis zahlreicher Einzeluntersuchungen in Berlin (HORBERT, KIRCHGEORG, v. STÜLPNAGEL 1983) wurde eine Methode entwickelt, die die Erstellung der geforderten Klimakarten aus einer Kombination von stationären und mobilen Messungen auch über längere Zeiträume erlaubt (HORBERT, KIRCHGEORG, v. STÜLPNAGEL 1984). Neben den etwa 21 Klimastationen (Temperatur und Feuchte in 2 m Höhe) des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin bzw. des DWD und weiteren 11 eigenen Stationen wurde ein Meßwagen zur Ermittlung von Temperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung eingesetzt. Anhand des Reliefs, der Nutzung und anderer ökologischer Aspekte ließen sich bis zu 13 verschiedene Meßstrassen durch das gesamte Stadtgebiet mit insgesamt bis zu 1000 Aufpunkten festlegen. Die hohe Anzahl der Meßpunkte, verbunden mit ca. 100 Meßfahrten, ermöglichte eine Zuordnung charakteristischer Klimateigenschaften zu den für Berlin typischen Flächennutzungen. Zur Herstellung der Karten wurden die zu verschiedenen Zeitpunkten und auf den unterschiedlichen Trassen gemessenen Profile entsprechend

der jeweiligen Windstatistik angeglichen, gewichtet und anschließend in die statistisch relevanten Ergebnisse des Meßnetzes eingegliedert.

Somit konnten in einer ersten Stufe für bestimmte Wetterlagen die flächendeckende Verteilung der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchte, des Dampfdrucks und der Äquivalenttemperatur als Maß der Schwülegefährdung vorgelegt werden. Hinsichtlich der Temperatur ließ sich diese Methode auf die Darstellung des Jahresmittels 1982 und des langjährigen Mittels (1961-1980) erweitern. Die Temperaturverteilungen zeigen größere Unterschiede zwischen der Innenstadt und den Außenbezirken, als es allein mit dem Meßstellennetz bisher erkannt wurde. So umfaßt die Temperaturspanne im langjährigen Mittel mehr als 2 K.

Hinsichtlich der Luftfeuchte ergibt sich je nach Tageszeit und Wetterlage eine sehr unterschiedliche Verteilung von Quellen und Senken. Während die Grünflächen innerhalb und außerhalb des Stadtgebietes durch ihre Transpiration mehr Wasserdampf produzieren, können diese in den Nachtstunden abgekühlten Flächen durch Taubildung eine erhebliche Senke erzeugen. Überlagert wird dieser Mechanismus durch diverse und zum Teil großflächige anthropogene Wasserdampfquellen. Allgemein zeigen sich jedoch mit ca. 4.5 hPa relativ geringe Dampfdruckunterschiede, sodaß die entsprechende Verteilung der relativen Luftfeuchte durch die Temperatur bestimmt wird. Die Spanne der gemessenen Äquivalenttemperaturen liegt im Einzelfall bei ca. 7 K. Im allgemeinen weisen die dichter bebauten Bereiche sowie die meisten Industrie- und Freiflächen relativ hohe, größere Freiflächen mittlere bis niedrige und die grossen Waldgebiete niedrige Werte auf.

Zur Darstellung der Windverhältnisse in 2.7 m Höhe wurden die Mittelwerte aus 29 Tages- und 70 Nachtmeßfahrten nach verschiedenen Flächennutzungen zusammengefaßt. Gilt nunmehr der Flächentyp mit der höchsten mittleren Windgeschwindigkeit als Bezugspunkt, so lassen sich für alle anderen Flächentypen prozentuale Windgeschwindigkeitsreduzierungen angeben und entsprechend der Nutzungsverteilung auch in einer Karte darstellen.

Sowohl die dicht bebauten Bereiche als auch offene, stark versiegelte Flächen weisen tags und nachts relativ hohe Windgeschwindigkeiten auf. In der aufgelockerten Bauweise mit höherem Vegetationsanteil werden die Windgeschwindigkeiten dagegen tags und nachts auf mittlere bis niedrige Werte reduziert. Geringe Windgeschwindigkeiten treten tags und nachts in waldartigen Grünbereichen sowie in Rinnenlagen auf. Die offeneren Grünflächen zeigen tagsüber dagegen mittlere bis sehr hohe, nachts allerdings nur geringe bis mittlere Windgeschwindigkeiten.

Auch die Windrichtungen können zumindest für die untersuchten Aufpunkte analysiert und dargestellt werden. Hierbei zeigen sich je nach Bau- und Vegetationsstruktur erhebliche Abweichungen von der Hauptwindrichtung. In austauscharmen Nächten wurden vereinzelt Flurwinde und reliefbedingte Kaltluftabflüsse beobachtet.

In einer zusammenfassenden Darstellung der Jahresmittel-, der mittleren Jahresminimum-Temperaturen und der mittleren Temperatur-Tagesamplituden ließ sich für das Jahr 1982 eine Karte der Zonen stadtklimatischer Veränderungen ableiten. Während sog. Funktionskarten (KVR 1985, KUTTLER 1984) Ursachen enthalten,

werden hier die klimatischen Effekte dargestellt. Ausgehend von Freilandverhältnissen können für jede Zone beschrieben werden:

- Neigung zur Überhitzung, nächtliche Abkühlung, Frostgefährdung, Heizgradwerte,
- Feuchteveränderungen, Schwülegefährdung,
- Modifizierung der bodennahen Windverhältnisse, Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Klimabereichen, potentielle Immissionsgefährdung.

Damit wird für die Zonen auch eine bewertende Klassifizierung in Belastungs-, Ausgleichs- und Übergangsbereiche möglich, die auch planungsrelevante Aussagen zuläßt.

LITERATUR

- BAUMGARTNER, A.; MAYER, H. u.a.: Stadtklima Bayern. Lehrstuhl f. Bioklimat. u. Angew. Meteor. d. Univ. München. Jahresberichte ab 1982.
- BÖCKER, R.; SUKOPP, H. (Red.) u.a.: Ökologische Karten Berlins - Beispiel Tegel und Tegeler See. Die Erde. 1985 (im Druck).
- BRAHE, P.; EMONDES, H.; HORBERT, M.; PFLUG, W.; WEDECK, H.: Landschaftsökologische Modelluntersuchung Hexbachtal. Hrsg.: Kommunalverband Ruhrkohlenbezirk. Essen 1977.
- HORBERT, M.; KIRCHGEORG, A.; VON STÜLPNAGEL, A.: Ergebnisse stadtklimatischer Untersuchungen als Beitrag zur Freiraumplanung. Umweltbundesamt (Hrsg.) Texte 18/83. Berlin 1983.
- HORBERT, M.; KIRCHGEORG, A.; VON STÜLPNAGEL, A.: On the Method for Charting the Climate of an Entire Large Urban Area. Energy and Buildings. 7(1984). S.109-116.
- KUTTLER, W.: Stadtklimatologische Untersuchungen in Lünen. In: Kuttler, W.; Schreiber, D. (Hrsg.): Stadt- und ländeklimatische Untersuchungen im südlichen Münsterland. Mat.z.Raumordnung aus dem Geogr.Inst.d.Ruhr-Univ. Bochum, Bd.XXV. S.15-76. Bochum 1984.
- PFLUG, W.; BIRKIGT, M.; HORBERT, M.; VOSS, H.; WEDECK, H.; WÜST, S.: Landschaftsplanerisches Gutachten Aachen. Hrsg.: Stadt Aachen. 1978.
- RPU: Lufthygienisch-meteorologische Modelluntersuchung in der Region Untermain. Abschlußbericht. Regionale Planungsgemeinschaft Untermain, Frankfurt a.M. 1977.
- SENATOR F. STADTENTWICKLUNG U. UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Umweltatlas Berlin. Bd.1. Berlin 1985.
- STOCK, P.; BECKRÖGE, W.: Klimaanalyse Stadt Essen. Hrsg.: Kommunalverband Ruhrgebiet. Essen 1985.
- VON STÜLPNAGEL, A.: Planungsrelevante Aspekte des Stadtklimas - Literaturanalyse. Unveröff.Dipl.-Arb. Inst. f. Meteor.u.Klimatol.d.Univ.Hannover. 1979.
- WEISCHET, W.; NÜBLER, W.; GEHRKE, A.: Der Einfluß von Baukörperstrukturen auf das Stadtklima am Beispiel Freiburg/Br. In: Franke, E. (Hrsg.): Stadtklima. S.39-63. Stuttgart, Karl Krämer Verlag 1977.

APPLIANCE OF METEOROLOGICAL AND SOLAR DATA IN HEALTH-RESORT CLIMATHERAPY

Sabina Tyczka and Irena Ponikowska

Institute of Balneology and Climatology, Poznań, Poland

1 INTRODUCTION

In order to obtain optimal effects in health-resort climatherapy, dosage of climatic stimuli will have to be based on exact measurement data which offer a physical basis for rational climatic treatment. Solar radiation is an important climatic agent influencing the synchronization of the life-cycles as well as powerful stimulus, producing defined thermic and photochemical effects in a living organism. A survey of the literature on the actual state in heliotherapy suggests, that what is still needed is a quantitative evaluation of the intensity of solar radiation stimuli in connection with study on the effectiveness of heliotherapeutic treatment.

2 METHODS AND MATERIALS

As a contribution to solve this important climatherapeutic problem we tried in present work to analyse the physiologically significant investigation results and adapt to the requirements of rational dosed heliotherapy the long-term actinometric data, published by Institute of Meteorology and Water Economy in the annals "Promieniowanie słoneczne". The intensity of ultraviolet solar radiation was determined on the basis of its photochemical activity, thus the sun-exposure time necessary to obtain a skin photo-erythema was used as criterion. In both actinometric and medical investigations, carried out simultaneously in Kołobrzeg at the Baltic coast in summer months /July/ in the time from 10 a.m. to 1 p.m., we established in 150 normal healthy subjects, aged 18-60, individual skin photo-erythema doses as well as corresponding equivalents of global solar radiation, received during the sun-exposure time per unit area of the irradiated skin surface. Furthermore the hourly sums of global solar radiation, recorded during the period 1966-1980 in four meteorological stations representative for different climatic regions of Poland, were analysed in relation to the estimated value of the energetic equivalent for calculated mean photo-erythema dose as well as in dependence on sun's altitude and meteorological conditions /cloudiness/.

3 RESULTS

The skin photo-erythema dose is the product of solar radiation intensity and the time of sun-exposure. On the ground of our investigations we are justified in believing, that the skin photo-erythema dose corresponds to the simultaneously received amount of global solar radiation: mean dose - to about 167 Jcm^{-2} , mean for fair-haired subjects - to about 155 Jcm^{-2} and mean for dark-haired subjects - to about 180 Jcm^{-2} of irradiated skin surface. These mean photo-erythema doses expressed in time of sun-exposure are calculated as 40, 37 and 43 minutes respectively. However especially sensitive individuals /about 11% of the studied material/ were already affected by 84 Jcm^{-2} and a few very resistant ones - by 251 Jcm^{-2} of irradiated skin surface. These results are valid for insolation conditions similar to those on the Baltic coast - during sunny weather and sun's altitude of $50-60^\circ$.

Because only rarely are measurements of solar radiation available in health resorts, it is necessary to use the routinely collected data. For Poland such a possibility is given by 29 official stations monitoring global radiant energy. Investigation results illustrating regional, seasonal and diurnal differentiation in direct and global solar radiation are presented in the following tables 1, 2 and 3. Maximal measured values of direct solar radiation /table 1/ vary considerably in space and time reflecting the general trend of falling or increasing intensities, chiefly dominated by astronomical, meteorological and physical factors, such as latitudinal, diurnal and annual variation of sun's altitude, elevation above sealevel, meteorological conditions and atmospheric transparency due to air pollution. Data in tables 2 and 3 give information relevant to the occurrence frequency of conditions favourable for heliotherapy. According to our investigations, the estimated value of the energetic equivalent for mean photo-erythema dose and the sun's altitude $>30^\circ$ respectively were taken as criterion for periods of potential full photo-chemical activity of solar radiation.

Table 1. Maximal measured values of direct solar radiation received on a surface normal to the sun's beam. Units: $mWcm^{-2}min^{-1}$. 1961-1980.

Stations	H m a.s.l.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.
Kołobrzeg	16	99.8	96.3	99.1	102.6	95.6	96.3	91.4
Brwinów	112	90.7	95.6	91.4	92.1	100.5	95.6	92.1
Zakopane	857	100.5	97.7	94.2	96.3	97.0	99.1	99.1
Kasprowy Wierch	1966	115.8	114.4	108.9	106.1	110.2	110.2	111.6

Table 2. Mean hourly sums of global solar radiation. Units: $kJm^{-2}h^{-1}$. 1966 - 1980.

Time	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18 ^h
Kołobrzeg /54°11'N; 15°35'E; 16 m a.s.l./ Health-resort at the Baltic coast										
March	553	841	1076	1189	1222	1122	938	678	364	105
April	1047	1361	1603	1700	1721	1608	1407	1126	766	398
May	1428	1725	1980	2135	2169	2035	1813	1478	1138	724
June	1578	1947	2185	2290	2298	2219	1964	1649	1260	862
July	1415	1733	1984	2110	2123	2026	1850	1532	1189	825
Aug.	1294	1645	1901	2064	2085	1980	1737	1402	1009	599
Sept.	804	1105	1327	1461	1495	1344	1151	808	469	163
Zakopane /49°18'N; 19°57'E; 857 m a.s.l./ Climatic Station in Tatra-Mountains										
March	720	1088	1340	1486	1474	1335	1080	733	381	109
April	1013	1315	1520	1649	1603	1449	1206	917	582	264
May	1302	1553	1649	1679	1696	1524	1294	1017	758	435
June	1390	1608	1629	1658	1662	1536	1356	1088	821	532
July	1273	1499	1649	1679	1595	1536	1348	1084	808	523
Aug.	1189	1478	1649	1675	1603	1449	1235	942	645	347
Sept.	879	1193	1348	1394	1335	1197	925	678	352	109

Table 3. Frequency of weather conditions favourable for heliotherapeutic treatment - in daily and seasonal course. Mean monthly number of hours with global solar radiation values $> 167 Jcm^{-2}h^{-1}$. 1971-1978.

Time	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15 ^h
Values	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD
Kołobrzeg							
March	-	1.4 1.8	6.4 2.1	9.0 3.7	10.1 3.7	7.2 2.3	2.6 2.1
April	5.6 2.4	12.4 2.5	15.9 3.5	17.0 2.4	17.6 2.9	16.0 2.6	14.0 2.9
May	16.0 3.2	17.9 6.3	19.7 3.9	20.9 3.4	21.6 3.1	21.2 3.5	19.2 3.7
June	15.5 4.5	20.0 2.3	21.6 2.8	22.5 2.9	21.1 3.4	21.1 3.3	20.5 4.0
July	14.2 3.7	17.5 3.4	20.5 2.9	21.0 4.5	21.0 3.7	20.6 3.9	19.9 3.0
Aug.	9.1 2.9	18.7 2.9	21.7 3.0	23.2 3.7	23.7 3.0	22.9 2.6	20.6 2.2
Sept.	0.1	4.7 1.6	10.9 1.8	13.5 3.3	15.2 2.7	12.4 2.4	5.7 2.0
Zakopane							
March	-	4.9 2.8	11.2 3.5	14.5 1.6	13.9 1.9	11.2 3.2	6.1 3.3
April	5.1 1.8	11.0 3.2	11.7 3.6	14.1 4.0	13.7 3.3	12.2 3.1	8.7 3.0
May	12.5 3.2	13.5 3.3	13.5 3.6	13.4 4.6	13.6 4.3	11.9 3.5	8.9 2.9
June	13.6 2.8	14.4 2.4	13.5 2.4	13.2 3.9	13.1 4.7	11.9 4.3	11.4 4.1
July	13.0 2.7	15.0 1.7	15.1 3.6	14.9 3.2	13.4 1.8	12.4 2.8	11.9 2.9
Aug.	10.6 4.0	14.5 3.6	15.7 2.9	16.2 3.4	15.2 3.2	13.1 3.1	11.4 3.5
Sept.	0.7	10.0 4.1	11.1 4.9	12.2 4.4	10.5 4.3	10.1 4.4	5.2 3.5

SD - Standard Deviation

4 CONCLUDING REMARKS

Most useful for rational dosed heliotherapy are the results of simultaneous solar radiation measurements - within biologically important intensity ranges of solar spectrum including UV-radiation. As long as this kind of measurements is not generally effected, in heliotherapeutic treatment the dosage of solar radiation stimuli

will have to be based on information provided by long-term actinometric data, representative for a given climatic region - illustrating the range of solar radiation intensity changes within diurnal and seasonal course and taking in account different weather conditions. The authors present the results of their investigations in this respect.

Autorenverzeichnis

- Ambach, W. 114
 Baranowska, M. 27
 Beck, E.G. 70
 Beckröge, W. 60
 Beyen, K. 67
 Blumthaler, M. 114
 Boehm, G. 92
 Bucher, K. 38
 Dirnagl, K. 80
 Dubaniewicz, I.H. 109
 Eberhard, K. 82, 86
 Eberle, D. 104
 Ehrenstein, W.H. 1
 Fegeler, U. 72, 82, 86
 Fett, W. 42
 Fortak, H. -
 Frank, J. 65
 Frommes, B. 95
 Gabryl-Wojtach, B. 27
 Gerth, W.-P. 116
 Hammer, N. 122
 Harlfinger, O. 119
 Höppe, P. 17
 Höschele, K. 9
 Horbert, M. 137
 Hummel, K. 33
 Jendritzky, G. 101, 134
 Jenkner, F.L. 29, 43
 Jost, D. -
 Junker, E. 75
 Kapaun, H. 75
 Katzschner, L. 77
 Kirchgeorg, A. 137
 Klinker, L. 23
 Koch, E. 122
 Kollé, O. 9
 Květoň, V. 51, 53
 Lecheler, J. 47, 63
 Machalek, A. 43, 57, 75
 Matoušek, J. 51
 Mayer, E. 19
 Mayer, H. 99
 Medrow, W. 126
 Mohr, M. 59
 Moyzes, R. 72, 82, 86
 Örményi, I. 25
 Pelz, J. 55
 Pierau, Fr.-K. 6
 Pleško, N. 31
 Pulpitlová, J. 112
 Rabe, R. 90
 Rall, A. 128
 Richter, C.-J. 124
 Rudel, E. 122
 Sabo, P. 57
 Schlipköter, H.-W. 67
 Schmidt, P. 70
 Schuh, A. 21, 88
 Schultz, E. 90
 Šebesta, Z. 51
 Sievers, U. 101
 Stolwijk, J.A.J. -
 Stülpnagel, A. v. 137
 Swantes, H.J. 55, 132
 Turowski, E. 23
 Tyczka, S. 140
 Vent-Schmidt, V. 106
 Völker, M. 47, 63
 Wang, Y. 49
 Wedler, E. 72, 82, 86
 Weihe, W.H. 35
 Wenzel, H.G. 12
 Wilmers, F. 130
 Winkler, R. 63
 Zaninovič, K. 45
 Zhang, X. 49

