

DAS BbGNATSchG FORDERT ZU RECHT:

**GEBIETE MIT GÜNSTIGER KLEINKLIMATISCHER WIRKUNG SOWIE LUFTAUSTAUSCHBAHNEN
SIND ZU ERHALTEN. FÜR EINEN INTEGRIERTEN NATURSCHUTZ
SIND KLIMAÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN EIN WICHTIGER BEITRAG.**

BERND STILLER

Stadtklimatologische Untersuchungen in Oranienburg

1. Rahmenbedingungen

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Projektes „Entwicklung eines Methodenkomplexes zur flächenhaften Bewertung des Naturraumpotentials als Grundlage für die ökologische Flächenutzungsplanung der Kommunen in den neuen Bundesländern“ führte die Dr. Schulz & Partner GmbH eine klimaökologische Analyse in Oranienburg durch. Oranienburg hat als Kreisstadt nördlich Berlins rund 30 000 Einwohner und liegt naturräumlich in der Zehdenick-Spandauer Havelniederung.

2. Klimatische Besonderheiten von Städten

Menschliches Wirken verändert den Zustand der Atmosphäre und damit die großräumigen Klimazustände, bekannt sind Fragen der globalen Erwärmung und die „Ozonloch“-Problematik. Der anthropogene Einfluß kann aber auch die atmosphärischen Bedingungen in Bodennähe ändern. Das ist besonders in größeren Siedlungen der Fall, wo natürliche Oberflächenstrukturen, zum Beispiel durch Bebauung oder Straßenbau, zerstört sind und werden, wo technische Einrichtungen Abwärme und Schadstoffe emittieren und durch Zunahme der Bodenrauigkeit der atmosphärische Austausch eingeschränkt wird. Diese Auswirkungen sind schon viele Jahrzehnte bekannt. Bereits 1910 veröffentlichte KASSNER „Meteorologische Grundlagen des Städtebaus“. Allerdings erfolgte die gesetzliche Verankerung der Klimaberücksichtigung erst im letzten Jahrzehnt.

In der Tabelle 1 ist der Stadteinfluß auf verschiedene Klimaelemente quantitativ dargestellt (vergleiche SCHIRMER et al. 1987). Im Einzelfall können davon jedoch Abweichungen auftreten. So gibt es in

Städten neben nebelfördernden Faktoren, zum Beispiel Aerosolmenge, reduzierter Windgeschwindigkeit - wie in Halle -, auch nebelhemmende Faktoren, zum Beispiel anthropogene Wärmeproduktion, reduzierte Evapotranspiration¹ - wie in München oder Berlin (KOEPE, SACHWEH 1992). In Oranienburg wurden im Winter in Teilen der Innenstadt, die nur locker bebaut und durch Bahndämme abgeschirmt sind und somit einem nur eingeschränkten Luftaustausch unterliegen, gegenüber dem Umland etwas tiefere Mitteltemperaturen festgestellt. Ungeachtet dessen gibt diese Tabelle eine Orientierung, ebenso die nachfolgende Definition des Stadtklimas (SCHIRMER et al. 1987):

„Stadtklima ist das gegenüber dem Umland stark modifizierte Mesoklima von Städten und Industrieballungsräumen. Es umfaßt das gesamte Volumen der bodennahen Luftschicht oberhalb und in unmittelbarer Umgebung der Stadt... Verursacht wird es durch die Art und Dichte der Bebauung, das Wärmespeichervermögen der Baustoffe, die Versiegelung des Bodens, das Fehlen der Vegetation, durch einen veränderten Wasserhaushalt und die vermehrte Emission von Abgasen, Aerosolen und Abwärme.

Wechselseitig bedingend ergeben sich daraus markante Phänomene des Stadtklimas, etwa die Entstehung einer Wärmeinsel, erhöhte Lufttrübung (Dunstglocke),

Tabelle 1: Mittlere Veränderung von Klimaelementen durch Stadteinfluß nach LANDSBERG

Element	charakteristische Größen	Änderung gegenüber nicht bebauten Gebieten
Luftbeimengungen	Kondensationskerne gasförmige Verunreinigungen Staub	+10 bis 100 mal +5 bis 25 mal +10 bis 50 mal
Wolken	Bedeckung Nebel (Winter) Nebel (Sommer)	+5 bis +10 % +100 % +20 bis +30 %
Niederschlag	Höhe (mm) Tage mit > 5 mm Regen Schneefall	+5 bis +10 % (im Lee) +10 % -5 bis -10 %
relative Feuchte	Winter Sommer	-2 % -8 %
Strahlung	Globalstrahlung UV (Winter) UV (Sommer) Sonnenscheindauer	-10 bis -20 % -30 % -5 % -5 bis -15 %
Temperatur	Jahresmittel Winterminima Heizgradtage frosthfreie Tage	+0,5 bis +1,5 K +1 bis +2 K -10 % +10 %
Windgeschwindigkeit	Jahresmittel Windstille Spitzenböen	-20 bis -30 % +5 bis +20 % -10 bis -20 %

reduzierte Windgeschwindigkeit und -zirkulation, vermehrte Niederschläge und verminderte UV-Einstrahlung. Die bioklimatische Belastung durch Luftbeimengungen sowie Smog oder Schwüle kann beträchtlich sein. Positiv wirken sich vor allem Grün- und Wasserflächen innerhalb des Stadtgebietes aus."

Die Erkenntnisse über die Besonderheiten des Stadtklimas haben sich in den letzten Jahrzehnten verbreitert beziehungsweise wurden bei einzelnen Phänomenen vertieft. Untersuchungen zur Wärmeinsel wurden zahlreich von OKE (zum Beispiel OKE 1987) publiziert, eine planungsbezogene Anwendung dieser Erkenntnisse kann am Beispiel der Stadt Münster (KIESE et al. 1992) studiert werden. Die Bedeutung der stadtspezifischen Windverhältnisse hoben BARLAG und KUTTLER 1991 hervor. Leicht zugängliche Übersichtsdarstellungen über stadt- und geländeklimatische Probleme, teils in engem Zusammenhang mit Fragen der Lufthygiene bieten VDI-KOMMISSION REINHALTUNG D. LUFT 1988, REUTER, BAUMÜLLER, HOFFMANN 1991, BAUMÜLLER, HOFFMANN, REUTER 1993 oder auch STILLER 1993.

Die klimatischen Besonderheiten größerer Siedlungsgebiete sind unumstritten, unterschiedliche Auffassungen gibt es zu Fragen der Umsetzung klimatologischer Erkenntnisse in der Stadtplanung. Die Stadtklimaforschung bemühte sich in den letzten Jahren um eine Definition des idealen Stadtklimas. Der Fachausschuß Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (MAYER 1989) einigte sich auf folgende Formulierung: „Das ideale Stadtklima ist ein räumlich und zeitlich variabler Zustand der Atmosphäre in urbanen Bereichen, bei dem sich möglichst keine anthropogen erzeugten Schadstoffe in der Luft befinden und bei dem den Stadtbewohnern in Gegendnähe (charakteristische Länge 150 Meter) eine möglichst große Vielfalt an Atmosphärenzuständen (Vielfalt der urbanen Mikroklimata) unter Vermeidung von Extremen angeboten wird.“ Da ein solches ideales Stadtklima realistisch nicht erreicht werden kann, besteht die Aufgabe der Stadtplanung darin, diesem Ideal durch Maßnahmen zur Minimierung der Belastungen und zur stadtklimatisch wirksamen Umweltverbesserung möglichst nahezukommen beziehungsweise mindestens ein tolerables Stadtklima zu erzielen.

Eine zentrale Frage planungsrelevanter klimatologischer Untersuchungen lautet stets: Wie wirken sich urbane Klimaveränderungen auf Gesundheit, Wohlbefinden

und Leistungsfähigkeit des Menschen aus? Trotz noch vorhandener unterschiedlicher Auffassungen über „erstrebenswerte Bedingungen“ (vergleiche zum Beispiel JENDRITZKY 1991) werden auf diese Frage zunehmend Antworten gefunden.

3. Mögliche Methoden der Klimaanalyse

Derzeit können etwa drei unterschiedliche Gruppen von Verfahren beschrieben werden:

- die „konventionelle“ Methode mit einem temporären Meßnetz und Meßfahrten bei Strahlungswetterlagen,
- die Thermalbilddauswertung,
- Modellrechnungen bei Vorgabe der (hochaufgelösten) Flächennutzung und Bebauung innerhalb des Stadtgebietes, Windkanaluntersuchungen.

Unter Auftraggebern für Klimaanalysen, also vorrangig bei kommunalen Verwaltungen, herrscht derzeit eine Unsicherheit über die Anwendung der geeignetsten Methode. Verstärkt wird diese Unsicherheit auch durch Argumente der unterschiedlichen Anbieter dieser Leistungen jeweils für „ihre“ Methode. Treten Kosten- und Zeitprobleme hinzu, so wird oft sehr schnell zur vermeintlich billigsten oder schnellsten Analysemethode gegriffen. Zur Auswahl der geeignetsten Methode sollte zunächst das wissenschaftliche Ziel einer stadtklimatologischen Analyse beachtet werden. Im allgemeinen wird es in der Erfassung der Lufttemperaturverteilung im Stadtgebiet, im Nachweis lokaler Windsysteme und der Erfassung des thermischen Verhaltens der verschiedenen Oberflächen der Stadt (KUTTLER 1993) bestehen.

3.1 Die „konventionelle“ Methode

Sie kann zu allen drei Anforderungen Aussagen erbringen. Der Nachteil gegenüber den anderen Methoden besteht darin, daß die Meßgeräte zunächst nur punktuelle Aussagen für den entsprechenden Standort liefern. Durch Meßfahrten kann der Flächenbezug für Temperatur und Feuchte hergestellt werden. Da Meßfahrten bereits in mittelgroßen Städten mehrere Stunden dauern, müssen nachträglich die gewonnenen Meßwerte einer Trendkorrektur unterzogen werden. Problematischer ist der Flächenbezug der Strömungsmessungen. Hier hilft zum Nachweis lokaler Windsysteme der Einsatz von Schwebballons und Markierungsstoffen (Tracer). Für den quantitativen Nachweis, zum Beispiel von Kaltluftströmen, können sol-

che Tracer verwendet werden, die als definierte Quellimpulse in die Atmosphäre induziert und im Zielgebiet mittels Gasprobennehmer nachgewiesen werden (KUTTLER 1993).

Die Bezeichnung „konventionell“ wurde im Zusammenhang mit dieser Methode lediglich zur Abgrenzung von den „modernen“ Methoden der Fernerkundung und Modellierung gewählt. Die eingesetzte Meßtechnik selbst ist zum Beispiel mit Daten-Loggern, die die Datenspeicherung für mehrere Wochen ermöglichen, oder vollelektronischen Meßgeräten für den mobilen Einsatz ebenfalls auf dem modernsten Stand der Technik. Nachteilig für den Nutzer oder Auftraggeber dieser Methode bleibt der notwendige, längere Meßzeitraum, der ein Jahr nicht unterschreiten sollte. Dieser Nachteil ist andererseits für die Aussage der Analyse und damit auch für die Umsetzbarkeit in der Stadtplanung vorteilhaft: Dem Bearbeiter der Daten bleiben Zusammenhänge im Temperatur- und Strömungsgeschehen der Stadt nicht verborgen, zur Absicherung von Aussagen kann auf mehrere Fallbeispiele zurückgegriffen werden.

3.2 Infrarot-Thermographie

Die Thermalbilddaufnahme gibt eine Übersicht über eine Temperaturverteilung im Stadtgebiet, die jedoch nicht mit der Verteilung der wirklichen Lufttemperaturen gleichgesetzt werden kann. Sie liefert lediglich Oberflächenstrahlungstemperaturen, außerdem werden Flächen in unterschiedlichen Höhen (Dächer, Straßen) in eine Ebene projiziert. Aussagen zum Strömungsgeschehen innerhalb der Stadt sind aus der Infrarot-Thermographie kaum ableitbar. Als zusätzliches Mittel bei den anderen Methoden ist die Thermalbilddaufnahme sehr wertvoll. Mit ihr können ähnlich reagierende Flächen zu Klimatopen zusammengefaßt werden und das Meßnetz entsprechend der Klimatopverteilung eingerichtet werden.

Die Euphorie bezüglich der Thermalbilddaufnahmen als alleinige Klimaanalysemethode erinnert an die Hoffnungen einiger Meteorologen im Zuge der Entwicklung der Wettersatellitensysteme - Messungen am Erdboden sollten überflüssig werden. Heute wissen wir: Die Wettersatellitenbilder sind ein Hilfsmittel, nicht mehr und nicht weniger.

3.3 Modelluntersuchungen

Während zur Erfassung des Istzustandes vorhergehende Methoden vorteilhafter (genauer) sind, können Aussagen über

den Planzustand beziehungsweise die notwendige Beurteilung verschiedener Bauvarianten nur mittels Simulation durchgeführt werden. Diese sind durch mathematische Modellrechnungen oder Windkanal-Untersuchungen möglich. Jedoch ist auch hier die Anpassung an die „Realität“ durch Messungen vor Ort (zumindest an einer beschränkten Anzahl von Meßpunkten) angezeigt, um eine hinreichende Modellgüte zu gewährleisten. Somit bilden „konventionelle“ Klimaanalysen eine gute Grundlage für eventuell später notwendige Modellierungen.

Eine besondere Bedeutung haben bioklimatische Rechenmodelle, zum Beispiel das „Klima-Michel-Modell“ („Klima-Michel“: Es werden die Einflüsse unterschiedlicher meteorologischer Bedingungen und unterschiedlicher Landnutzungen auf den menschlichen Wärmehaushalt untersucht, vergleiche zum Beispiel JENDRITZKY 1991). Aus gewonnenen Klimadaten und ihrer unterschiedlichen Ausprägung innerhalb der Stadt läßt sich eine bioklimatische Bewertung der Planungsgebiete meist nur grob abschätzen. Dagegen können mittels bioklimatischer Modelle die thermischen und aktinischen Wirkungen (Strahlungswirkungen von Sonne, Himmel und Umgebung auf den Menschen) auf das „durchschnittliche subjektive Empfinden des Menschen“ ermittelt werden. In Hinblick auf eine nutzergerechte Gestaltung des Klimas (Wohnumfeldverbesserung, Minimierung von Belastungen) sollten diese Aussagen eine Stadtklimaanalyse vervollkommen.

4. Messungen in Oranienburg

Die Klimaanalyse für Oranienburg erfolgte auf „konventioneller“ Grundlage. Zehn meteorologische Stationen mit Temperatur- und Feuchtegeber in zwei Meter Höhe und Windgeber, in zehn Meter Höhe aufgestellt, in verschiedenen Bereichen der Stadt, speicherten im 15-Minuten-Abstand die aktuellen meteorologischen Werte in Datenloggern, die etwa im Dreiwochen-Abstand ausgelesen wurden. Mit den Messungen wurde im Mai 1992 begonnen. Ergänzend zum Meßnetz wurden fünf Meßfahrten in Strahlungsnächten mit 105 Meßpunkten und aerologische Sondierungen durchgeführt.

Durch die Messungen konnte festgestellt werden, daß der quantitative Ausdruck des städtischen Überwärmungseffektes, der maximale Temperaturunterschied zwischen Stadtzentrum und Stadtrand, in

einer Augustnacht 1992 7,8 Kelvin betrug. Das ist für eine Stadt mit rund 30 000 Einwohnern außergewöhnlich hoch. Mehrmals betrug die Differenz über 6 Kelvin. In der Abbildung 1 sind die Meßwerte der zehn Stationen dargestellt. Während am Stadtrand mit 18 Grad Celsius zumindest eine geringe bioklimatische Entlastung spürbar war, verharrten die Lufttemperaturen in der Nacht zum 10.08.1992 im Stadtkern und am Rande des Lehnitzsees (östlicher Stadtrand) bei Werten um 25 Grad Celsius.

4.1 Meßfahrten

Im Abschnitt 3. wurde bereits darauf aufmerksam gemacht, daß die punktuellen Messungen keine Rückschlüsse auf die flächenhafte Temperaturverteilung erlauben. In der Abbildung 2 ist das (trendkorrigierte) Ergebnis der Temperaturverteilung nach Messungen während einer Meßfahrt dargestellt. Die Temperaturmessungen an 105 Meßpunkten erlauben einen detaillierteren Einblick in die kleinräumige Temperaturverteilung. Während solche Erkenntnisse aus dem Stationsmeßnetz, wie zum Beispiel die der stärkeren

Überwärmung im östlichen Oranienburg auch hier bestätigt werden, erkennt man zusätzlich die Kaltluftproduktion im Bereich der Mündung Ruppiner-Oranienburger Kanal und eine Temperatursingularität im Bereich der innerstädtischen Havelwiesen. In diesem Zusammenhang muß stets beachtet werden, daß Meßfahrten (wie auch Thermalbilder) nur einen Augenblickszustand festhalten. Im Beispiel der Meßfahrt vom 30.06. ist das Gebiet westlich der Stadt noch im mittleren Temperaturbereich. Einige Stunden später jedoch hat sich die Kaltluftproduktion hier soweit verstärkt, daß auch in zwei Meter Höhe ein deutlicher Temperaturrückgang über dieser großen landwirtschaftlich genutzten Freifläche gemessen werden kann. In anderen Fällen konnte verfolgt werden, wie eine schwache großräumige Südwestströmung die in der südlichen Innenstadt gebildete Warmluft in den Nordostteil Oranienburgs verfrachtete, so daß hier in der zweiten Nachthälfte eine Wärmeinsel beobachtet wurde, die nicht allein auf das thermische Verhalten der Oberflächenstrukturen und Bebauung zurückzuführen ist.

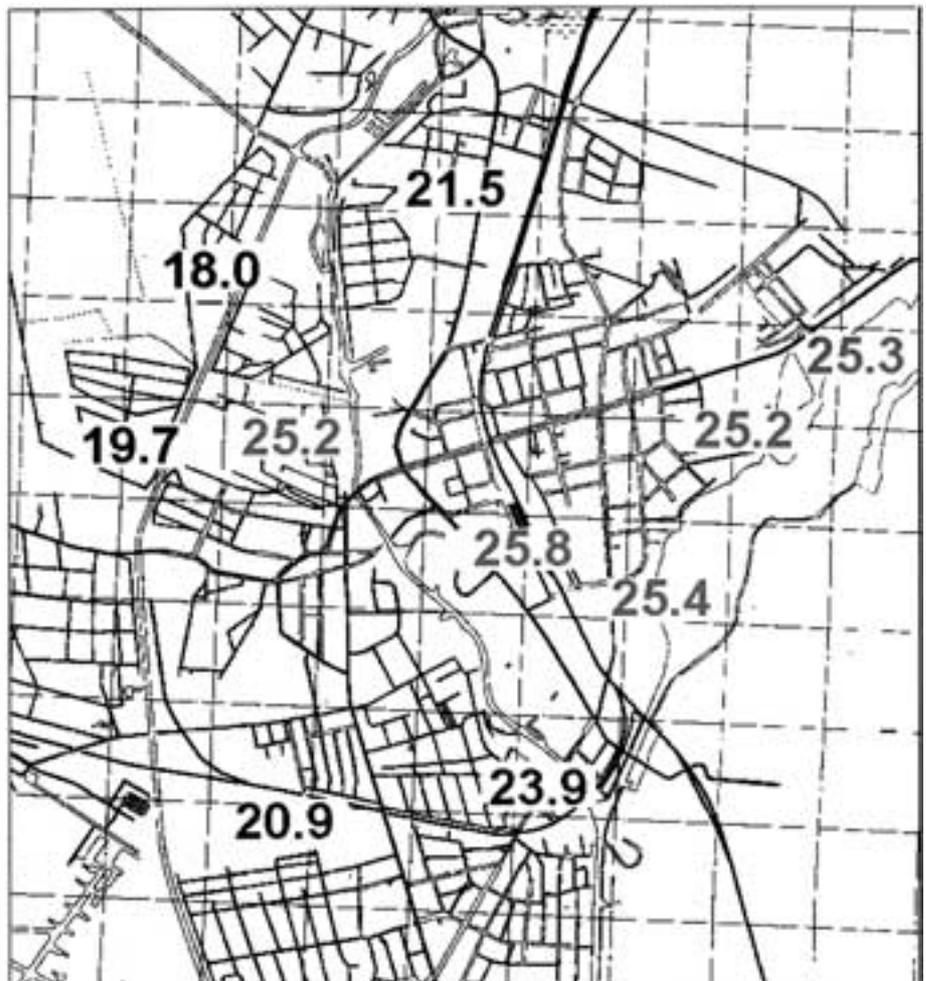


Abb. 1 Lufttemperaturverteilung in Oranienburg am 10.08.1992 um 03.00 MESZ nach Messungen des Stationsmeßnetzes

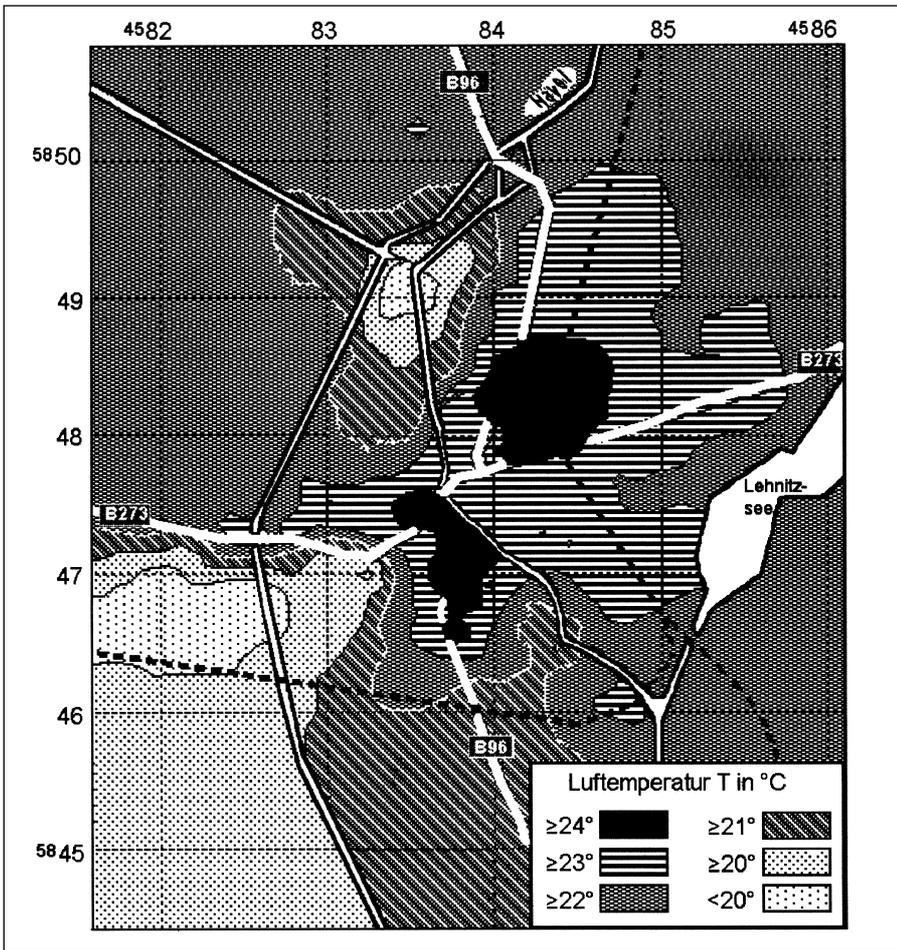


Abb. 2 Lufttemperaturverteilung in Oranienburg am 30.06.1992 um 22.40 MESZ nach Meßfahrt

4.2 Fallbeispiele

Zur Aufdeckung der Dynamik im Temperatur- und Strömungsgeschehen wurden die viertelstündlichen Temperatur-, Feuchte- und Windwerte fortlaufend visualisiert (PC-Programm). Die Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt dieser Grafiken für den 20./21.05.1992. Dabei ist der Temperaturverlauf an der Station „Schloß“ nachträglich hervorgehoben worden. Er zeigt, wie mit Abschwächung der östlichen Strömung an dieser, in Nähe des Stadtzentrums liegenden Station mit kurzzeitig auffrischenden stadteinwärts gerichtetem Wind, Luft mit einem Temperaturniveau herangeführt wird, das dem der auf den Freiflächen am westlichen Stadtrand gebildeten Kaltluft entspricht. Diese Episode verdeutlicht die aktive Kaltluftproduktion auf den Freiflächen und die Möglichkeit, daß diese Frischluft in Einzelfällen in die Stadt eindringen kann.

4.3 Strömungsgeschehen

Aus den Einzelwindmessungen wurden die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen in den einzelnen Stadtteilen bestimmt. Messungen eines Jahres sind zwar nicht mit den mittleren (klimatischen) Erwartungswerten gleichsetzbar (für Ausbreitungsrechnungen und andere Aufgaben

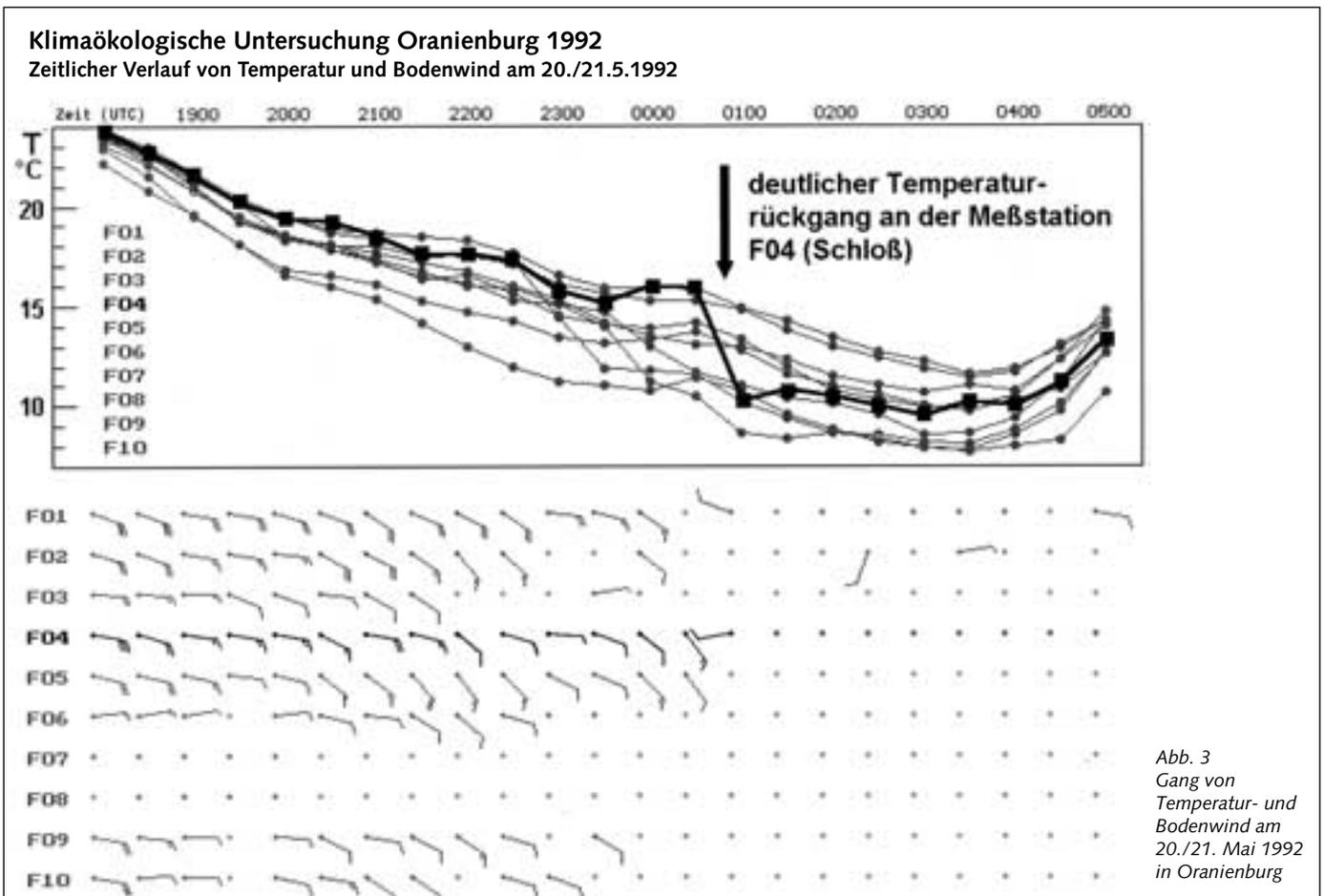


Abb. 3 Gang von Temperatur- und Bodenwind am 20./21. Mai 1992 in Oranienburg

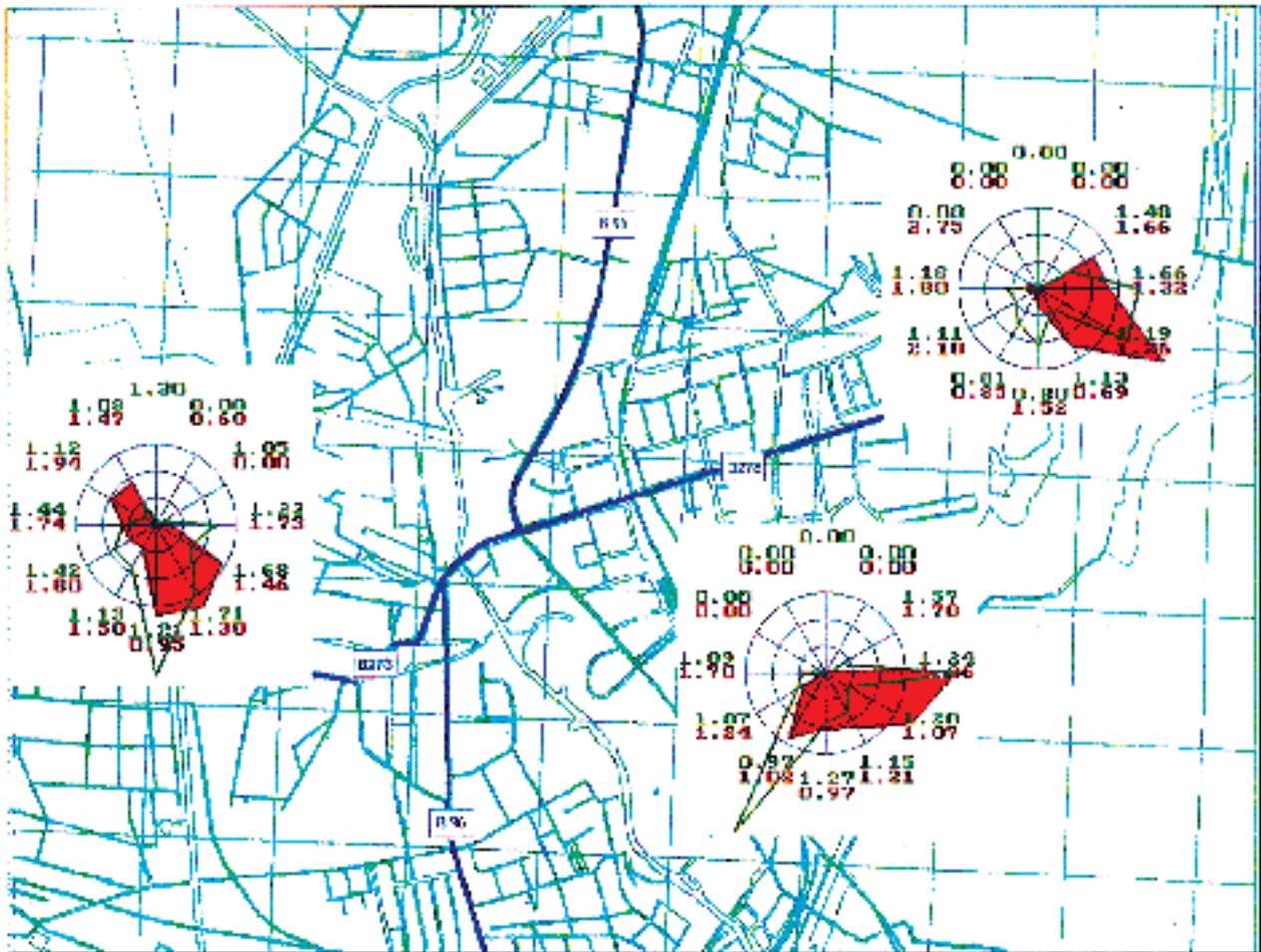


Abb. 4 Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung an 3 ausgewählten Stationen bei sommerlichen Strahlungslagen rote Windrose: Zeitraum 18-24 UTC (Universal time coordinated), grüne Windrose: Zeitraum 00-06 UTC

sollte auf mindestens zehnjährige Mittelwerte zurückgegriffen werden), sie geben aber einen Einblick in die Modifizierung der großräumigen Strömung durch das Stadtgebiet. So mußte zum Beispiel die Häufung von Südwestwinden im Bereich des Busbahnhofes als Folge der vierstöckigen Bebauung im Bereich des Lindenringes interpretiert werden.

Eine der zentralen Fragen der Strömungsanalyse ist die nach den Flurwinden. Flurwinde sind lokale Windsysteme, die sich während windschwacher Strahlungswetterlagen herausbilden und große Bedeutung für die Stadtbelüftung besitzen können. Ihre Entstehung ist thermisch bedingt. Der für die Strömung notwendige Druckgradient zwischen Stadt und Umland wird durch Dichteunterschiede zwischen warmer Luft im Stadtzentrum und der kühleren (abgekühlten) Luft im Außenbereich erzeugt. Im Idealfall existiert ein zentripetales Einströmen. Real wird dieses Strömungssystem unterschiedlich stark durch meteorologische und stadtspezifische Bebauung (thermisches Verhalten der Oberflächen und so weiter) modifi-

ziert. In der Abbildung 4 sind Häufigkeitsverteilungen des Windes (Windrosen) an drei Stationen während sommerlicher Strahlungslagen (windschwache Wetterlagen mit nur geringer oder ohne Bewölkung) dargestellt. Neben einem großen Anteil südöstlicher Windrichtungen an allen drei Stationen gibt es etwa in 20 Prozent der Fälle (mit sommerlichen Strahlungslagen ohne wesentliche großräumige Strömung!) Windrichtungen, die jeweils stadteinwärts gerichtet sind. Die Station am Westrand der Stadt registrierte West- und Nordwestwinde, die an den anderen Stationen nicht auftraten. Im Nordosten der Stadt wurden allein Nordostwinde registriert und die Station am unteren Teil des Lehnitzsees wies eine erhöhte Häufigkeit von Ostwinden auf. Auf alle Jahresstunden bezogen, bleiben Flurwindereignisse in Oranienburg unterhalb fünf Prozent. Im Vergleich mit anderen Städten ist die Häufigkeit von Flurwindereignissen in Oranienburg gering (KUTTLER 1993 hat für die Stadt Bochum angegeben, daß in etwa zehn Prozent der Jahresstunden Flurwinde auftreten können). Somit gilt es

stadtplanerisch, andere Komponenten der klimaökologischen Entlastung, wie innerstädtische Ausgleichsräume, Grünzonen mit starker Schattenwirkung und andere zu stärken.

5. Stadtklima, Stadtplanung und Landschaftsschutz

Die in den verschiedenen Untersuchungen zur Temperaturverteilung, zur Temperaturänderung und zum Strömungsgeschehen gewonnenen Erkenntnisse wurden in eine Klimafunktionsraumkarte (Abbildung 5) umgesetzt. Diese Karte, die auch für ein GIS (Geographisches Informationssystem, in diesem Fall ARC-INFO) aufbereitet wurde, steht für die Stadtplanung zur Verfügung. Zu den wesentlichen Elementen einer solchen Karte gehört die Darstellung der Ausgleichsräume (kalt- beziehungsweise frischluftproduzierende Freiflächen), die Frischluftdurchzugsgebiete beziehungsweise Übergangsräume und die Wirkungsräume. Weiterhin sind Ventilationsbahnen (Luftleitbahnen, Frischluftbahnen)

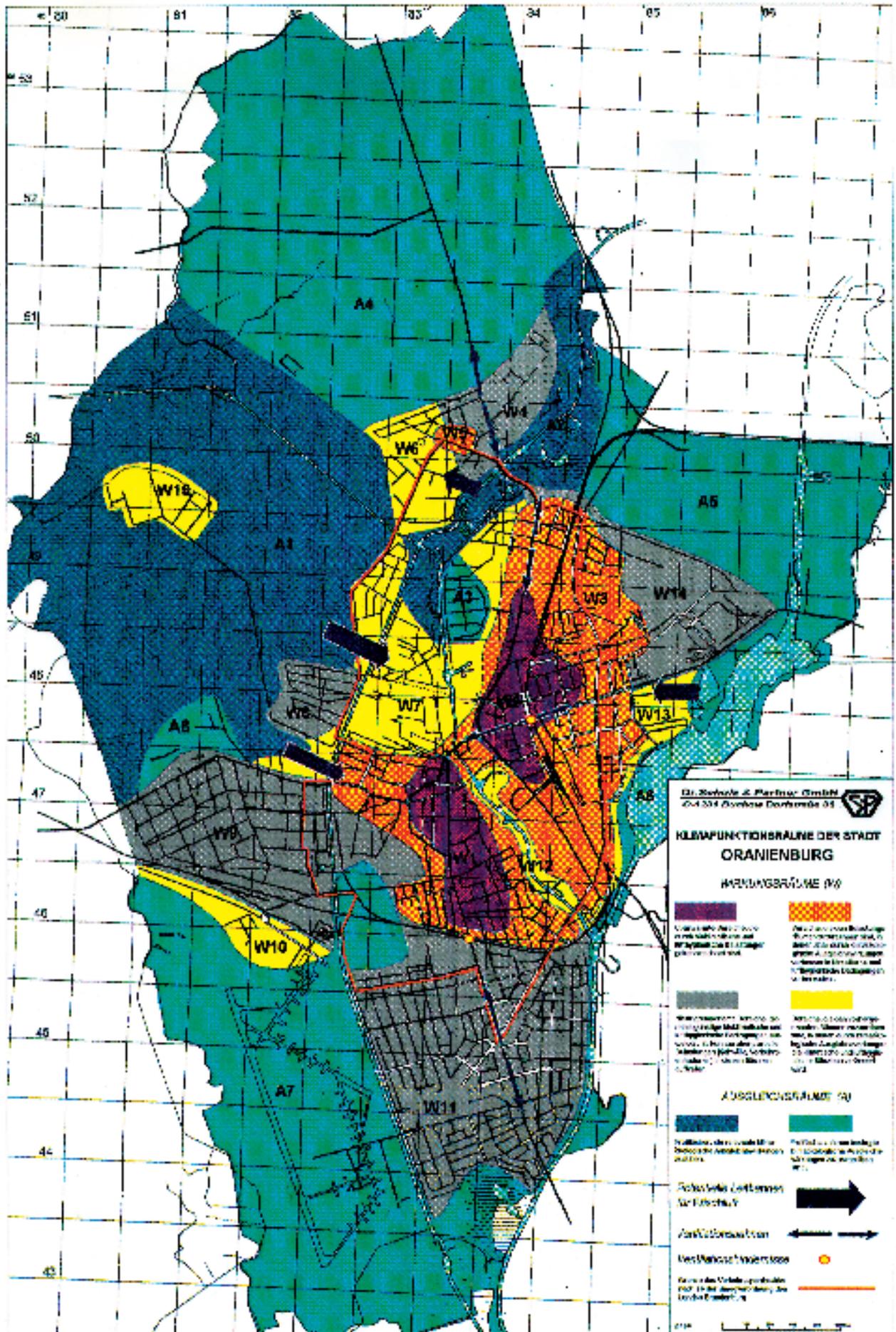


Abb. 5
Klimafunktionsraumkarte der Stadt Oranienburg

gekennzeichnet. Wesentlicher Bestandteil der klimaökologischen Analyse sind Planungsempfehlungen. Der Begriff „Empfehlungen“ ist bewußt gewählt. Schließlich müssen in der Stadtplanung nicht nur klimaökologische Belange berücksichtigt werden. Geologische Bedingungen, Biotop- oder Denkmalschutz spielen ebenso eine Rolle wie eine umweltgerechte Verkehrsplanung. Somit bleibt der klimaökologischen Analyse stets ein Abwägungsprozess nachgeschaltet, der Umweltbelange und andere Anforderungen wichtet.

Die gesetzliche Verankerung der „Klimabelange“ erfolgte unter anderem 1986 im Baugesetzbuch (im Paragraph 1, Abs. 5 Nr. 7 wird gefordert, daß unter anderem die Belange des Umweltschutzes, des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere des Naturhaushaltes, des Wassers, der Luft und des Bodens sowie das Klima bei der Aufstellung der Bauleitpläne (Flächennutzungsplan und Bebauungsplan) besonders zu berücksichtigen sind) und 1990 im UVP-Gesetz.

Im Brandenburgischen Naturschutzgesetz wird im Paragraph 1, Abs. 2, Nr. 5 gefordert, „daß Gebiete mit günstiger kleinklimatischer Wirkung sowie Luftaustauschbahnen ... zu erhalten und, soweit erforderlich, wiederherzustellen“ sind. Damit hat der Gesetzgeber insbesondere auf die Notwendigkeit der Berücksichtigung der klimaökologischen Situation im Lokalbeziehungsweise Regionalmaßstab hingewiesen. In den letzten Jahren wird zusätzlich die Gefahr globaler Klimaänderungen diskutiert. Es ist inzwischen unbestritten, daß anthropogene Einwirkungen auf die Lufthülle (Emissionen klimarelevanter und/oder ozonerstörender Stoffe durch Industrie, Verkehr bis hin zu privaten Haushalten) zu einer bedeutsamen Änderung der chemischen und strahlungsphysikalischen Eigenschaften der die Erde umgebenden Lufthülle führen und damit klimaändernd wirken können.

Ausgehend von dieser Erkenntnis gehen Bestrebungen auf internationaler und nationaler Ebene zur Emissionsreduzierung klimarelevanter und ozonerstörender Substanzen. Örtliche Maßnahmen in diesem Sinne wären unter anderen die Förderung der Energieeinsparung und die Reduzierung des innerstädtischen Wirtschafts- und Individualverkehrs. Der vorliegende Aufsatz widmete sich allein der klimagerechten Vorsorgeplanung.

Für Oranienburg wurden eine Reihe von Planungsempfehlungen aus den durchgeführten Untersuchungen abgeleitet. Ein Beispiel sei hier erwähnt. Aus klimaökolo-

gischer Sicht ist vorgeschlagen worden, entlang des innerstädtischen Havelabschnitts eine Bauverbotszone einzurichten (also bereits im Flächennutzungsplanentwurf enthaltene Flächenwidmungen zu revidieren). Dieser Gedanke konnte im Prozeß der Zusammenfügung aller Teilanalysen (Biotopschutz, Baugrunduntersuchung, klimaökologische Untersuchung und so weiter) noch erhärtet werden.

Abschließend sei betont, daß der vorliegende Bericht nur einzelne Aspekte der Stadt- und Geländeklimatologie andeuten konnte. Völlig unberücksichtigt blieb zum Beispiel die sich derzeit verstärkende Hinwendung zur Nutzung von Klimateignungskarten (zum Beispiel Klimateignungskarten für Wohnbebauung, Klimateignungskarten für Industrie und Verkehr (GERTH 1986)) in der Regionalplanung. FALK 1993 beschrieb deren Anwendung für ein landesökologisches Fachkonzept für den Naturschutz in Nordrhein-Westfalen.

Sicherlich unterbewertet blieb der wichtige Beitrag von Freiflächen als eines der wichtigsten klimatisch-lufthygienischen Regenerationspotentiale eines Siedlungsraumes. PRIES 1993 verwies auf die Notwendigkeit des Erhaltes von Freiflächen beziehungsweise Offenlandschaften. Auch aus (klein-)klimatischer und lufthygienischer Sicht sollte mit diesen Flächen behutsam umgegangen werden.

6. Zusammenfassung

Durch Bebauung, Versiegelung des Bodens, fehlende Vegetation und vermehrte Emission von Abgasen, Aerosolen und Abwärme bildet sich in Städten ein gegenüber dem Umland stark modifiziertes Mesoklima heraus. Die reale Ausprägung der verschiedenen Stadtklimaphänomene kann durch unterschiedliche Methoden ermittelt werden. Am Beispiel einer klimaökologischen Untersuchung in Oranienburg wird gezeigt, wie mit einem temporären meteorologischen Meßnetz sowie mit Meßfahrten die Stadtklimaeffekte (thermischer Wirkungskomplex, Ventilation) der jetzigen Realfächennutzung ermittelt wurden. Nur angedeutet werden konnte das Wechselverhältnis von stadtklimatischen Gegebenheiten und städtebaulicher Planung.

Fußnote 1: Evapotranspiration - Gesamtverdunstung von einer natürlich bewachsenen Bodenoberfläche, einschließlich Wasserfläche; setzt sich aus der Evaporation (Verdunstung von der Boden- und Wasserfläche) und der Transpiration zusammen

Literatur

BARLAG, A.-B.; W. KUTTLER 1991: The Significance of Country Breezes for Urban Planning. Energy and Buildings 15-16, Vol. 2: 291-297

BAUMÜLLER, J.; HOFFMANN, U.; REUTER, U. 1993: Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung Folge 2. -Stuttgart

FALK, K. 1993: Die Einbindung von Klima-Informationen in ein landesweites, landschaftsökologisches Fachkonzept für den Naturschutz. -Tagungsmaterial Arbeitskreis Klima 12. Treffen. 1.-3. Juli. -Essen

FIEBIG, K.; HINZEN, A.; OHLIGSCHLÄGER, G. 1990: Luftreinhalteplanung in den Städten. Rahmenbedingungen und Elemente einer kommunalen Luftreinhalteplanung. -Berlin

GERTH, W.-P. 1986: Klimatische Wechselwirkungen in der Raumplanung bei Nutzungsänderungen. -Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 171. -Offenbach am Main

JENDRITZKY, G. 1991: Zur räumlichen Darstellung der thermischen Umgebungsbedingungen des Menschen in der Stadt. Freiburger Geographische Hefte 32: 1-18

KOEPKE, P.; SACHWEH, M. 1992: Nebel und Stadtklima. Deutsche Meteorologentagung 1992. -Annalen der Meteorologie 27: 119-120

KIESE, O. et al. 1992: Stadtklima Münster, Entwicklung und Begründung eines klimarelevanten Planungskonzeptes für das Stadtgebiet von Münster. Werkstattberichte zum Umweltschutz 1/1992. -Münster

KUTTLER, W. 1993: Planungsorientierte Stadtklimatologie. -Geogr. Rundsch. 45 (2): 98-106

KASSNER, .. 1910: Meteorologische Grundlagen des Städtebaus. In: LANDSBERG, H. 1981: The Urban Climate. -International Geophysics Series, Vol. 28. - New York

MAYER, H. 1989: Bericht über FA BIOMET Workshop „Ideales Stadtklima“ am 26.10.1988 in München. Mitt. Deutsche Meteorologische Gesellschaft 3: 52-54. -Traben-Trarbach

OKE, T. R. 1987: Boundary Layer Climates. Second Ed. - London and New York

PRIES, E. 1993: Falsch angelegte Ackeraufforstungen schaden nicht nur dem Naturschutz! -Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 2 (3): 16-18

REUTER, U.; BAUMÜLLER, J.; HOFFMANN, U. 1991: Luft und Klima als Planungsfaktor im Umweltschutz. Grundlagen für die kommunale Entscheidungspraxis. - Ehningen

SCHIRMER, H. (Bearb.) 1987: Meyers kleines Lexikon der Meteorologie, Meyers Lexikonverlag. -Mannheim, Wien, Zürich

SCHULZ, K.-H. u. STILLER, B. 1993: Klimaökologisch-lufthygienische Analyse für die Stadt Oranienburg und ihre Umgebung. - Buckow

STILLER, B. 1993: Bericht zur Orientierungsberatung zu Fragen der Berücksichtigung klimaökologisch-lufthygienischer Erkenntnisse bei der Stadtplanung für die Stadt Frankfurt/Oder. - Buckow. -57 S.

VDI-KOMM. REINHALTUNG D. LUFT 1988 (Hrsg.): Stadtklima und Luftreinhalteplanung. Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung. Springer-Verlag. -Berlin Heidelberg

Verfasser

Dr. Bernd Stiller

Dr. Schulz & Partner GmbH

Dorfstr. 36

15848 Buckow