

Wilhelm Kuttler und Detlef Schreiber (Hrsg.)

# Stadt- und geländeklimatische Untersuchungen im südlichen Münsterland



**MATERIALIEN ZUR RAUMORDNUNG**

aus dem Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum  
Forschungsabteilung für Raumordnung

Band XXV

Herausgeber:

K. Hottes - H. - J. Klink - H. Liedtke - P. Schöller

Bochum 1984

# Stadt - und geländeklimatische Untersuchungen im südlichen Münsterland

Herausgegeben von  
Wilhelm Kuttler und Detlef Schreiber

Bochum 1984

## V O R W O R T

In den Jahren 1979 bis 1981 wurden stadt- und geländeklimatische Untersuchungen in den Städten Lünen und Recklinghausen sowie in der Haard durchgeführt. Die Messungen zur Erfassung der stadtklimatologischen Parameter erfolgten im Rahmen zweier Gutachten, die der Kommunalverband Ruhrgebiet (KVR) den Unterzeichnern übertrug; die geländeklimatologischen Untersuchungen in der Haard wurden von den Mitarbeitern des Fachgebietes Klima der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (LÖLF) übernommen.

Obergeordnetes Ziel der Untersuchungen war es, den Entscheidungsträgern im Planungsbereich geeignete Sachhilfe zur Ermittlung von Belüftungs- und Überwärmungsphänomenen für die beiden Städte sowie Hinweise auf die Erholungseignung des nördlich von Recklinghausen gelegenen Waldgebietes der Haard zu geben.

Mit Lünen und Recklinghausen wurden bewußt zwei am Nordsaum des Ruhrgebietes gelegene Stadtflächen gewählt, die Aufschluß darüber geben sollten, inwieweit siedlungs-, baukörper-, frei- und grünflächenbedingte Klimaeffekte in vergleichsweise kleinen Städten außerhalb des Verdichtungsraumes Rhein-Ruhr entstehen und welches Eigenleben sie bei Strahlungswetterlagen für den innerstädtischen Zirkulationsprozeß besitzen. Darüber hinaus gehören beide Städte unterschiedlichen Stadttypen an, die in Deutschland weit verbreitet sind:

Recklinghausen ist eine mittelalterliche Stadt, deren Befestigungsbauten inzwischen verfallen sind und abgetragen wurden. Heute findet sich an deren Stelle um das alte Stadtzentrum eine meist mit Alleeebäumen bestandene Ringstraße. Diese "grünen Ringe" mittelalterlicher Städte sind in Mitteleuropa häufig anzutreffen. Da gerade diese Ringalleen für eine günstige thermische Beeinflussung der städtischen Wärmeinsel sorgen, sollten sie bei der Stadtsanierung geschützt werden. Die radial der Stadtmitte zulaufenden Straßen unterstreichen die frühe zentrale Funktion solcher Städte. Heute können diese meist geradlinigen Verkehrsbänder als Luftleitbahnen den "Flurwind" unterstützen.

Lünen ist eine kleine Stadt, deren Fläche sich erst durch zahlreiche Eingemeindungen vergrößerte. Zwischen den einzelnen Stadtteilen liegen noch beträchtliche Areale, die in land- und forstwirtschaftlicher Nutzung sind. Die jetzt noch vorhandene grün- und freiflächendurchsetzte polyzentrische Konfiguration der Wärmeinsel wird sich jedoch dann verändern, wenn durch Verkehrserschließung und weitere Bautätigkeit die Freiflächenanteile verringert werden. In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig, die stadtklimatologischen Grundlagen in die Planungsvorhaben aufzunehmen, damit die innerstädtische Überwärmung nicht wesentlich ansteigt.

Beide Stadtgebietsflächen unterscheiden sich ferner hinsichtlich der naturgegebenen Lage dadurch, daß Lünen an einem Flußübergang der Lippe liegt, Recklinghausen dagegen von keinem Gewässer durchflossen wird. Auch im Bereich der Morphographie lassen sich Unterschiede erkennen. Während Recklinghausen durch das Relief stärker strukturiert ist und dies auf die Luftzufuhr während Strahlungswetterlagen einen relativ großen Einfluß hat, treten im Stadtgebiet von Lünen aufgrund der geringer ausgeprägten Reliefenergie und dem relativ hohen Anteil an Frei- und Grünflächen andere Stadtklimaeffekte auf.

Aus den Meßergebnissen dieser Untersuchungen wurden für die beiden stadtklimatologischen Arbeiten Lufttemperaturverteilungskarten und Klimafunktionskarten angefertigt, wobei die letztgenannte Bezeichnung für die Darstellung der thermischen Verhältnisse, der

Luftleitbahnen und -bereiche für autochthone Wettersituationen verwendet wird; die geländeklimatischen Untersuchungen der Haard fanden ihren Niederschlag in Karten über Temperaturmeßprofile und Lufttemperaturverteilungen für dieses Waldgebiet.

Aus Kostengründen mußte auf den Abdruck farbiger Infrarot-Aufnahmen, die das gesamte Untersuchungsgebiet umfassen, in dieser Veröffentlichung leider verzichtet werden, so daß aus den Grauwertabstufungen der in Schwarz-Weiß gedruckten IR-Aufnahmen die relativen Unterschiede der Oberflächenstrahlungstemperaturen entnommen werden müssen. Ebenfalls mußten auch Pläne und Darstellungen verkleinert werden, so daß es sich empfiehlt, zur genaueren Betrachtung der beschriebenen Situationen die Stadtpläne von Recklinghausen und Lünen zu Hilfe zu nehmen.

Teile der Untersuchungsergebnisse zum Stadtklima Lünen wurden gekürzt dargestellt in STOCK, P.; SCHREIBER, D.; KUTTLER, W., BALZER, W. (1982): Untersuchungen zum Stadtklima von Lünen, Kommunalverband Ruhrgebiet.

Die Unterzeichner danken den Herren Heinz-Josef Grauthoff, Manfred Grauthoff und Wilfried Heß für die tatkräftige Unterstützung und Koordinierung, wie auch Bernhard Conrad und Karl-Heinz Rochlitz, die sich um die technische Realisierung der stadtklimatologischen Untersuchungen in Recklinghausen und Lünen kümmerten.

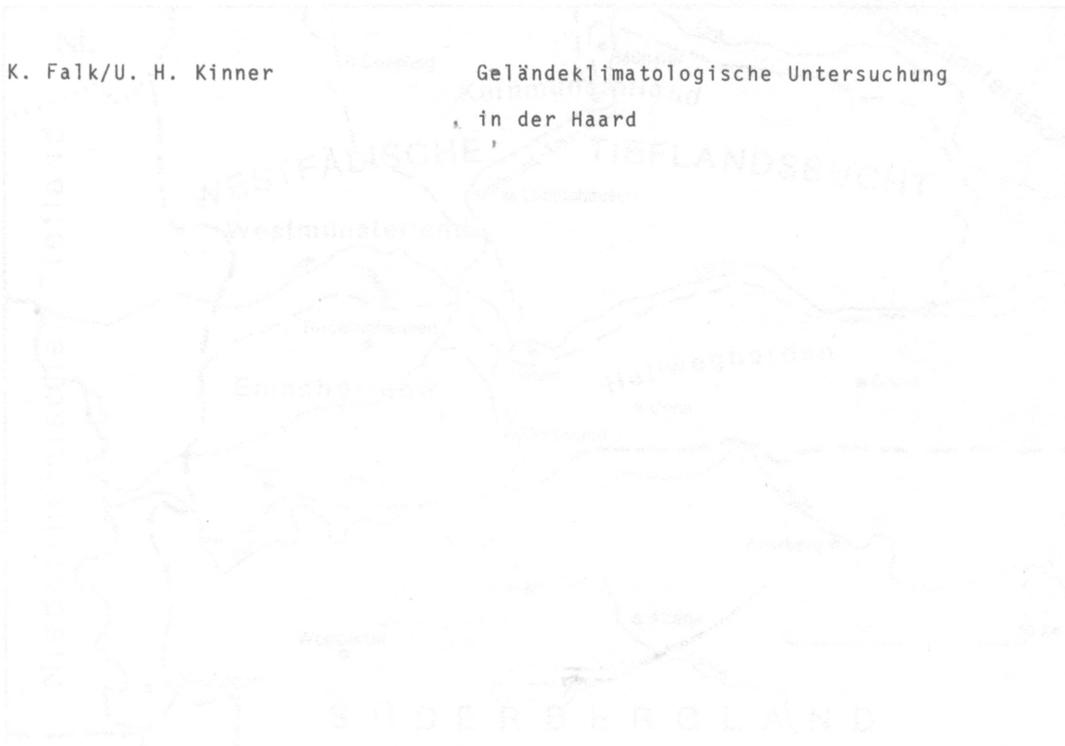
Den Herausgebern der "Materialien zur Raumordnung" danken wir für die Aufnahme der Arbeit in diese Reihe.

Wilhelm Kuttler

Detlef Schreiber

Inhaltsübersicht

		Seite
W. Kuttler	Naturräumliche und klimageographische Einordnung der Untersuchungsgebiete	9
W. Kuttler	Stadtklimatologische Untersuchungen in Lünen	15
D. Schreiber	Stadtklimatologische Untersuchungen in Recklinghausen	77
P. Stock	Thermalluftbilder von Recklinghausen und Lünen	103
K. Falk/U. H. Kinner	Geländeklimatologische Untersuchung in der Haard	115



Wilhelm Kuttler

Naturräumliche und klimageographische Einordnung der Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungsgebiete in Lünen, Recklinghausen und der Haard sind als Teilgebiete des Kernmünsterlandes, des Emscherlandes und des Westmünsterlandes der Westfälischen Tieflandsbucht zuzuordnen. Diese wird als eine südliche Ausbuchtung der norddeutschen Tiefebene im Norden und Nordosten vom Teutoburger Wald und Eggegebirge sowie dem Osnabrücker und Bielefelder Osning umrahmt. Im Süden und Südwesten wird die Westfälische Tieflandsbucht vom Süderbergland mit Haarstrang und dem Ardeygebirge begrenzt, während sie nach Westen und Nordwesten zu den Niederlanden und zur Niederrheinischen Bucht hin offen ist (Abb. 1).

Abb. 1 Naturräumliche Gliederung und Lage der Untersuchungsgebiete  
(nach KLIMAATLAS von NORDRHEIN - WESTFALEN 1960; verändert)



Die aus paläozoischen und mesozoischen Gesteinen gebildete geologische Mulde ist mit pleistozänen (saale-eiszeitlichen) Ablagerungen bedeckt, die eine flache oder wellige Moränenlandschaft mit schmalen Talauen der Flüsse Ems und Lippe entstehen ließen. Löss und Flottlehme sind verschiedentlich ebenso eingeschaltet wie Binnendünen und Flugsandgebiete. Insbesondere im südlichen Teil der Westfälischen Bucht am Übergang zu den Hellwegbörden bestimmen Löß- und Sandlößplatten das Bild der Landschaft. Kreidekerne des Untergrundgesteins durchragen die saale-eiszeitlichen Ablagerungen zum Beispiel im Bereich der Baumberge, der Beckumer Berge und der Paderborner Hochfläche.

Die Höhenlagen erreichen im Ostmünsterland und Emscherland 60 - 120 m ü. NN, im Westmünsterland 40 - 100 m mit der Haard als höchster Erhebung 156 m ü. NN. Als Böden herrschen im wesentlichen Braunerden vor, die nur im Norden und Nordwesten der Bucht von podsolierten Böden mit höherem Sandanteil abgelöst werden. Die natürliche Vegetation besteht aus Eichen-Hainbuchen-, Erlenbruch- sowie Stieleichen-Birkenwäldern und wird auf Staunässeböden durch Moorgesellschaften ergänzt (MEYEN et al. 1959).

Nach den Angaben im Klimaatlas Nordrhein-Westfalen (1960) liegen die Untersuchungsgebiete Lünen, Recklinghausen und die Haard im Klimabezirk "Münsterland", der Teil des nordwestdeutschen Klimabereichs ist. Das Münsterland stellt klimageographisch gesehen ein Übergangsgebiet dar zwischen einem maritim und kontinental getönten Klima (Abb. 2).

Abb. 2 Lage der Untersuchungsgebiete in den Klimabezirken  
(nach KLIMAA TLAS von NORDRHEIN - WESTFALEN 1960; verändert)



Aufgrund der im Mittel vorherrschenden Luftdruckverhältnisse mit hohem Luftdruck über Süd- und Mitteleuropa sowie tiefem Luftdruck über dem Europäischen Nordmeer und dem Nordatlantik überwiegen Windrichtungen aus dem Sektor Südwest-West-Nordwest. Abbildung 3 zeigt die typische Druckverteilung und entsprechende Luftströmungen.

Die in Abbildung 3 dargestellte Südwestlage, die durch einen gemischten Zirkulationstyp bestimmt wird, erhält ihr Gepräge im wesentlichen durch die kalte Jahreszeit, die sich klimatologisch durch eine erhöhte zyklonale Tätigkeit auszeichnet. Das Auftreten nordwestlicher Winde kann dagegen gehäuft in den Frühlingsmonaten beobachtet werden, wenn unter der Vorherrschaft des "Europäischen Monsuns" (FLOHN 1954, BLÖTHGEN/WEISCHET 1980) westliche bis nordwestliche Winde kühle Meeresluft nach Mitteleuropa vorstoßen lassen und dadurch für eine deutliche Reduzierung der Lufttemperaturen sorgen, wie es zum Beispiel die als Singularität bekannte "Schafskälte" mit ihrem Kälterückfall Mitte Juni belegt. Obwohl in der kalten Jahreszeit der überragende Einfluß der südwestlichen und westlichen Windrichtungen erhalten bleibt, nimmt die Zahl gradientschwacher stabiler Wetterlagen zu, so daß es insbesondere in den Übergangsmonaten und im Winter zu einer deutlichen Erhöhung östlicher gradientschwacher Windrichtungen kommt.

Die in Abbildung 4 enthaltenen Windrosen informieren über die Verteilung der mittleren Windrichtungen an ausgewählten Orten des Klimabezirks Münsterland. Die Hauptwindrichtungen aller Orte entfallen auf den Sektor Südwest. Unterschiede beim Vergleich der genannten Stationen können sowohl durch die verschiedenen langen Beobachtungsperioden als auch durch

die topographische Lage verursacht sein. Der relativ hohe Anteil von Windstille oder von schwach umlaufenden Winden mit 8,6 % in Recklinghausen dürfte durch die "Muldenlage" der Stadt hervorgerufen sein.

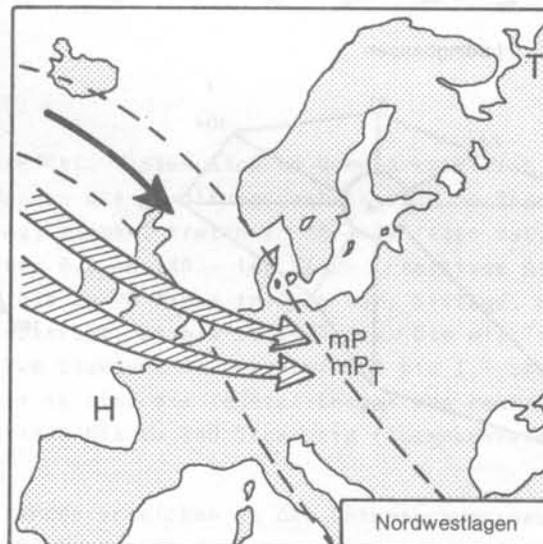
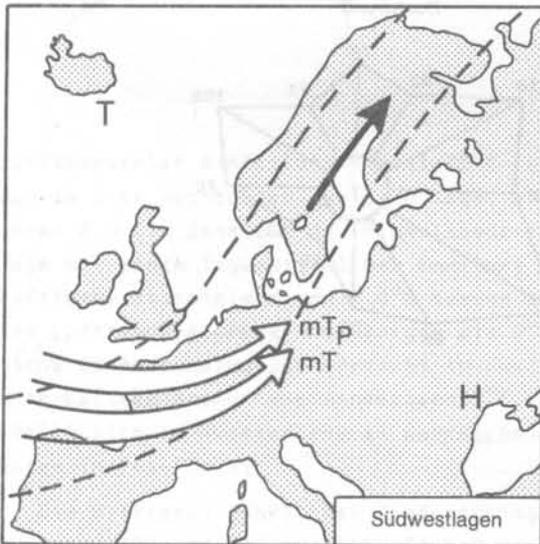
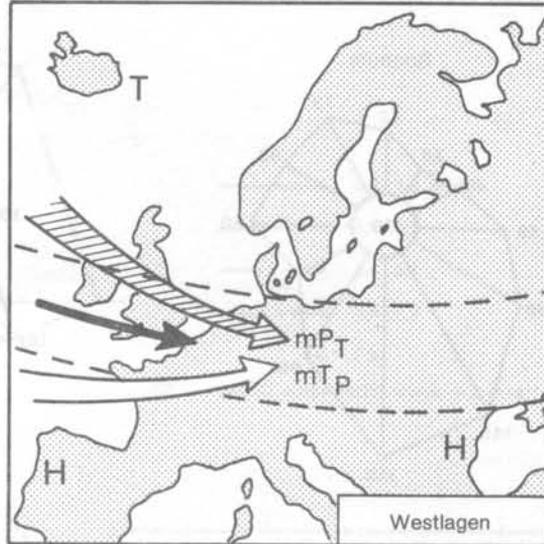
Abb. 3 Wichtige Wetterlagen in Europa  
(nach SCHREIBER 1957)

← Lage der Frontalzzone u. Strömungsrichtung in der Frontalzzone

← Kaltluft

← Warmluft

H, T Lage der hauptsächlichlichen Hoch- und Tiefdruckgebiete am Boden



Die Abhängigkeit der Windgeschwindigkeiten von den Richtungen soll am Beispiel der Abbildung 5 nach Meßwerten der Station Dortmund erläutert werden. Für diese Station wurde eine mittlere Windgeschwindigkeit von 3,6 m/s gemessen. Abbildung 5 verdeutlicht eine absolute Häufung der Werte im Windgeschwindigkeitsbereich 3,4 - 5,4 m/s für die Richtung Südwest. Bis hinunter zu Windgeschwindigkeitsklassen von 3,4 - 5,4 m/s überwiegen die Häufigkeiten aus dem Sektor Nordwest bis Südwest. Bei geringeren Windgeschwindigkeiten (1,6 - 3,3 m/s) und erst recht in der Klasse 0,3 - 1,5 m/s überwiegen eindeutig nördliche und östliche Sektoren; hierauf wird später im Zusammenhang mit der Darstellung der Belüftungsverhältnisse in den Stadtgebieten von Lünen und Recklinghausen näher eingegangen.

Charakteristische Merkmale eines maritim getönten Klimas zeigen sowohl die durchschnittlichen Monatsmittel der Lufttemperatur (milde Winter, meist kühle Sommer) mit Werten zwischen 0,5 und 1,5°C im Januar (kältester Monat) und 16,5 und 17,5°C im Juli (wärmster Monat), als auch die relativ geringe Jahresschwankung von 15,5 bis 16,0 K. Sommertage, an denen die

Abb. 4 Jährliche relative Häufigkeit der Windrichtungen in Promille für die Stationen Bochum (1951 - 70), Recklinghausen, Dortmund (1965 - 74), Lüdinghausen (1951 - 60) und Lünen (1953 - 73) (nach Werten des Deutschen Wetterdienstes, Wetteramt Essen)

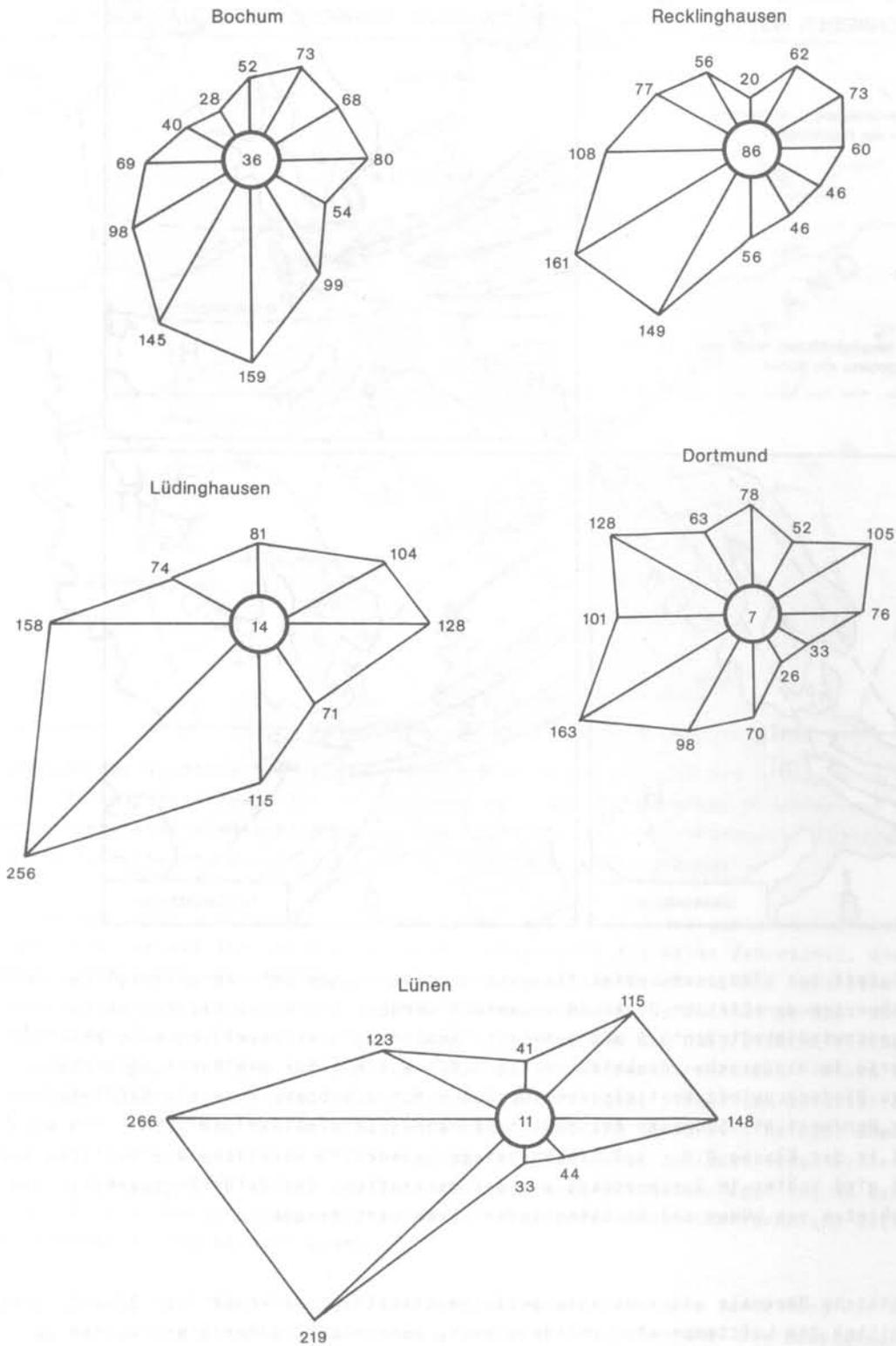
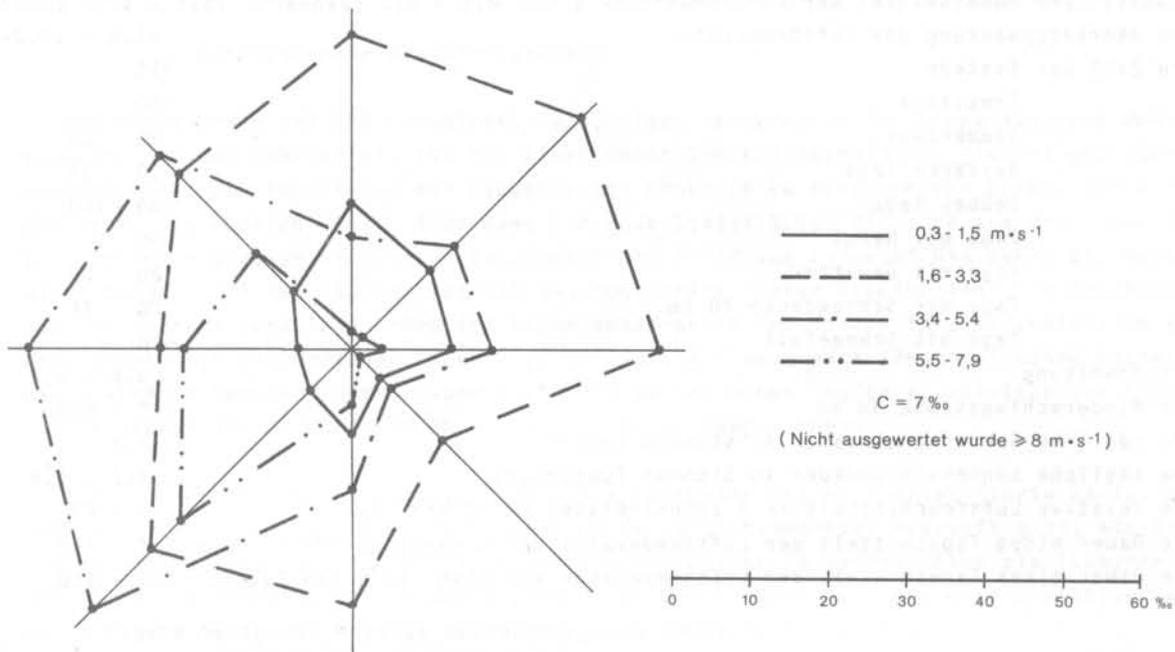


Abb. 5 Windverteilung an der Station Dortmund 1970 bis 1974  
relative Häufigkeit in Promille nach stdl. Mittelwerten  
(nach LUFTREINHALTEPLAN RUHRGEBIET OST 1979 - 1983)



Lufttemperatur mindestens einmal  $25^{\circ}\text{C}$  erreicht, lassen sich an durchschnittlich 20 - 30 Tagen im Jahr beobachten. Heitere Tage, an denen die Bewölkungsverhältnisse im Tagesmittel unter 2,0 (in Zehnteln der Himmelsbedeckung) liegen, treten an 30 - 35 Tagen auf, trübe Tage mit einem Tagesmittel der Bewölkung über 8,0 an 140 - 160 Tagen. Frosttage mit einem Lufttemperaturminimum von  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  kommen an bis zu 80 Tagen im Jahr vor, Eistage, an denen das Lufttemperaturmaximum weniger als  $0^{\circ}\text{C}$  beträgt, an bis zu 15 Tagen. Die mittlere tägliche Sonnenscheindauer erreicht im Juni 7,8 Stunden, im Dezember 1,2 bis 1,4 Stunden. Eine Lufttemperatur von mindestens  $5^{\circ}\text{C}$ , die in etwa die Vegetationsperiode kennzeichnet, stellt sich im Münsterland an durchschnittlich bis zu 250 Tagen ein (Zusammenfassung der Daten in Tabelle 1).

Die mittleren jährlichen Niederschlagssummen erreichen in den Untersuchungsgebieten zwischen 700 und 800 mm (Abb. 6) bei einem Jahresgang, der an verschiedenen Stationen zu maximalen Monatswerten im Juli/August und minimalen Monatsniederschlagssummen im März führt.

#### Literatur:

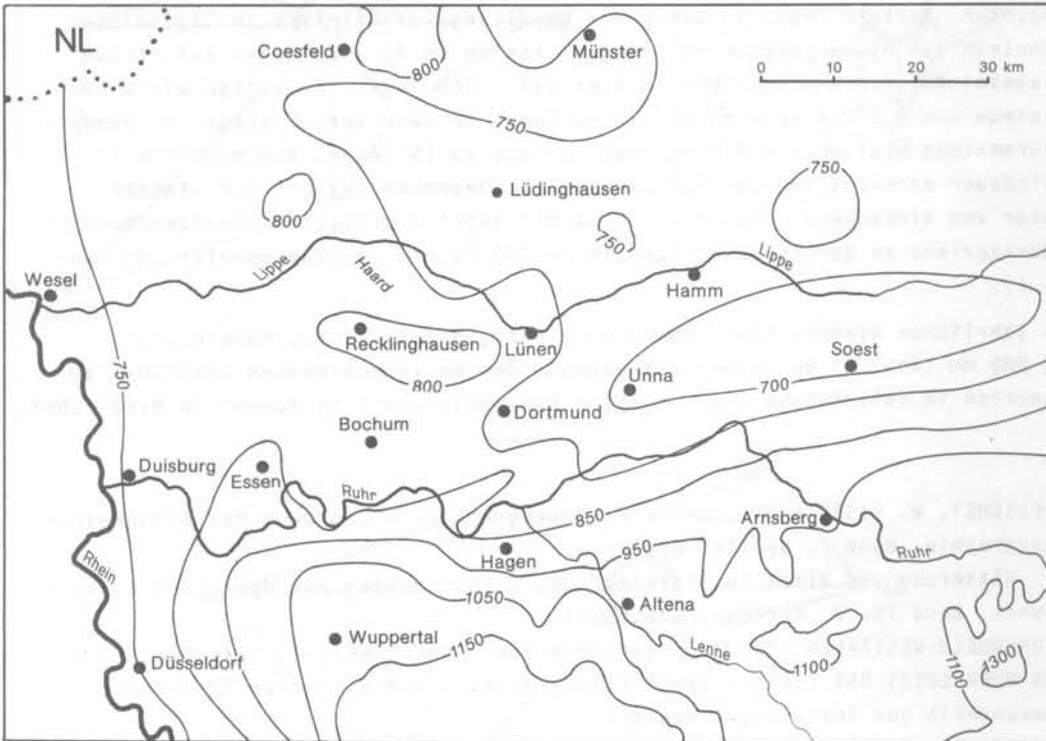
- BLÜTHGEN, J. & WEISCHET, W. (1980): Allgemeine Klimageographie. - Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Band 2, Berlin, New York.
- FLOHN, H. (1954): Witterung und Klima in Mitteleuropa. - Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band 78, 2. Auflage, Stuttgart.
- KLIMAAATLAS VON NORDRHEIN-WESTFALEN (1960) Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Offenbach.
- LUFTREINHALTEPLAN RUHRGEBIET OST (1979 - 1983) (1978) hrsg. vom Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Düsseldorf.
- MEYNEN, E. & SCHMITHOSEN, J. (Hrsg.) (1959): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - Veröff. der Bundesanstalt für Landeskunde und des Deutschen Instituts für Landeskunde, Remagen.
- SCHREIBER, D. (1957): Physische Geographie von Deutschland III (Klima). - Lehrbrief für das Fernstudium der Oberstufenlehrer, Berlin.

Tab. 1: DURCHSCHNITTSWERTE VERSCHIEDENER KLIMAELEMENTE IM MONSTERLAND

(zusammengestellt nach Klimaatlas Nordrhein-Westfalen 1960)

Durchschnittliche Monatsmittel der Lufttemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ): 0,5 - 1,5 (Januar), 16,5 - 17,5 (Juli)	
Mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur	15,5 - 16,0 K
Mittlere Zahl der Eistage	$\leq 15$
Frosttage	$\leq 80$
Sommertage	20 - 30
heiteren Tage	30 - 35
trüben Tage	140 - 160
Tage mit Nebel	50
Tage mit Gewitter	20 - 25
Tage mit Schneedecke $\geq 0$ cm	20 - 35
Tage mit Schneefall	$\leq 20$
Mittlere Bewölkung	6,6 - 6,8
Mittlere Niederschlagssumme in mm	700 - 900
Mittlere tägliche Sonnenscheindauer in Stunden (Juni)	7,8
Mittlere tägliche Sonnenscheindauer in Stunden (Dezember)	1,2 - 1,4
Mittlere relative Luftfeuchtigkeit in % (Monatsmittel 14.00 Uhr, Mai)	55 - 60
Mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mindestens $5^{\circ}\text{C}$ (in Tagen)	225 - 250
Mittlere Dauer eines Tagesmittels der Lufttemperatur von mind. $10^{\circ}\text{C}$ (in Tagen)	155 - 170

Abb. 6 Mittlere jährliche Niederschlagssummen in den Untersuchungsgebieten  
(Periode: 1931 - 1960)  
(nach KLIMAA TLAS von NORDRHEIN - WESTFALEN 1960; verändert)



## 1. Morphographie des Stadtgebietes

Die Stadt Lünen (88 000 Einwohner, 1979) liegt beiderseits der Lippe zwischen dem Münsterland und dem Ruhrgebiet, südlich einer durch Oberkreidensedimente (Senon) gebildeten Schichtstufe, die im Bereich der Cappenger Höhen (5 km nördlich von Lünen) 100 m ü. NN überragt. Die südlich dieser Abdachung liegende Stadtfläche, die sich aus mehreren, in sich geschlossenen Siedlungskomplexen zusammensetzt, fällt zum Lippetal hin sanft ab. Morphologisch prägend für das Stadtgebiet ist das sogenannte "Lüner Flachbecken", in dem Mittel- und Niederterrassenablagerungen der Lippe beiderseits der Talaue in unterschiedlich großen Flächenanteilen vorherrschen (Abb. 1). Die zum Teil weit nach Süden reichende Mittelerrasse wird in Gahmen und Brambauer durch die Derner Höhen begrenzt, nördlich der Lippeaue dagegen durch die Altlüner Vorhöhen und die Cappenger Höhen.

Für eine Interpretation stadtklimatischer Parameter ist eine detaillierte Karte, die über die Verteilung der Höhenschichten des Untersuchungsgebietes Auskunft gibt, als Arbeitsgrundlage unentbehrlich. Eine solche lag dem Bearbeiter im wesentlichen als Isohypsenkarte vor<sup>1)</sup>. Diese Grundlagenkarte mußte jedoch für die klimatologischen Interpretationszwecke durch eigene Messungen ergänzt beziehungsweise überarbeitet werden.

Aus den vorliegenden Unterlagen und Daten stellt sich die Fläche des Stadtgebietes von Lünen im Höhenschichtenbild (Abb. 2) wie folgt dar:

Die Lippe, die von Ost nach West das Stadtgebiet durchfließt, wird begrenzt durch die 50 m-Isohypse, die im wesentlichen den morphologisch unegliederten Talauenbereich umfaßt. In relativ geringer Höhenlage (ca. 55 m ü. NN), etwa 2 km südlich der Lippe, verläuft der Datteln-Hamm-Kanal, der im Bereich von Lünen-Süd eine weite südliche Ausbuchtung erfährt.

Während bei einem Vergleich der Höhenlagenverhältnisse zwischen dem Ost- und Westteil des Untersuchungsgebietes keine signifikanten Unterschiede in der Talaue festzustellen sind, lassen sich bei einer Gegenüberstellung der im Norden und Süden gelegenen Stadtteile Höhenlagen zwischen 50 und bis über 100 m ü. NN erkennen, die bei autochthonen Wetterlagen lokal klimatisch wirksam werdende Ausgleichsströmungen unterstützen können.

Die höchsten Erhebungen in Lünen treten im Stadtteil Brambauer auf, dessen Fläche von der 80 m-Isohypse begrenzt wird. Während sich dieses Gebiet nach Osten bis etwa in die Nähe des Stadtteils Gahmen ausdehnt und sanft bis auf das 60 m-Niveau abfällt, läßt sich nach Norden hin, zum Datteln-Hamm-Kanal, ein stärkerer Geländeabfall erkennen. Im Süden, Südwesten sowie im Osten bei Oberaden wird das Lüner Flachbecken von den Derner Höhen umschlossen. Dieser gebuchtete Höhenzug erhebt sich ca. 30 - 40 m über die Talaue, das heißt ca. 80 - 90 m ü. NN. Der Ortsteil Lünen-Brambauer liegt auf dem westlichen Teil dieses in Brambauer nahezu ebenen Höhenzuges. Mit dem "Gahmener Berg" stoßen die Derner Höhen an weiteren Stellen tiefer in das Stadtgebiet vor. Ebenfalls nur geringe Höhenunterschiede weisen die im Norden liegenden Stadtteile Nordlünen, Altlünen, Alstedde und Wethmar ("Altlüner Vorhöhen") auf, die teilweise bewaldet sind und mit der Erhebung des Vogelsberges nördlich des Cappenger Sees 90 m ü. NN erreichen. Erst noch weiter nördlich hiervon steigt die Geländehöhe auf über 100 m ü. NN zu den außerhalb des Stadtgebietes gelegenen, nach Süden relativ steil abfallenden Lippehöhen, den Cappenger Höhen, an, die mit dem Schloßberg

<sup>1)</sup> Für die Überlassung des Entwurfs einer Höhenschichtenkarte der Stadtfläche von Lünen sei dem Planungsamt der Stadt Lünen, insbesondere den Herren Balzer und Himmelmann gedankt.

Abb. 1 Naturräumliche Grundstruktur der Stadt Lünen (nach einer Vorlage des Amtes für Planung und Stadterneuerung, Lünen)

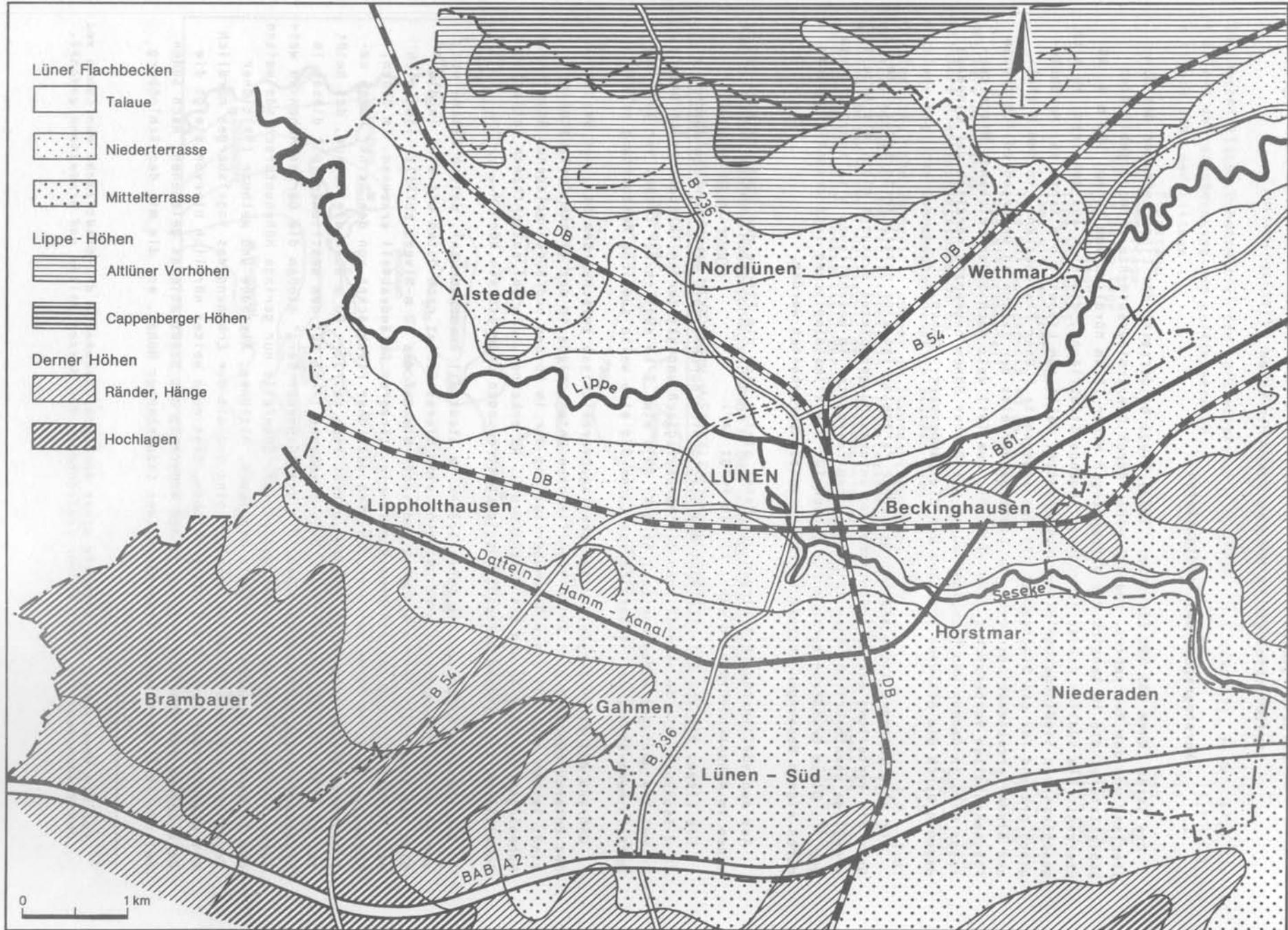


Abb. 2 Höhengschichtenkarte von Lünen



eine Höhe von 112 m ü. NN erreichen. Aus diesen überwiegend bewaldeten nördlichen Randbereichen des Untersuchungsgebietes dürfte bei einer gradientschwachen Hochdruckwetterlage Frischluft in Form feuchter kühlerer Luftmassen zumindest in die Stadtteile Nord- und Altlünen sowie in das Zentrum vorstoßen.

Zusammenfassend läßt sich zur morphographischen Lage des Untersuchungsgebietes sagen, daß die Stadtfläche von Lünen im wesentlichen - also die Lünen Talweitung - von Höhenzügen umgeben ist, die im Süden bei Brambauer mehr als 80 m ü. NN erreichen, nach Osten bzw. Südosten in die niedrig gelegenen Flächen von Horstmar und Niederaden mit ca. 60 m ü. NN übergehen. Die nördlich der Lippeau gelegenen Stadtteile erreichen - sanft ansteigend - Höhenlagen von wenig über 100 m ü. NN. Aufgrund der relativ geringen Reliefenergien, die das Untersuchungsgebiet prägen, ist wegen der höher gelegenen Randbereiche im Norden der Stadt mit dem Auftreten differenzierter stadtteilbezogener Ausgleichsströmungen zumindest für Nord- und Altlünen zu rechnen.

## 2. Siedlungsstruktur

Über die Stadtfläche von Lünen verteilen sich größere und kleinere Ortsteile, Wohnsiedlungsbereiche, Gewerbeflächen und Industriestandorte (Abb. 3). Die heutigen Ortsteile der Stadt Lünen - vor der Eingemeindung oft selbständige Gemeinden - entwickelten sich in der Regel im Umfeld der Zechen und Industriebetriebe. Die Ortsteile und Siedlungsbereiche sind heute zum Teil zusammengewachsen, einige behielten, wie Brambauer und Alstedde, eine solitäre Lage.

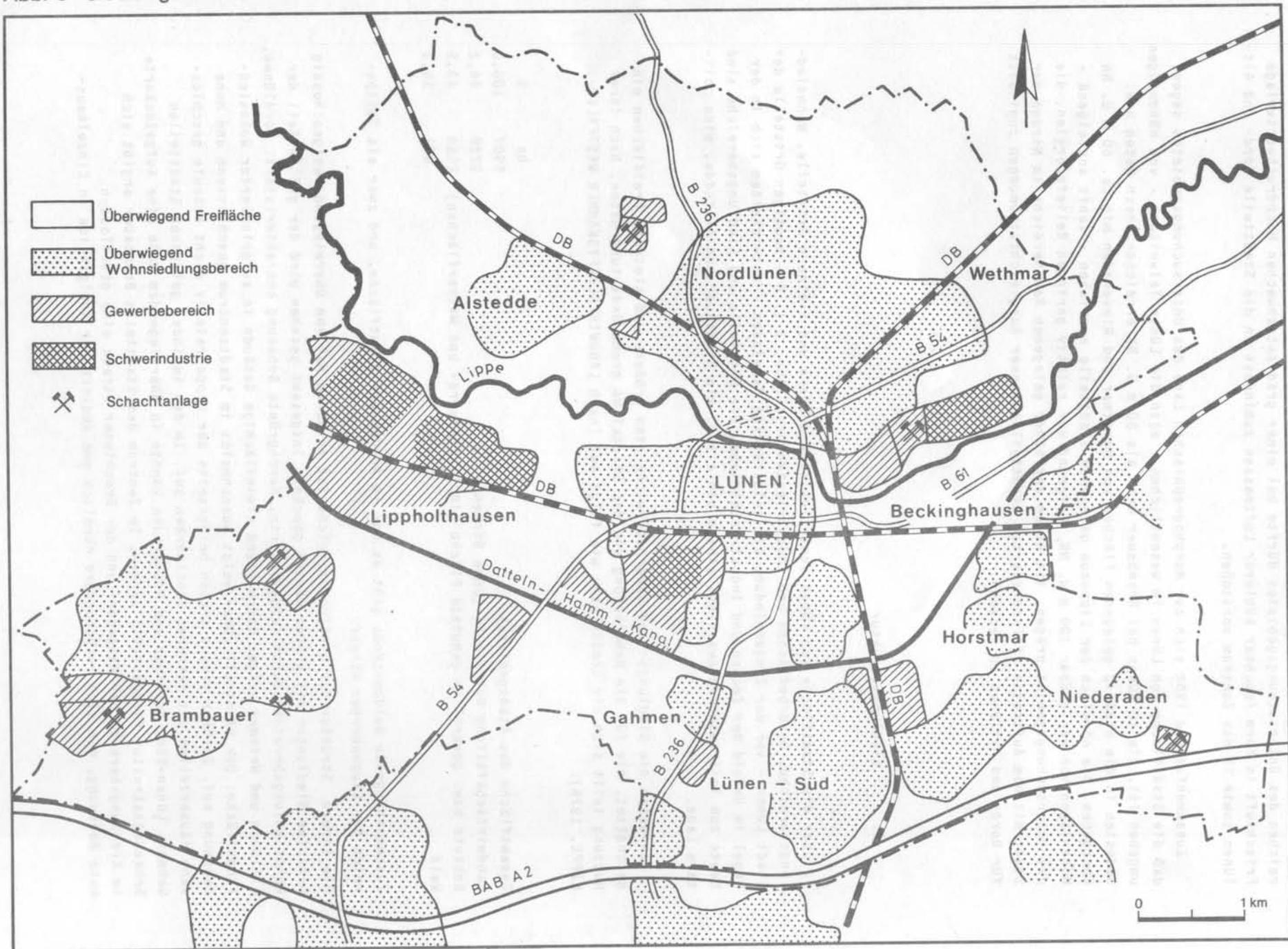
Zwischen die Siedlungs- und Gewerbebereiche sind größere und kleinere Freiflächen eingeschaltet, die für die Naherholung und das Stadtklima große Bedeutung haben. Nach ihrer Nutzung teilt sich die Stadtfläche wie folgt auf (nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER WESTFALEN-LIPPE, 1978):

	ha	%
Gesamtfläche des Stadtgebietes	5907	100,0
Landwirtschaftliche Nutzfläche (ohne Gärten)	2728	46,2
Bebaute bzw. gewerblich genutzte Fläche (incl. Verkehrs- und Wasserflächen)	2568	43,5
Wald	611	10,3

Zusammenhängende Waldbestände gibt es nur im Norden der Stadtfläche, und zwar als Teilbereich der Cappenberger Wälder.

Die innere Struktur der Siedlungsbereiche ist in hohem Maß von überwiegend zweigeschossig bebauten Siedlungen mit großen Gärten geprägt. Insgesamt gesehen wird der größte Teil der Wohnsiedlungsbereiche durch aufgelockerte, durchgrünte Bebauung charakterisiert. Nordlünen, Altlünen und Wethmar zeigen überwiegend kleinflächige Gebäude in aufgelockerter Wohnsiedlungsfläche. Der Stadtteil Lünen weist ausnahmslos im Stadtzentrum geschlossene und hohe Bebauung auf. Darüber hinaus treten beiderseits der Lippe relativ dicht bebaute geschlossene Häuserzeilen mit mehreren Stockwerken auf. In den im Süden gelegenen Stadtteilen Gähmen, Lünen-Süd, Horstmar und Niederaden konnte in überwiegendem Maße eine aufgelockerte Bebauungsstruktur festgestellt werden. Im Zentrum des Stadtteils Brambauer ergibt sich im Kreuzungsbereich der Mengeder- und der Brechtener Straße eine geschlossene hohe Bebauung, die sich insbesondere nördlich und südlich der Königsheide in Einzelhaus-

Abb. 3 Siedlungsstruktur der Stadt Lünen im Jahre 1981 (nach einer Vorlage des Amtes für Planung und Stadterneuerung, Lünen)





struktur fortsetzt. In den Randgebieten schließt sich im allgemeinen ein aufgelockerter Bebauungstyp an, der in den meisten Gebieten aus Häusern bis zu 2,5 Stockwerken besteht.

Zusammenfassend kann für die gesamte Stadtfläche von Lünen festgestellt werden, daß zwar im Bereich einzelner Viertel geschlossene Bebauungsstrukturen vorherrschen, diese sich jedoch zu größeren Gebieten einheitlicher Siedlungsflächen nicht zusammenschließen. Neben der auf den übrigen Flächen überwiegend aufgelockerten Bebauung mit Gebäuden unterschiedlicher Höhe, dürften sich die unbebauten, kühler temperierten Freiflächen zwischen den einzelnen Stadtteilen positiv auf Überwärmungseffekte bei Strahlungswetterlagen auswirken.

### 3. Messung ausgewählter klimatologischer Elemente im Stadtgebiet

Zur Erfassung und Darstellung ausgewählter klimatologischer Elemente im Stadtgebiet von Lünen wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Auswertung einer einjährigen Registrierung der meteorologischen Elemente Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit an fünf Klimastationen im Stadtgebiet
- Registrierung und Interpretation mobiler Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessungen (Analyse eines auf die gesamte Stadtfläche von Lünen ausgedehnten Meßnetzes)
- Auswertung der mittleren Windrichtungsverhältnisse sowie der Häufigkeitsverteilungen bei stabilen austauscharmen Wetterlagen
- Lagerfassung lokaler niedrigtemperierter und kaltluftproduzierender Flächen und Feststellung möglicher Abfließbahnen von Frischluft in die Siedlungsgebiete sowie Darstellung der Ergebnisse in einer Klimafunktionskarte

#### 3.1. Mobiles und stationäres Meßprogramm

In der Zeit zwischen dem 1. Juli 1980 und dem 30. Juni 1981 wurden im Stadtgebiet von Lünen insgesamt fünf Klimastationen betrieben, an denen kontinuierlich die Lufttemperatur und die Luftfeuchte mittels Thermohygrographen registriert wurden. In sämtlichen Tabellen und Textnennungen erhielten die Stationen nachfolgende Zählung:

I	= Brambauer, Grundschule, Auf dem Kelm; aufgelockerte Bebauung	81 m ü. NN
II	= Jugendherberge, Moltkestraße; Lippeaue	50 m ü. NN
III	= Stadtbad, Stadtstation; dichte Bebauung	50 m ü. NN
IV	= Friedhof Lünen-Süd, Außenstation; aufgelockerte Bebauung	56 m ü. NN
V	= Rathaus, Dachstation; Innenstadt	116 m ü. NN

Diese fünf Stationen wurden in Abhängigkeit von der Bebauungsdichte in dichtbebautem Gebiet (III), in aufgelockert bebautem Gebiet (I), in der Nähe der Lippeaue (II), auf einer Freifläche (IV) und auf dem Dach des Rathauses (116 m ü. NN bzw. 66 m über Grund) errichtet. Abbildung 4 zeigt die Lage der Stationen. Mit Hilfe des Vergleichs der Standortmeßwerte von Lufttemperatur und Luftfeuchte soll geprüft werden, ob in dem von relativ vielen großflächigen Grün- und Freiflächen durchsetzten Stadtgebiet die aus der stadtklimatologischen Literatur (z. B. ERIKSEN 1975, LANDSBERG 1981) bekannten Überwärmungs- und Trockenheitsphänomene ebenfalls nachzuweisen sind und, wenn ja, in welcher Stärke sie auf-

treten. Es gab an allen Stationen - bis auf Station II - Meßausfälle, die zu zahlenmäßig weniger auswertbarem Datenmaterial führten. Das gilt insbesondere für die hoch gelegene Rathausstation (V), deren Werte für die Monate März bis Mai nicht ausgewertet werden konnten, für Station I (August), Station III (Juli und August) und für Station IV (August).

Die an der Rathausstation (V) ermittelten Werte sollen im Vergleich mit den anderen Stationswerten zum Nachweis bodennah auftretender Temperaturinversionen dienen; denn die Station Stadtbad (III) ist nur ca. 130 m entfernt und liegt im Vergleich zur Rathausstation um 66 Höhenmeter tiefer.

Das vorhandene Datenmaterial wurde nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

1. Aus den Thermohygrographenaufzeichnungen wurden für die einjährige Meßperiode die Tagesmittel der Lufttemperaturen, das tägliche Maximum und Minimum sowie die Tagesamplitude als Differenz zwischen Maximumwert und Minimumwert berechnet.
2. Die Tagesmittel der Temperatur wurden nach der Formel  $t_m = \frac{t_7 + t_{14} + 2 \cdot t_{21}}{4}$  und die Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit nach der Formel  $f_m = \frac{f_7 + f_{14} + f_{21}}{3}$  ermittelt.
3. Die Angabe der entsprechenden Amplitudenwerte der Lufttemperatur dient insbesondere für Strahlungswetterlagen als Hinweis für standortabhängige, unterschiedlich stark ausgeprägte Tagesgänge der Meßwerte.
4. Das gesamte Datenmaterial der Thermohygrographenauswertung wurde ferner für jeden ausgewerteten Tag den entsprechenden Wetterlagen zugeordnet, um für die einzelnen Standorte wetterlagenabhängige Aussagen machen zu können.

In diese Untersuchung flossen nur die Werte der Stationen Brambauer (I), Jugendherberge (II), Stadtbad (III) und Friedhof (IV) ein, nicht jedoch die der Rathausstation (V).

5. Für zwei hochdruckbestimmte Wetterlagen wurde beispielhaft ein Tagestemperaturverlauf für die Stationen Stadtbad (III), Friedhof (IV) und Rathaus (V) dargestellt.

Die Diagrammstreifen in den Thermohygrographen wurden wöchentlich gewechselt, gleichzeitig erfolgte eine Überprüfung der Geräte.

Das mobile Meßprogramm umfaßte im Stadtgebiet bei Strahlungswetterlagen durchgeführte Meßfahrten, auf denen die Lufttemperatur mit einem 12-Kanal-Kugelpf-Kompensationsschreiber der Marke LINSEIS auf Endlospapier in Einsekundenabständen aufgezeichnet wurde. Die zur Messung der Lufttemperatur dienenden Thermolemente waren vorne am Meßwagen in 50 cm und 200 cm Höhe angebracht. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde mit einem auf dem Dach des Meßwagens installierten Digital-Psychrometer, THERM 2246, Thermssystem, die Windgeschwindigkeit wurde, sofern sie meßbare Größen aufwies, mit einem Flügelradanemometer gemessen, die Windrichtung mit dem Kompaß bestimmt. Die gesamte Meßroute im Stadtgebiet umfaßte zwischen 188 und 296 Einzelmeßpunkte (vgl. Abb. 4).

Aus den bei jeder Meßfahrt erfaßten Datenkollektiven wurden für die Parameter Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit chronologisch korrigierte Isanomalienkarten gefertigt. Die Korrektur der Meßwerte bezieht sich für die Tagesmessungen auf 14:00 h MEZ, für die Nachtmessungen auf 2:00 h MEZ. Eine Zusammenstellung der während der verschiedenen Meßfahrten durchgeführten Messungen erfolgt in Tabelle 1. Um eine chronologische Korrektur der Daten für das jeweils 4 - 5stündige Meßprogramm durchführen zu können, wurden während

Tab. 1: ÜBERSICHT ÜBER DIE MEßFAHRTEN IM STADTGEBIET VON LÜNEN ZWISCHEN  
AUGUST UND SEPTEMBER 1981

Datum	Tages-/ Nacht- zeit	Meßzeit- raum in MEZ	Meß- größen <sup>1)</sup>	Zahl der Meß- punkte	Dar- stellungs- form	chronolo- gisch kor- rigiert auf	Mittelwert der ge- messenen Parameter
5. 8.	Nacht	22:15 bis 3:31	Luft- tempe- ratur	222	Isothermen, Isanomalien der chrono- logisch kor- rigierten Lufttemperatur	2:00 MEZ	17,6° C
			Luft- feuch- tigkeit	188	Isohumiden, Isanomalien der absolu- ten Luft- feuchtigkeit	-	14,45 g/m <sup>3</sup>
6. 8.	Nacht	22:21 bis 3:22	Luft- tempe- ratur	247	Isothermen, Isanomalien der chrono- logisch kor- rigierten Lufttemperatur	2:00 MEZ	18,7° C
			Luft- feuch- tigkeit	246	Isohumiden, Isanomalien der absolu- ten Luft- feuchtigkeit	-	15,12 g/m <sup>3</sup>
31. 8.	Tag	12:42 bis 18:11	Luft- tempe- ratur	286	Isothermen, Isanomalien der chrono- logisch kor- rigierten Luft- temperatur	14:00 MEZ	18,3° C
			Luft- feuch- tigkeit	266	Isohumiden, Isanomalien der absolu- ten Luft- feuchtigkeit	-	10,08 g/m <sup>3</sup>
3. 9.	Tag	11:56 bis 17:27	Luft- tempe- ratur	296	Isothermen, Isanomalien der chrono- logisch kor- rigierten Luft- temperatur	14:00 MEZ	19,4° C
			Luft- feuch- tig- keit	284	Isohumiden, Isanomalien der abso- luten Luft- feuchtigkeit	-	9,06 g/m <sup>3</sup>

1) gemessen in 1,8 bis 2,0 m Höhe über Grund; zusätzlich erfolgten Windmessungen.

der entsprechenden Meßzeiträume die Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit mit Hilfe eines Thermohygrographen in einer Klimahütte ortsfest zu Beginn der Meßstrecke registriert. Aufgrund der gerätetechnisch bedingten geringen systematischen Genauigkeit von Thermohygrographen im Vergleich zur elektrischen Meßwerterfassung wurde der zeitliche Temperaturver-

Abb. 5 Regressionsgeraden zur Zeitkorrektur der Lufttemperatur dargestellt am Beispiel der Nachtmeßfahrt vom 5. 8. 1981

Ablese- und Rechenbeispiel

Lufttemperatur am Meßpunkt 1 um 22:30 Uhr als Nullpunkt gewählt. Näherung der Einzelwerte während der Dauer der Meßfahrt (bis 3:30 Uhr) durch drei Regressionsgeraden ( $R_1, R_2, R_3$ ).

$R_1 = 0,7544 \text{ h} - 19,2077$  (Zeitraum: 22:30 Uhr bis 1:20 Uhr)

$R_2 = 0,1405 \text{ h} - 3,6519$  (Zeitraum: 1:20 Uhr bis 3:00 Uhr)

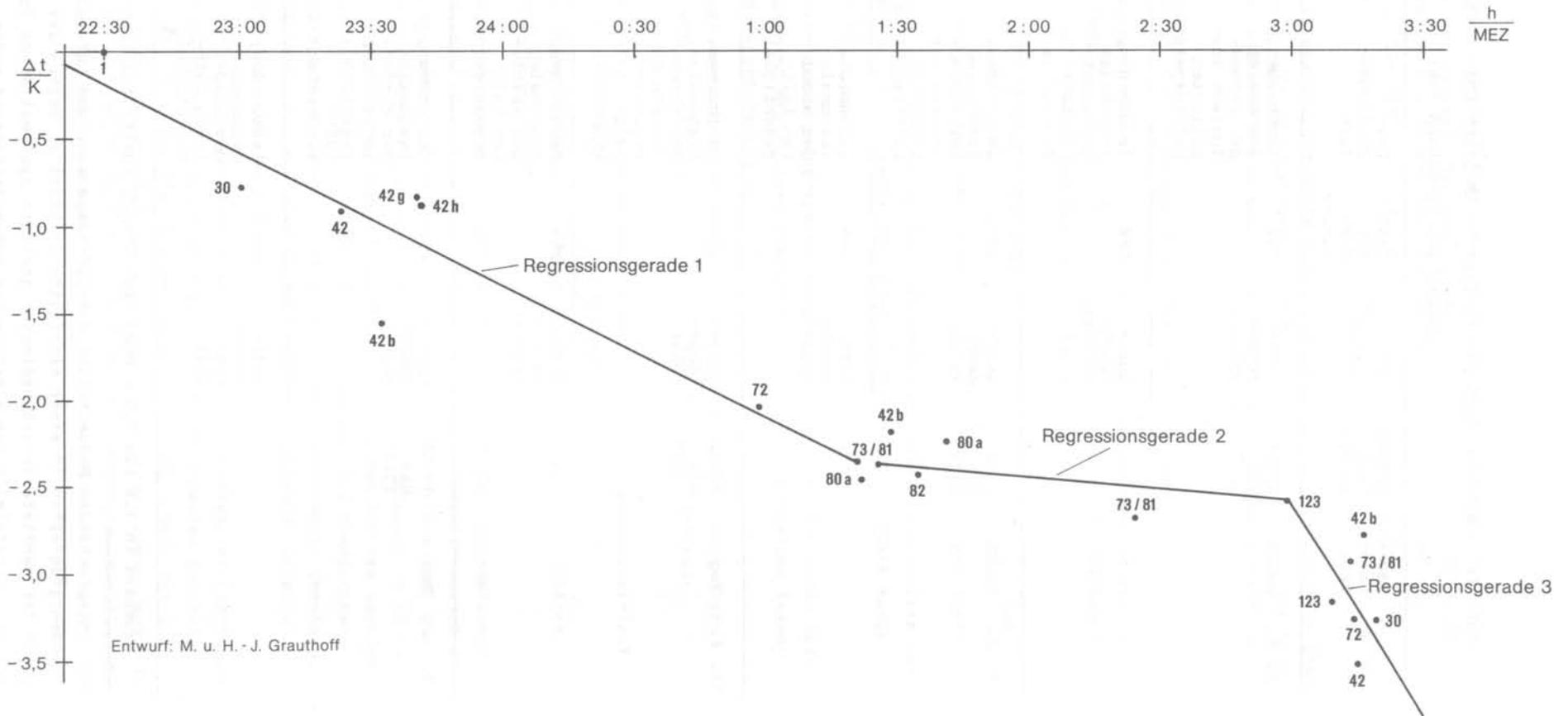
$R_3 = 2,3984 \text{ h} - 64,5823$  (Zeitraum: 3:00 Uhr bis 3:30 Uhr)

h = Zeitdauer nach Nullpunkt.

Aus Gründen der rechnerischen Verarbeitung müssen Minuten und Sekunden in Dezimalen eingegeben und die Stunden nach 24 Uhr fortlaufend durchnummeriert werden (1 Uhr = 25 Uhr, 2 Uhr = 26 Uhr etc.).

Beisp.: Meßpunkt 42b, angefahren um 23:23:18 h  $\hat{=}$  23,3883 h.

$t_{\text{real}} (^{\circ}\text{C}) = 21,9^{\circ}\text{C}; t_{\text{korr.}} (^{\circ}\text{C}) = 20,4^{\circ}\text{C} (R_1)$ .



Entwurf: M. u. H. - J. Grauthoff

lauf jedoch auch aus den mit dem Meßwagen registrierten Lufttemperaturen ermittelt. Dazu wurden bis zu 15 Meßpunkte im Verlauf einer Meßfahrt mehrfach angefahren, so daß von diesen Punkten zwei und zum Teil sogar drei zu verschiedenen Zeiten registrierte Lufttemperaturmeßwerte vorlagen. Für jeden der mehrfach angefahrenen Meßpunkte konnten hieraus für den Zeitraum zwischen den jeweiligen Messungen eine oder zwei lineare Funktionen der zeitlichen Änderung der Lufttemperatur berechnet werden. Der zeitliche Verlauf der Lufttemperatur wurde so durch bis zu 22 Temperaturfunktionen wiedergegeben. Um eine rechnergestützte Datenauswertung und deren gleichzeitige chronologische Korrektur zu ermöglichen, wurde der ermittelte Temperaturverlauf anschließend durch drei stetig sich einander anschließende Regressionsfunktionen genähert. Den letzten Schritt zur chronologischen Korrektur der Meßwerte einer Meßfahrt stellte die Umrechnung des gewonnenen mittleren zeitlichen Verlaufs der Lufttemperatur im Untersuchungsgebiet auf drei lineare Korrekturfunktionen dar. Diese geben den zur Zeitkorrektur der Meßwerte erforderlichen Temperaturzuschlag als Funktion der Zeitdifferenz zum Bezugszeitpunkt wieder. Die mit Hilfe der errechneten Korrekturfunktionen chronologisch korrigierten Lufttemperaturen bilden die Grundlage der Isanomalenkarten der Lufttemperatur (vergl. hierzu Abb. 5).

Insgesamt gesehen ist eine Zeitkorrektur der Meßdaten in der angegebenen Weise notwendig und sinnvoll. Eine einfachere lineare Zeitkorrektur für den gesamten jeweiligen Meßzeitraum kann nämlich wegen der Fahrdauer von bis zu 5,5 Stunden zu signifikanten, die Aussage verfälschenden Abweichungen führen.

### 3.1.1 Ergebnisse des mobilen Meßprogramms

Die Ergebnisse des mobilen Meßprogramms sollen anhand verschiedener Meßkampagnen beispielhaft für das Stadtgebiet dargestellt werden. Der Besprechung der ausgewerteten "Meßtage" beziehungsweise "Meßnächte" wird jeweils eine Wetterlagenbesprechung (Auswertung der Berliner Wetterkarten zu den entsprechenden Terminen) vorangestellt. Zur Besprechung der Situationsverhältnisse von Lufttemperaturen und absoluter Feuchte werden ausschließlich die Isanomalenkarten herangezogen. Dieser Darstellung der Lufttemperatur- und Luftfeuchteverhältnisse wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit der Vorzug für die Beschreibung und die Interpretation gegeben gegenüber der Darstellung mit absoluten Werten.

Nachtmeßfahrt am 5. August 1981

Wetterlage und vertikale Gliederung der Atmosphäre

Die Witterung in dieser Meßnacht war geprägt durch das Vorherrschen eines bis über den 50. Breitengrad ausgeweiteten Azorenhochs, dessen Keil in den russisch-finnischen Raum vorstieß, mit einem Kerndruck von mehr als 1030 mbar über der Danziger Bucht. Eine Kaltfront des Nordmeertiefs schwächte über Südengland den Luftdruck ab und sorgte für bedeckten Himmel sowie teilweise Regenwetter von der Biskaya über die Nordsee bis über den Oslofjord. Bei einem horizontalen Luftdruckgradienten über Deutschland von weniger als 1 mbar pro Breitengrad herrschte über Nordwestdeutschland Windschwäche bei unbedecktem Himmel vor. Mit 20° C war die nächtliche Lufttemperatur relativ hoch. Besonders warm war es in der absoluten Topographie des 500 mbar-Niveaus, das in einer Höhe von 5920 m lag und Temperaturen zwischen -8° C und -10° C aufwies. Der berechnete vertikale Temperaturgradient erreichte nur einen Wert von 0,49 K/100 m. Dieser relativ niedrige Gradient kann kaum durch Wasserdampfreichum erklärt werden; hierbei dürfte es sich wohl eher um eine Erwärmung

durch absinkende Luftbewegung in der Höhe handeln. Die Ausstrahlungsbedingungen waren somit in Lünen in der Nacht vom 4. bis zum 5. August 1981 sehr gut. Leicht störend dürfte sich lediglich ein durch die Hochdruckrandlage bedingter schwacher Wind aus nordöstlicher Richtung ausgewirkt haben.

#### Lufttemperatur- und absolute Luftfeuchtigkeitsverhältnisse

Der arithmetische Mittelwert der Lufttemperaturen, der in dieser Meßnacht ermittelt wurde, betrug  $17,6^{\circ}\text{C}$ . Da ein Meßausfall vorlag, konnten die Werte aus dem Stadtteil Wethmar und Alt-Lünen nicht ausgewertet werden. Unabhängig davon ließ sich anhand des Verlaufs der 0 K-Isanomalen in allen anderen Stadtteilen das städtisch bebaute Gebiet deutlich von den umgebenden nicht bebauten Flächen trennen (Abb. 6). In dieser Meßnacht traten großflächig übertemperierte Gebiete in Lünen-Zentrum, im Bereich der Borker Straße beziehungsweise des Güterbahnhofes Lünen-Nord, in der Umgebung der Bäckerstraße sowie in dem großflächig bebauten Gebiet nördlich und südlich der Kupferstraße (Hüttenwerke Kaiser AG) mit mehr als 2 K auf. Gleichstarke Überwärmungszentren lagen im Stadtteil Brambauer an der Königsheide sowie an der Brambauer- und Mengeder Straße. Die kältesten Flächen in dieser Nacht mit 3 K unter dem Mittelwert wurden südlich der Elsa-Brandström-Straße im Stadtteil Brambauer festgestellt. Größere Gebiete, auf denen der Mittelwert der Lufttemperatur um mehr als 2 K unterschritten wurde, erstreckten sich zwischen Brambauer und der Gahmener Straße bis nach Lippolthausen. Am Verlauf der 0 K-Isanomalen, die die bebaute Fläche in Lünen-Zentrum und Alstedde von der kühleren Umgebung trennt, erkennt man sehr deutlich die erwartungsgemäß im Bereich der Lippeaue liegenden kühleren Luftmassen. Als untertemperierte Fläche mit 1 K unter dem Mittelwert traten die südlich der Kamener Straße liegenden Schlammplätze und der Volkspark thermisch hervor.

Der arithmetische Mittelwert der absoluten Luftfeuchtigkeit für diese Meßnacht betrug  $14,45 \text{ g Wasserdampf pro m}^3$ . Die in der Abbildung 7 dargestellten Abweichungen lagen maximal zwischen  $-1,0 \text{ g/m}^3$  und  $+0,5 \text{ g/m}^3$ . Eine Abhängigkeit der Werte der absoluten Luftfeuchtigkeit von der Bebauungsstruktur konnte kaum nachgewiesen werden. Geringe Tendenzen zu niedrigeren absoluten Luftfeuchtigkeiten traten, mehr oder weniger stark ausgeprägt, im Stadtteil Lippolthausen sowie auf kleineren Flächen in Brambauer auf. Geringfügig über dem Mittelwert liegende absolute Luftfeuchtigkeiten ( $+0,5 \text{ g/m}^3$ ) konnten im Bereich Lünen-Zentrum, Nordlünen, Altlünen und in Lünen-Süd festgestellt werden.

#### Nachtmeßfahrt am 6. August 1981

##### Wetterlage und vertikale Gliederung der Atmosphäre

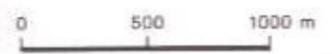
Die bereits am 5. August 1981 ausgebildete Hochdruckbrücke zwischen den Azoren und Rußland blieb weitgehend erhalten, wenn auch das Luftdruckniveau leicht abgeschwächt wurde und sich der östliche Hochdruckkern zum Baltikum verlagerte. Das weit in die Troposphäre hineinreichende Hoch leitete einerseits die Fronten nordostwärts nach Schweden und sorgte andererseits dafür, daß eine Warmfront über Südengland und die Bretagne westwärts gesteuert wurde. Über dem Schwarzen Meer und dem Ärmelkanal herrschte Wolkenlosigkeit vor. Der Wind in dieser Nacht frischte etwas auf. Die Lufttemperaturen lagen um 1 - 2 K unter denen der Meßnacht vom 5. August 1981. Auch das Höhenhoch hatte sich abgeschwächt. Das 500 mbar-Niveau lag nur noch 5820 m hoch und war mit  $-11^{\circ}\text{C}$  zwar noch relativ warm, jedoch kälter als am Vortag. Der vertikale Temperaturgradient war deshalb auf einen Wert von  $0,51 \text{ K/100 m}$  angestiegen.

Abb. 6 Abweichung der Lufttemperatur vom Mittelwert am 5. 8. 1981 (2:00 MEZ) in K



7.7 Abweichung der absoluten Luftfeuchtigkeit vom Mittelwert am 5. 8. 1981 (2:00 MEZ) in  $g/m^3$

f = feuchter  
t = trockener



Entwurf: W. Kuttler / D. Schreiber



8 Abweichung der Lufttemperatur vom Mittelwert am 6. 8. 1981 (2:00 MEZ) in K



Windvektor  
(1 cm Pfeillänge = 1 m/s)

Windstille

0 500 1000 m

Entwurf: W. Kuttler / D. Schreiber

Die Ausstrahlungsbedingungen im Stadtgebiet von Lünen waren während dieser Nacht gut; allerdings wehte ständig ein schwacher Wind aus Nordost, der die baulich bedingten stadtklimatischen Unterschiede durch Luftmischung abschwächte.

#### Lufttemperatur- und absolute Luftfeuchtigkeitsverhältnisse

Die 0 K-Isanomale, die einen arithmetischen Mittelwert von  $18,7^{\circ}\text{C}$  repräsentiert, umschließt in Lünen-Zentrum, Lünen-Süd und Horstmar sowie in Brambauer den größten Teil des dicht beziehungsweise aufgelockert bebauten Gebietes. Abweichungen zum Mittelwert von über +2 K traten in Lünen-Zentrum im Bereich der Borker Straße und in weiterer Umgebung des Bahnhofs Lünen-Süd, in Brambauer und im Bereich der Mengeder Straße (Gebäude mit mehr als drei Stockwerken) sowie nördlich der Brambauer Straße auf, wo in die Fläche, die von der +2 K-Isanomalen umschlossen wird, sogar kleinere noch wärmere Flächen eingeschaltet waren. Kühltemperierte Gebiete (2 K unter dem Mittelwert) konnten zwischen Brambauer und Gahmen bis zur westlich des Stadtzentrums von Lünen reichenden Talaue der Lippe ermittelt werden. Darüber hinaus drang ein Kühlluftstrom in dieser Meßnacht aus Richtung Cappenberger Höhen bis fast zur Bahnlinie Lünen - Coesfeld vor. Untertemperierte Luftmassen ergossen sich auch aus der östlich der Kurt-Schumacher-Straße liegenden Lippeaue in Richtung Süden nach Horstmar und weiter bis zur Gahmener Straße (vgl. Abb. 8).

Die Verteilung der absoluten Luftfeuchtigkeit im Stadtgebiet von Lünen wies für diese Meßnacht eine deutschliche Zweigliederung auf (vgl. Abb. 9): Während etwa nördlich der Lippe absolute Luftfeuchtwerte mit bis zu  $1,0 \text{ g/m}^3$  unter dem arithmetischen Mittelwert von  $15,12 \text{ g/m}^3$  auftraten, lagen die Werte der absoluten Luftfeuchtigkeit in allen anderen Stadtteilen jenseits der 0  $\text{g/m}^3$ -Isanomalen, also im feuchteren Bereich. Wie in der vorhergehenden Meßnacht traten auch während dieser Messung keine großen Unterschiede der absoluten Luftfeuchtigkeit über Flächen verschiedener Nutzungsarten auf. Allenfalls nordwestlich von Lünen-Zentrum und abgeschwächt auch in Brambauer konnte die dem Stadtklima eigene größere Trockenheit während einer Strahlungswetterlage erkannt werden, wohingegen in Lünen-Süd und Horstmar großflächig feuchtere Luft vorherrschte.

Tagesmeßfahrt am 31. August 1981

#### Wetterlage und vertikale Gliederung der Atmosphäre

Gestützt durch einen Hochdruckkeil in der Höhe, der von Tunesien über Frankreich bis zum Nordmeer reichte und sich in nördlichen Breiten zu einem Höhenhoch verstärkte, lag am Boden ein Nordmeerhoch mit Brückenbildung zum östlichen Mittelmeer und zum Schwarzen Meer sowie zu einer abgeschlossenen Hochdruckzelle über den Karpaten. Flankierend dazu hatte sich ein Tiefdruckgebiet über dem nordrussisch-baltischen Raum und ein zweites über dem Atlantik, zwischen Island und den Azoren, ausgebildet. Der daraus resultierende Luftdrucksattel lag über Belgien und England. Eine Frontalzone verlief östlich hiervon von Mittelnorwegen nach Mitteldeutschland. Aus diesem Grund war der Himmel bedeckt, und es wehte ein Wind aus Nordwest. Zur Mittagszeit klarte es jedoch auf, und die Windstärke nahm ab. Zwischen dem Nordmeerhoch und dem Baltischen Tief bildete sich über dem norddeutschen Raum ein Luftdruck-Deltagebiet aus. Über Dänemark lag um 12:00 GMT die 1016 mbar-Isobare 200 km östlich der 1018 mbar-Isobare. Bis zu  $52^{\circ}$  nördlicher Breite fächerte der Abstand zwischen diesen beiden Isobaren auf 500 km auf. Dies zog deutlich eine Windschwächung nach sich. Die Einstrah-

lung wurde stellenweise durch kumuliforme Bewölkung geschwächt. Das 500 mbar-Niveau lag in einer Höhe von nur 5633 m und war mit  $-17,3^{\circ}\text{C}$  relativ kalt. Der vertikale Temperaturgradient war deshalb auf einen Wert von  $0,61\text{ K}/100\text{ m}$  angestiegen.

#### Lufttemperatur- und absolute Luftfeuchtigkeitsverhältnisse

Die mittlere Lufttemperatur an diesem Meßtag belief sich für den Bereich des Meßnetzes auf  $18,3^{\circ}\text{C}$ . Die auf der Isanomalkarte (vgl. Abb. 10) eingezeichneten positiven und negativen Abweichungen zu diesem Mittelwert lassen erkennen, daß die höchsten positiven Abweichungen von mehr als  $1\text{ K}$  nicht in allen Fällen mit der vorherrschenden Bebauungsstruktur in Zusammenhang gebracht werden können, wie dies zum Beispiel im Stadtteil Altlünen und in Lünen-Zentrum zu beobachten ist, wo die  $+1,0\text{ K}$ -Isanomale sogar bis zum Flußbett der Lippe reicht. Während im westlichen Teil von Brambauer einige kleinere Flächen positive Abweichungen zum Mittelwert von mehr als  $1,0\text{ K}$  erreichten, ließen sich niedrig temperierte Bereiche zum Beispiel südlich und östlich der Straße Königsheide in Brambauer erkennen. Mit die niedrigsten Lufttemperaturen traten an diesem Meßtag im Stadtteil Lünen-Süd auf, wo sogar im Bereich der Lutherstraße  $2\text{ K}$  vom Mittelwert unterschritten wurden. Die Gründe für das zum Teil atypische Auftreten von über- bzw. untertemperierten Gebieten dürfte im Vorherrschen der im wesentlichen aus Richtung Nord, in Brambauer jedoch zum Teil aus Südost wehenden Winde zu suchen sein, die dafür sorgten, daß relativ kühle Luftmassen aus dem Talauenbereich der Lippe östlich Lünen-Zentrum nach Süden verfrachtet wurden, so daß relativ niedrige Lufttemperaturen in Lünen-Süd auftraten. Leichte südöstliche Winde in Brambauer ließen kühle Luft bis in das Gebiet der Straße Königsheide vordringen. Die Überwärmung der bebauten Flächen war auch an diesem Meßtag gering.

Die mittlere absolute Luftfeuchtigkeit an diesem Meßtag belief sich für das Meßnetz auf  $10,08\text{ g}/\text{m}^3$ . Die  $0\text{ g}/\text{m}^3$ -Isanomale trennt im Bereich Nord-Lünen und Altlünen relativ scharf die bebauten Gebiete von den Freiflächen (vgl. Abb. 11). Größere Gebiete mit einer absoluten Luftfeuchtigkeit, die um mehr als  $0,5\text{ g}/\text{m}^3$  unter dem Mittelwert lag, finden sich im Bereich der Cappenberger Straße, in Lünen-Zentrum und in dem sich vom Flußbett der Lippe bis zur Bahnlinie Lünen - Coesfeld erstreckenden Gebiet. Südlich der Münsterstraße in Altlünen findet sich ferner noch eine kleinere Fläche, die von der  $-0,5\text{ g}/\text{m}^3$ -Isanomale umschlossen wird. Während in Lünen-Süd relativ trockene Gebiete südwestlich der Alsenstraße und südwestlich der Bahnstraße auftraten, wurde in Brambauer beinahe das gesamte Stadtteilgebiet von der  $-0,5\text{ g}/\text{m}^3$ -Isanomale umschlossen. Vergleichsweise sehr hohe Luftfeuchtwerte, die zum Teil mit mehr als  $3,5\text{ g}/\text{m}^3$  über dem Mittelwert lagen, besaßen Luftmassen südlich der Kamener Straße (Ortsteil Beckinghausen) zwischen der Lippeaue und dem Datteln-Hamm-Kanal. Dieses relativ große Gebiet erstreckte sich mit abnehmender absoluter Feuchte bis in den Stadtteil Horstmar. Es dürfte sich hierbei um über der Lippeaue produzierte Luftfeuchtigkeit handeln, die durch Nordwinde aus ihrem Ursprungsgebiet verlagert wurde. Im Stadtteil Lippolthausen ließ sich ein weiteres Gebiet gering überhöhter Luftfeuchtigkeit erkennen; auch hierbei dürfte es sich um Feuchtigkeit handeln, die aus dem Auengebiet der Lippe durch nördliche bzw. nordöstliche Winde hierher transportiert wurde. Darauf deutete auch schon der westlich des Zentrums in der Lippeaue gelegene relativ trockene Bereich hin, dessen weniger feuchte Luftmassen aufgrund der Nordströmung aus den bebauten Gebieten heraus in dieses Gebiet gelangte.

Abb. 9 Abweichung der absoluten Luftfeuchtigkeit vom Mittelwert am 6. 8. 1981 (2:00 MEZ) in  $g\ m^{-3}$





Abb. 11 Abweichung der absoluten Luftfeuchtigkeit vom Mittelwert am 31. 8. 1981 (14:00 MEZ)  $g/m^3$

f = feuchter  
t = trockener

0 500 1000 m

Entwurf: W. Kuttler / D. Schreiber



Tagesmeßfahrt am 3. September 1981

#### Wetterlage und vertikale Gliederung der Atmosphäre

Die Witterung dieses Tages wurde durch einen atlantischen und einen osteuropäischen Höhenrog bestimmt. Zwischen beiden erstreckte sich ein Höhenkeil von der Iberischen Halbinsel über Großbritannien und Skandinavien bis zum Weißen Meer. So geriet Deutschland in eine nordöstliche Höhenströmung, unter der sich jedoch noch hoher Luftdruck von Schweden bis über das Böhmisches Becken erhielt. Der Schwerpunkt des Hochs lag erwartungsgemäß unter dem Höhenkeil mit einem Kerndruck von über 1030 mbar über der Nordsee. Zwischen dieser Hochdruckzelle und einem Tiefdruckgebiet über Norditalien herrschten in Deutschland schwache östliche bis nordöstliche Winde vor. Die durch sie transportierten kontinentalen Luftmassen garantierten sonnenscheinreiches Wetter. Die Windgeschwindigkeiten lagen in Nordwestdeutschland meist unter 5 Knoten; der Himmel war nicht ganz wolkenfrei. Das 500 mbar-Niveau lag über Norddeutschland in einer Höhe von 5720 m und wies eine Temperatur von  $-16^{\circ}\text{C}$  auf. Mit  $18^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur zur Mittagszeit handelte es sich für diese spätsommerliche Jahreszeit um einen temperaturmäßig nicht sehr stark ausgeprägten Strahlungstag. Selbst bei einem möglichen nachmittäglichen Temperaturanstieg um 3 K hätte aufgrund des dann immer noch relativ niedrigen vertikalen Temperaturgradienten von  $0,64\text{ K}/100\text{ m}$  keine Gefahr des Wolkenwachstums durch feuchtlabile Thermik bestanden.

#### Lufttemperatur- und absolute Luftfeuchtigkeitsverhältnisse

Der aus den Werten der Meßpunkte berechnete Mittelwert der Lufttemperatur belief sich an diesem Meßtag auf  $19,4^{\circ}\text{C}$ . Die auf der Isanomalienkarte (vgl. Abb. 12) eingezeichneten positiven und negativen Abweichungen zu diesem Wert betragen bis zu +2 K und bis zu -3 K. Die höchsten positiven Abweichungen mit Werten von über 2 K traten in Lünen-Süd und im Stadtteil Horstmar sowie nordöstlich Beckinghausen im Bereich der Hammer Straße nahe der Stadtgrenze Lünen auf. Um mehr als +1 K vom Mittelwert abweichende Lufttemperaturen fanden sich mehr oder weniger in allen Stadtteilen von Lünen. Nicht immer fielen diese leicht übertemperierten kleineren Flächen mit dicht bebauten Gebieten zusammen. Nur wo industriell genutzte Flächen das städtische Oberflächenbild prägen, - wie zum Beispiel an der Kupferstraße - entstanden größere zusammenhängende Flächen, die von der 1-K-Isanomalie umschlossen wurden. Selbst das dicht bebaute Stadtzentrum von Lünen westlich der Kurt-Schumacher-Straße und nördlich der Viktoriastraße wies nur kleinflächig eine Temperaturerhöhung von mehr als 1 K auf. Wesentlichen Einfluß auf die relativ heterogene Struktur der Lufttemperaturverteilung an diesem Meßtag dürfte der an verschiedenen Stellen gemessene Wind aus Ost bzw. Nordost gehabt haben. Dies äußert sich auch in dem außerordentlich stark gebuchteten Verlauf der 0 K-Isanomalie, die den überwärmten Bereich von den niedrig temperierten Gebieten abgrenzt. An diesem Meßtag umschloß eine sich von Nordwest nach Süd zur Lippeaue verschmälernde Zone mit leichten positiven Temperaturabweichungen die Stadtteile Alstedde, AltLünen, Nord-Lünen, Gahmen sowie Lünen-Süd und Horstmar. Im Stadtteil Brambauer fielen nur kleinflächige gering überwärmte Gebiete südlich des Industriegeländes der ehemaligen Zeche Minister Achenbach im Südwesten, im Nordosten und Osten von Brambauer wie auch im dichtbebauten Gebiet an der Straße Zum Pier auf. Die Überwärmungseffekte in Braumbauer waren an diesem Tag nicht sehr stark ausgebildet; darüber hinaus griff kühl temperierte Luft, so zum Beispiel von Nordwesten, von Osten (Straße Auf dem Kelm) sowie von Südosten, auf die bebauten Fläche von Brambauer über. Aus diesem Grunde konnte auch nicht von einer einheitlich ausgeprägten Wärmeinsel gesprochen werden. Relativ große Flächen mit negativen Temperaturabweichungen von mehr als 1 K lagen zwischen der Gahmener Straße im Süden Lünens und dem Stadtteil Brambauer. Ferner wurden im Osten der Stadtfläche

aus dem Bereich der Lippeaue, relativ kühle Luftmassen (bis zu weniger als 2 K) durch den in diesem Bereich vorherrschenden leichten Nordostwind bis zum Datteln-Hamm-Kanal gedrückt. Noch kühlere Luft gelangte auf zwei relativ breiten Vorschüben von Norden in Richtung Stadt, wo zum Beispiel im Bereich der Waldgebiete nördlich des Cappenberger Sees negative Temperaturabweichungen erreicht wurden, die 2 K unterschritten. Die in diesem Gebiet zum Meßzeitpunkt herrschende Windrichtung sorgte dafür, daß untertemperierte Luftmassen in einer breiten Schneise östlich und westlich der Cappenberger Straße dem Stadtzentrum von Lünen zustrebten und deshalb die 0 K-Isanomale weit nach Süden verlagerten. Deutlich weniger starke negative Temperaturabweichungen traten in den westlich der Stadt gelegenen Auegebieten der Lippe auf, deren kühlere Luftmassen die 0 K-Isanomale jedoch nicht in den bebauten Flächenanteil von Lünen-Zentrum lippewärts vorstoßen ließ.

Der aus den Einzelwerten berechnete arithmetische Mittelwert der absoluten Luftfeuchtigkeit betrug für diesen Meßtag  $9,06 \text{ g/m}^3$ . Zum genannten Mittelwert ergaben sich positive Abweichungen von mehr als  $1,0 \text{ g/m}^3$  und negative Abweichungen von mehr als  $0,5 \text{ g/m}^3$  (vgl. Abb. 13). Gebiete in Lünen, die von der  $-0,5 \text{ g/m}^3$ -Isanomalen umschlossen wurden und somit trockener waren als die angrenzenden Flächen, lagen in Alstedde, Lünen-Zentrum und im Gebiet von Lünen-Süd sowie nordöstlich von Horstmar. In allen Stadtteilen trennt die  $0 \text{ g/m}^3$ -Isanomale im wesentlichen die Gebiete mit dichter bzw. aufgelockerter Bebauung von den kühleren Waldgebieten bzw. den landwirtschaftlich genutzten Flächen. Relativ luftfeuchte Gebiete herrschten im wesentlichen im Talauenbereich der Lippe östlich des Zentrums vor. Durch den während dieses Meßtages leicht wehenden Nordostwind wurde ein Teil der feuchteren Luftmassen bis in das Siedlungsgebiet nördlich des Preußenhafens gedrückt. Die etwas trockeneren Luftmassen im Ortsteil Brambauer wurden insbesondere im Süden, Osten und Norden des Stadtteils von Luft umgeben, die stellenweise um über  $1 \text{ g/m}^3$  höhere absolute Luftfeuchten aufwies, als es dem Mittelwert entsprach. Trotz der östlichen Windströmung, die am 3. September 1981 herrschte, ließen sich die relativ trockenen Gebiete im wesentlichen durch das Vorherrschen unterschiedlicher Bebauungsstruktur erklären.

### 3.1.2 Ergebnisse des stationären Meßprogramms

#### Lufttemperaturverhältnisse

Die aus dem vorhandenen Datenmaterial berechneten Tagesmittel der Lufttemperatur wiesen an allen Stationen im Monat August die höchsten Werte auf (Tab. 2). Dabei wurden an der Dachstation des Rathauses (V)  $18,6^\circ\text{C}$ , an der Station II (Jugendherberge)  $17,4^\circ\text{C}$  erreicht, die Temperaturen der anderen Stationen bewegten sich zwischen diesen Werten. Die niedrigsten Tagesmitteltemperaturen traten an den Stationen I, II und III im Februar, an den Stationen IV und V jeweils im Januar auf; dabei bewegten sich die Temperaturwerte zwischen  $1,1^\circ\text{C}$  (II u. IV) und  $2,0^\circ\text{C}$  (V). Die aus den Tagesmitteln berechneten Jahresmittel der Lufttemperaturen der fünf Stationen wiesen keine besonders großen Unterschiede auf, wie die folgenden Zahlen verdeutlichen.

#### JAHRESMITTEL DER LUFTTEMPERATUREN

Station	I	II	III	IV	V
$^\circ\text{C}$	9,7	9,8	10,4	10,0	10,0 x)

x) Mittel aus 9 Monaten

Abweichung der Lufttemperatur vom Mittelwert am 3. 9. 1981 (14:00 MEZ) in K

Windvektor  
(1 cm Pfeillänge = 1 m/s)

0 500 1000 m

Entwurf: W. Kuttler / D. Schreiber

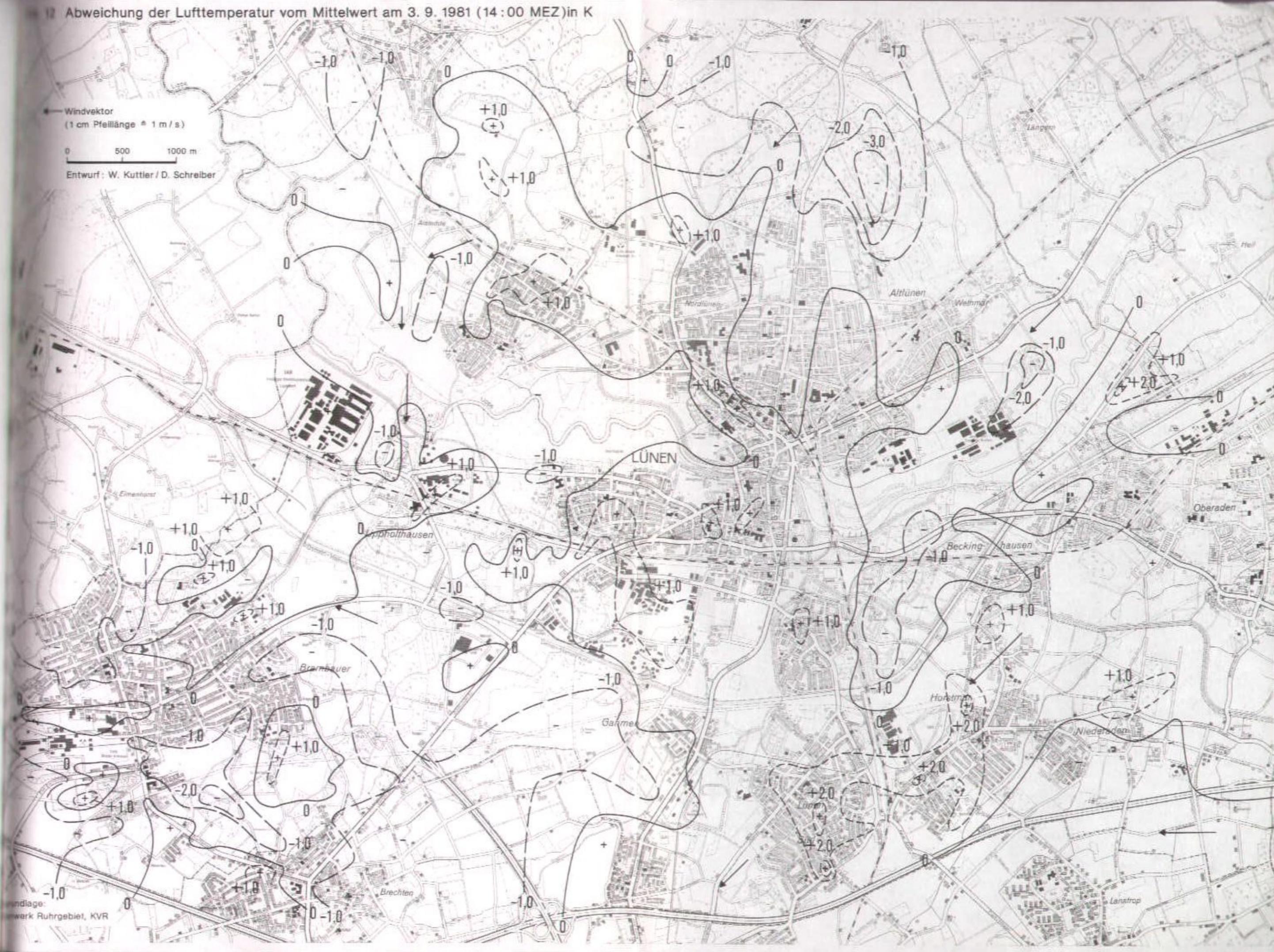


Abb. 13 Abweichung der absoluten Luftfeuchtigkeit vom Mittelwert am 3. 9. 1981 (14:00 MEZ) in  $g/m^3$



Tab. 2 :

Mittelwerte der Lufttemperaturen (in °C)

Monat	Tagesmittel					Maximum					Minimum					Amplitude					Monat
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
Juli	15,9	15,9	16,5	16,4	16,4	19,7	19,9	20,1	20,4	19,7	12,1	11,7	12,4	12,1	12,9	7,6	8,2	7,7	8,3	6,8	Juli
Aug.	17,7	17,4	18,4	17,9	18,6	22,9	22,6	23,6	23,3	23,1	12,8	13,1	14,0	13,4	14,0	10,1	9,5	9,6	9,9	9,1	Aug.
Sept.	15,5	15,0	16,1	15,5	17,0	21,0	19,5	21,4	21,4	21,2	11,0	10,8	11,4	10,5	12,8	10,0	8,7	10,0	10,9	8,4	Sept.
Okt.	9,4	9,1	9,8	9,0	10,2	12,9	12,3	13,5	13,1	13,1	5,8	5,5	6,1	5,1	6,9	7,1	6,8	7,4	8,0	6,2	Okt.
Nov.	4,8	5,0	5,5	4,7	4,7	6,8	6,8	7,4	6,6	6,3	2,8	2,7	3,1	2,2	2,5	4,0	4,1	4,3	4,4	3,8	Nov.
Dez.	3,4	3,5	3,9	3,1	3,4	5,2	5,3	5,7	5,0	5,2	1,2	1,2	1,6	0,7	1,1	3,9	4,1	4,1	4,3	4,1	Dez.
Jan.	1,6	1,4	2,1	1,1	2,0	3,6	3,6	4,2	3,4	4,2	-0,6	-0,7	-0,4	-1,5	-0,3	4,2	4,2	4,5	4,8	4,5	Jan.
Febr.	1,3	1,1	2,0	1,5	2,1	3,7	3,8	4,6	4,3	4,7	-1,4	-1,5	-0,8	-1,4	-0,5	5,3	5,3	5,4	5,7	5,2	Febr.
März	8,6	8,6	9,2	9,1	-*)	11,8	12,3	12,6	12,5	-*)	5,4	5,5	6,0	5,6	-*)	6,4	6,8	6,6	6,9	-*)	März
Apr.	9,2	9,6	9,8	9,8	-*)	14,1	14,9	14,5	14,6	-*)	4,5	4,5	5,1	4,9	-*)	9,6	10,4	9,4	9,9	-*)	Apr.
Mai	14,1	14,8	14,7	15,0	-*)	18,9	20,4	20,0	20,0	-*)	8,6	9,1	9,6	9,3	-*)	10,6	11,3	10,4	10,7	-*)	Mai
Juni	15,8	16,5	16,5	16,6	16,2	20,3	21,3	20,8	21,0	19,8	11,3	11,6	12,0	11,7	12,1	9,0	9,7	8,8	9,4	7,7	Juni

Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit (in %)

Monat	Tagesmittel					Maximum					Minimum					Amplitude					Monat
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
Juli	82,6	83,1	-*)	-*)	85,4	98,9	98,4	-*)	-*)	98,9	58,6	61,4	-*)	-*)	67,9	40,2	37,0	-*)	-*)	31,0	Juli
Aug.	-*)	80,8	-*)	77,7	76,7	-*)	96,8	-*)	96,4	95,6	-*)	53,8	-*)	52,0	55,5	-*)	43,2	-*)	44,3	40,0	Aug.
Sept.	80,1	81,7	74,6	79,7	74,5	98,6	96,2	96,0	97,3	94,0	48,9	56,3	41,9	50,5	53,3	51,3	40,0	52,4	45,5	41,3	Sept.
Okt.	81,2	82,6	75,8	80,9	77,8	97,5	96,9	95,0	96,0	93,9	58,6	64,7	51,5	61,5	60,5	38,9	32,2	43,5	34,7	33,4	Okt.
Nov.	81,8	81,2	75,7	81,2	79,6	94,9	93,4	91,5	92,9	92,2	68,3	69,6	60,9	70,0	66,6	26,6	23,8	30,9	22,9	23,7	Nov.
Dez.	84,2	85,0	79,4	83,3	83,3	97,1	95,8	94,6	94,9	94,9	71,4	72,6	63,9	71,0	68,4	24,9	23,2	30,7	24,0	26,5	Dez.
Jan.	87,4	87,5	83,5	87,0	87,1	96,4	94,6	94,1	95,0	96,0	75,1	76,7	68,8	75,9	74,2	21,3	17,6	25,3	19,1	21,9	Jan.
Febr.	83,3	83,2	77,5	82,2	83,3	96,9	95,8	93,8	94,6	95,4	62,2	67,2	57,3	66,1	66,2	32,1	28,6	39,5	28,5	29,2	Febr.
März	79,2	81,0	72,6	78,6	-*)	95,1	95,2	92,2	93,9	-*)	59,5	60,6	53,3	59,8	-*)	36,2	34,5	38,9	33,0	-*)	März
Apr.	71,1	73,9	65,2	70,7	-*)	95,5	95,6	91,5	95,9	-*)	46,0	48,0	39,3	44,3	-*)	49,5	47,5	52,1	51,6	-*)	Apr.
Mai	72,5	75,4	64,3	67,1	-*)	97,1	98,3	92,8	96,6	-*)	44,7	48,5	38,1	40,9	-*)	52,4	47,9	52,6	53,9	-*)	Mai
Juni	75,2	77,0	67,1	71,4	78,5	96,0	96,8	92,1	95,1	96,1	50,4	53,5	41,3	45,8	59,6	45,5	43,3	50,1	49,0	37,8	Juni

\*) Da mehr als 7 Tageswerte fehlend, keine Berechnung des Monatsmittels

Den höchsten Jahresmittelwert erreichte erwartungsgemäß die Stadtstation (III) mit  $10,4^{\circ}\text{C}$ , die niedrigsten Werte traten in dem weniger dicht besiedelten Gebiet von Brambauer (I) und an der Jugendherberge (II) auf. Ein Blick auf die mittleren Tagesmaxima zeigt, daß die höchsten Werte an allen Stationen im August gemessen wurden; mit  $23,6^{\circ}\text{C}$  erreichte die Stadtstation (III) den höchsten Wert, Station II mit  $22,6^{\circ}\text{C}$  das niedrigste Maximum. Im Monat Januar traten an allen Stationen die niedrigsten Maxima auf, und zwar mit  $3,6^{\circ}\text{C}$  (I und II), mit  $4,2^{\circ}\text{C}$  (III und V) und mit  $3,4^{\circ}\text{C}$  der niedrigste Wert an der Außenstation (IV). An der Stadtstation (III) und der Rathausstation (V) wurden die gleichen niedrigen mittleren Maxima der Lufttemperatur erreicht. Folgende Werte wurden gemessen und berechnet:

MITTLERE TAGESMAXIMA DER LUFTTEMPERATUR

Station	I	II	III	IV	V
$^{\circ}\text{C}$	13,4	13,6	14,0	13,8	13,0 x)

x) Mittel aus 9 Monaten.

Das höchste mittlere Tagesmaximum der Lufttemperatur trat an der Station III mit  $14,0^{\circ}\text{C}$ , das niedrigste -- von der hochgelegenen Rathausstation abgesehen - an Station I mit  $13,4^{\circ}\text{C}$  auf.

Die Verteilung der mittleren Minima zeigt die höchsten Werte für den Monat August. Von der hochgelegenen Rathausstation abgesehen, erreichte die Stadtstation (III) mit  $14,0^{\circ}\text{C}$  den höchsten Wert, die Station Brambauer (I) mit  $12,8^{\circ}\text{C}$  den niedrigsten. Unter  $0^{\circ}\text{C}$  lagen die Tagesminima an den Stationen I, II, III und V im Monat Februar; an der Außenstation IV wurde schon im Januar als Tiefstwert  $-1,5^{\circ}\text{C}$  erreicht. Als mittlere Tagesminima der Lufttemperatur ergaben sich folgende Werte:

MITTLERE TAGESMINIMA DER LUFTTEMPERATUR

Station	I	II	III	IV	V
$^{\circ}\text{C}$	6,1	6,1	6,7	6,0	6,8 x)

x) Mittel aus 9 Monaten.

Die geringste Abkühlung zeigte nach den mittleren Tagesminima der Lufttemperatur (ausgenommen Rathausstation) die Station III mit  $6,7^{\circ}\text{C}$ , die niedrigsten Minima wiesen neben der Außenstation (IV) die Stationen I und II auf.

Zur Diskussion der Frage der Temperaturschwankungen können die aus den Werten der Maxima und der Minima berechneten mittleren Tagestemperaturamplituden herangezogen werden. Die höchsten Amplituden ergaben sich an den Stationen I, II und III im Monat Mai, wobei die Stadtstation (III)  $10,4\text{ K}$  erreichte, die in der Talaue der Lippe gelegene Station (II)  $11,3\text{ K}$  aufwies. Die Außenstation Friedhof (IV) besaß dagegen im Monat September als mittlere Tagestemperaturschwankung einen Wert von  $10,9\text{ K}$ . Die hochgelegene Rathausstation (V) erreichte im Monat August mit  $9,1\text{ K}$  die größte mittlere Differenz zwischen Minimum und Maximum, allerdings lagen für die Monate März, April und Mai keine Werte vor. Die Verteilung der mittleren Tagesschwankung der Lufttemperatur ergab folgendes Bild:

MITTLERE TAGESAMPLITUDE DER LUFTTEMPERATUR

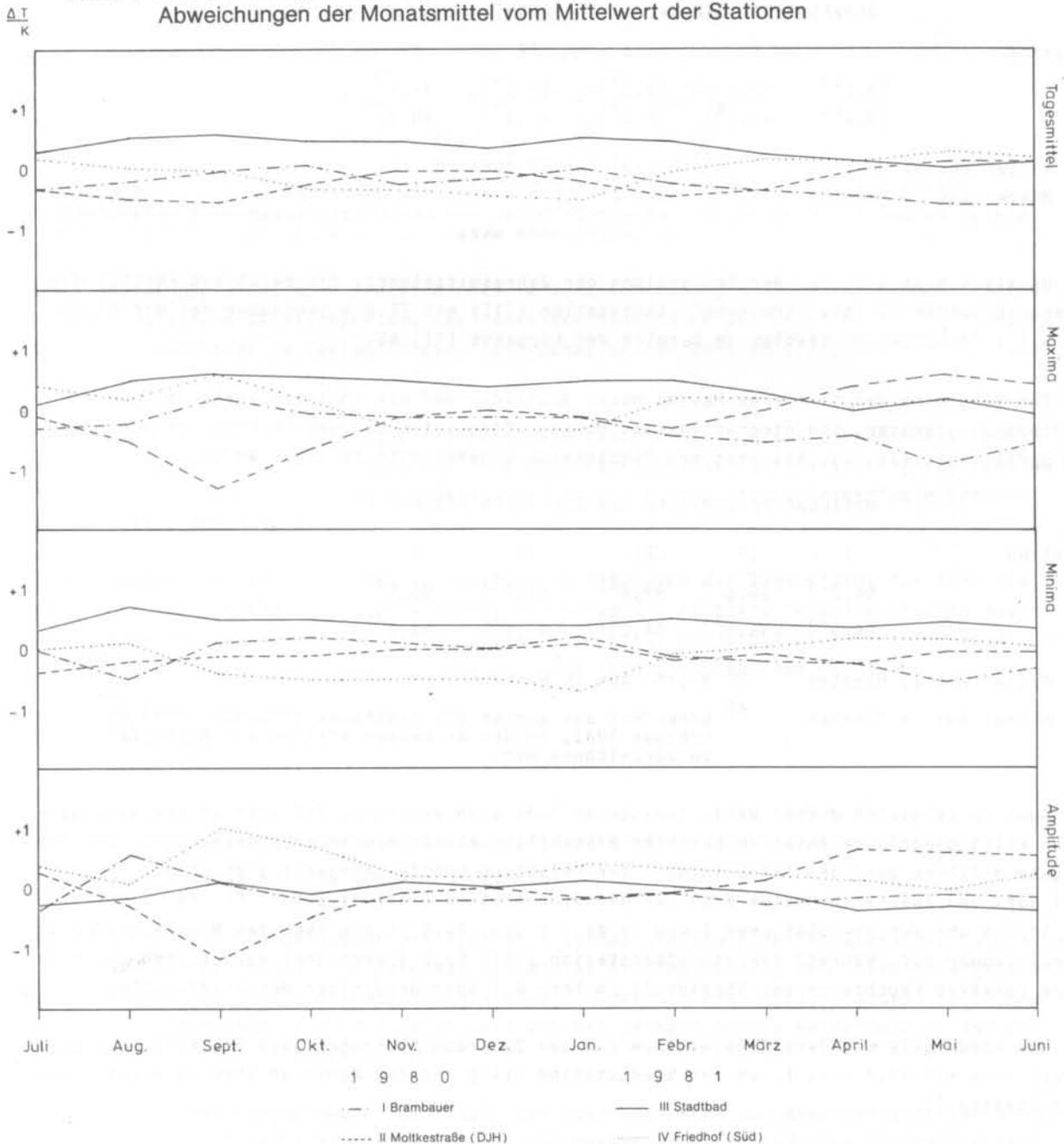
Station	I	II	III	IV	V
K	7,3	7,5	7,3	7,8	6,2 x)

x) Mittel aus 9 Monaten.

Die größte mittlere Tagesschwankung der Temperatur trat an der Außenstation (IV) auf. die niedrigsten Schwankungen - ohne die Rathausstation - zeigten die Stadtstation (III) und die Station I.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß leichte stadtklimabedingte Unterschiede für die Stadtstation (III) im Jahresverlauf durchaus erkannt werden können; dies äußert sich an der vergleichsweise höheren Jahresmitteltemperatur, die zwischen 0,4 K und 0,6 K über derjenigen der Außenstation (IV) bzw. der der Talauenstation der Lippe (II) liegt. Das gilt ebenso für die Betrachtung der Maxima-, Minima- und Amplitudenwerte. Auch die am Rande des Siedlungsgebietes von Brambauer liegende Station I wird in Ihrem Temperaturverhalten schon deutlich durch die weniger dichte Bebauung geprägt. In Abb. 14 sind die bereits

Abb. 14 Standortbedingte Lufttemperaturunterschiede und Amplituden. Abweichungen der Monatsmittel vom Mittelwert der Stationen



diskutierten standortbedingten Lufttemperaturunterschiede und Amplituden der Stationen I, II, III und IV für den Meßzeitraum Juli 1980 bis Juni 1981 noch einmal dargestellt.

#### Relative Luftfeuchtigkeitsverhältnisse

Die höchsten relativen Luftfeuchten traten im Jahresverlauf im Monat Januar auf, und zwar schwankten die Werte regional zwischen 87,5% r. F. (II) und 83,5% (III) (vgl. Tabelle 2). Die niedrigsten Werte der relativen Feuchte ergaben sich im Monat April an den Stationen I und II mit 71,1% bzw. 73,9%. Zur gleichen Zeit wies die Stadtstation (III) eine relative Feuchte von nur 65,2% auf und erreichte ihren niedrigsten mittleren Tagesmittelwert im Mai mit 64,3%. Auch an der Station IV wurden im Monat Mai die niedrigsten Werte der relativen Feuchte mit 67,1% erreicht.

#### JAHRESMITTEL DER RELATIVEN FEUCHTE

Station	I	II	III	IV	V
%	79,9 <sup>1)</sup>	81,0	73,6 <sup>2)</sup>	78,1 <sup>1)</sup>	80,7 <sup>3)</sup>
%	83,0 <sup>4)</sup>	83,5 <sup>4)</sup>	77,8 <sup>4)</sup>	82,4 <sup>4)</sup>	80,9 <sup>4)</sup>

1) Mittel aus 11 Monaten

2) Mittel aus 10 Monaten

3) Mittel aus 9 Monaten

4) berechnet aus Werten des Zeitraums September 1980 bis Februar 1981, in dem an keiner Station ein Meßausfall zu verzeichnen war.

Deutlich hebt sich bei der Betrachtung der Jahresmittelwerte der relativen Feuchte die vergleichsweise relativ 'trockene' Stadtstation (III) mit 77,8 % gegenüber der mit 83,5 % um 5,7 % 'feuchteren' Station im Bereich der Lippeaue (II) ab.

Ein Vergleich der mittleren Maxima macht deutlich, daß die höchsten Werte im Juli bzw. September auftraten, die niedrigsten maximalen Luftfeuchten dagegen im November und auch im April (vgl. Tab. 2). Als mittlere Tagesmaxima ergaben sich folgende Werte:

#### MITTLERE TAGESMAXIMA DER RELATIVEN FEUCHTE

Station	I	II	III	IV	V
%	96,7 <sup>1)</sup>	96,1	93,4 <sup>2)</sup>	95,3 <sup>1)</sup>	95,2 <sup>3)</sup>
%	96,9 <sup>4)</sup>	95,4 <sup>4)</sup>	94,2 <sup>4)</sup>	95,1 <sup>4)</sup>	94,4 <sup>4)</sup>

1) Mittel aus 11 Monaten

2) Mittel aus 10 Monaten

3) Mittel aus 9 Monaten

4) berechnet aus Werten des Zeitraums September 1980 bis Februar 1981, in dem an keiner Station ein Meßausfall zu verzeichnen war.

Auch im Vergleich dieser Werte zueinander läßt sich erkennen, daß sich an der Stadtstation (III) niedrigere relative Feuchten einstellten als an den anderen Standorten. Der niedrigste mittlere Wert des Tagesminimums der relativen Luftfeuchtigkeit trat im April bzw. Mai auf, und zwar errechneten sich für die Stadtstation (III) 38,1 % r. F., für die Station II 48,0 % und für die Stationen I und IV 44,7 % bzw. 40,9 %; die höchsten Minima traten im Monat Januar auf. Während für die Stadtstation (III) 68,8 % errechnet wurden, lag die mittlere relative Feuchte an der Station II um fast 8 % über derjenigen der Stadtstation.

Das niedrigste mittlere Tagesminimum für den Zeitraum September 1980 bis Februar 1981 ergab sich mit 57,4 % r. F. an der Stadtstation (III) und lag damit um über 10 % unter dem der Station II.

MITTLERE TAGESMINIMA DER RELATIVEN FEUCHTE

Station	I	II	III	IV	V
%	58,5 <sup>1)</sup>	61,0	51,6 <sup>2)</sup>	58,0 <sup>1)</sup>	63,6 <sup>3)</sup>
%	64,0 <sup>4)</sup>	67,9 <sup>4)</sup>	57,4 <sup>4)</sup>	65,8 <sup>4)</sup>	64,9 <sup>4)</sup>

1) Mittel aus 11 Monaten      2) Mittel aus 10 Monaten      3) Mittel aus 9 Monaten

4) berechnet aus Werten des Zeitraums September 1980 bis Februar 1981, in denen an keiner Station ein Meßausfall zu verzeichnen war.

Die größten mittleren Schwankungen in der relativen Feuchte traten im Monat Mai mit 52,6 % r. F. an der Stadtstation (III) und 47,9 % an der Station II auf, die kleinsten Amplituden dagegen im Monat Januar mit 17,6 % an der Station II und 25,3 % an Station III.

MITTLERE TAGESAMPLITUDE DER RELATIVEN FEUCHTE

Station	I	II	III	IV	V
%	38,1 <sup>1)</sup>	34,9	41,6 <sup>2)</sup>	37,0 <sup>1)</sup>	31,6 <sup>3)</sup>
%	32,5 <sup>4)</sup>	27,6 <sup>4)</sup>	37,0 <sup>4)</sup>	29,1 <sup>4)</sup>	29,3 <sup>4)</sup>

1) Mittel aus 11 Monaten      2) Mittel aus 10 Monaten      3) Mittel aus 9 Monaten

4) berechnet aus Werten des Zeitraums September 1980 bis Februar 1981, in dem an keiner Station ein Meßausfall zu verzeichnen war.

Aus dieser Übersicht wird deutlich, daß im Zeitraum von Sept. 1980 bis Februar 1981 die niedrigste mittlere Tagesschwankung der relativen Feuchte an der Station II (27,6 % r. F.), die höchste Amplitude im Verlauf dieses Zeitraumes an der Station III (37,0 % r. F.) auftrat.

Wenn man die Höhe der Amplitude der relativen Feuchte als Maß für die potentielle Austrocknung annimmt, dann weist auch der hohe Amplitudenwert der Stadtstation (III), der um fast 10 % r. F. über demjenigen der Station II lag, auf eine stadtklimabedingte Erhöhung durch dichtere Bebauung hin.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß im Vergleich der Tagesmittel der fünf Stationen an der Stadtstation (III) eine wesentlich geringere mittlere relative Feuchte sowie geringere Maxima und Minima auftraten, die auf die etwas größere Trockenheit der Stadtstation hinweisen, was auch aus der relativ hohen Tagesamplitude der relativen Feuchte hervorgeht.

Lufttemperatur- und relative Luftfeuchtigkeitsverhältnisse  
in Abhängigkeit von der Wetterlage

Für den Meßzeitraum Juli 1980 bis Juni 1981 wurden die täglichen Meßwerte der Lufttemperaturen und der relativen Feuchten (Maxima, Minima und Amplituden) den Thermohygrographenaufzeichnungen der vier Stationen Brambauer (I), Jugendherberge (II), Stadtbad (III) und Friedhof (IV) entnommen und in Abhängigkeit von der entsprechenden Wetterlage in den Abbildungen 15, 16 und 17 dargestellt.

Die Einzelauswertungen machen deutlich, daß über und unter den Monatsmitteltemperaturen liegende Tagesmitteltemperaturen im Gefolge der verschiedenen hochdruckbestimmten Wetter-

Abb. 15 Maxima der Lufttemperaturen in Lünen für den Zeitraum 1. Juli 1980 bis 30. Juni 1981

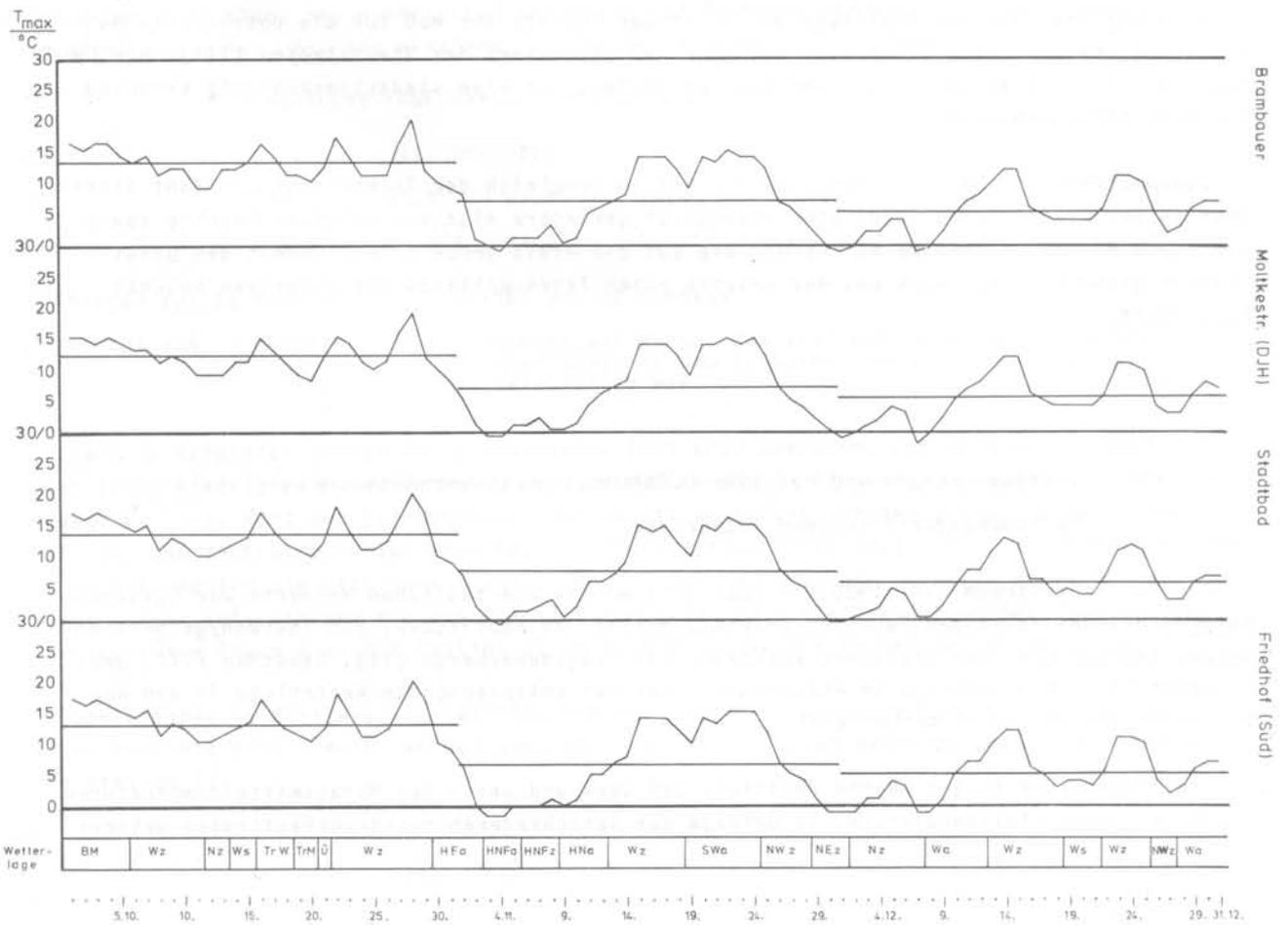
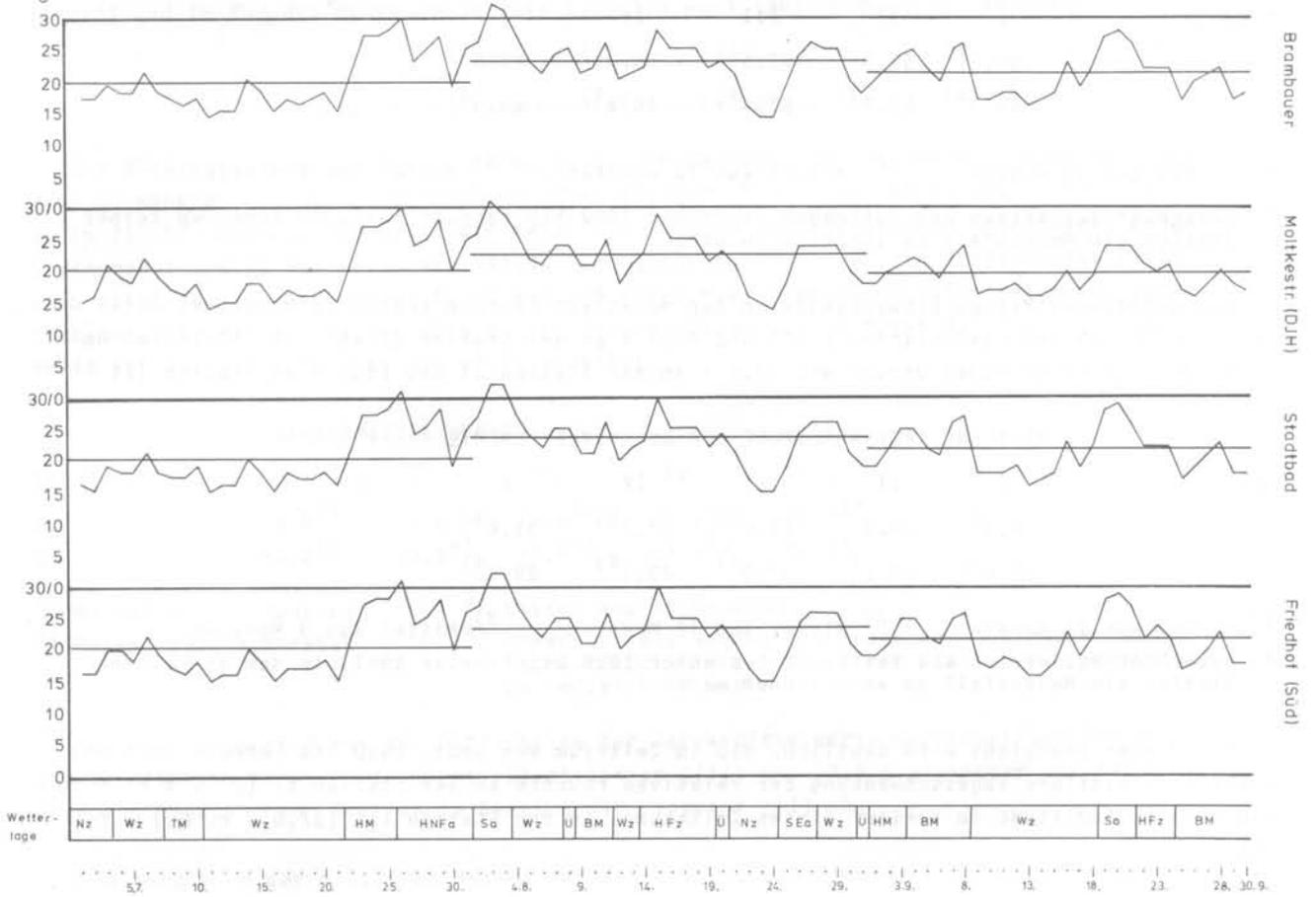


Abb. 15 (Fortsetzung)

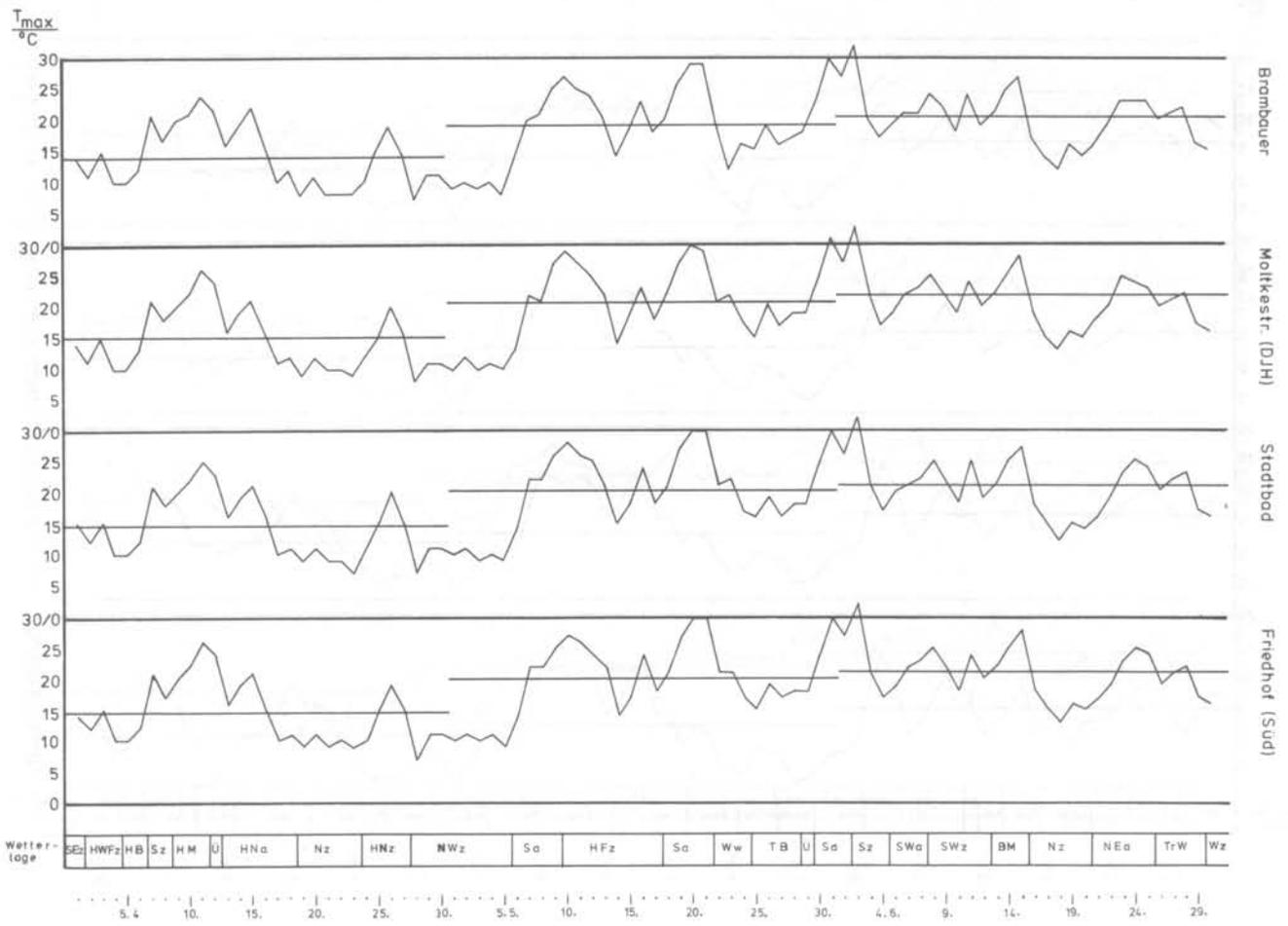
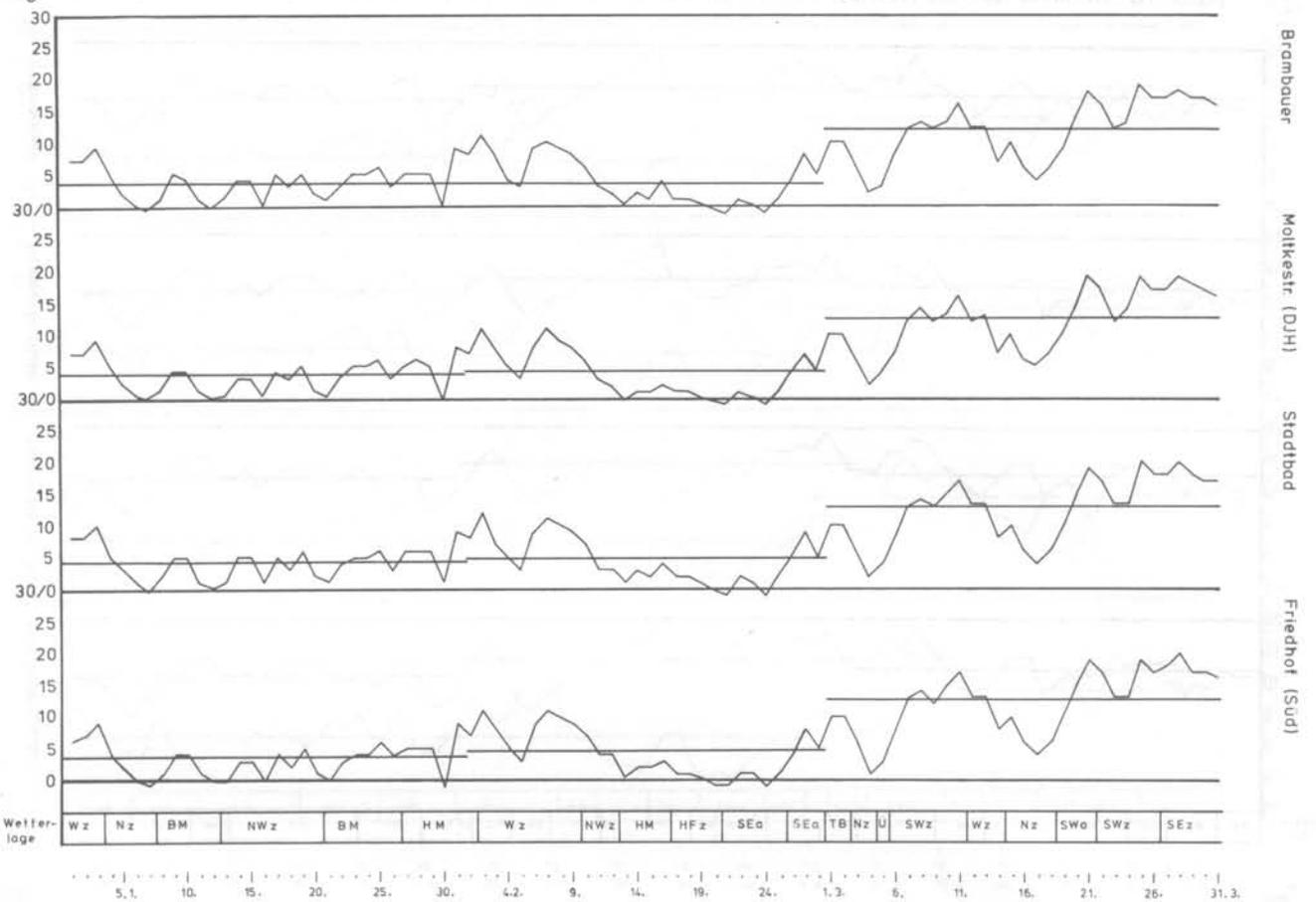


Abb. 16 Minima der Lufttemperaturen in Lünen für den Zeitraum 1. Juli 1980 bis 30. Juni 1981

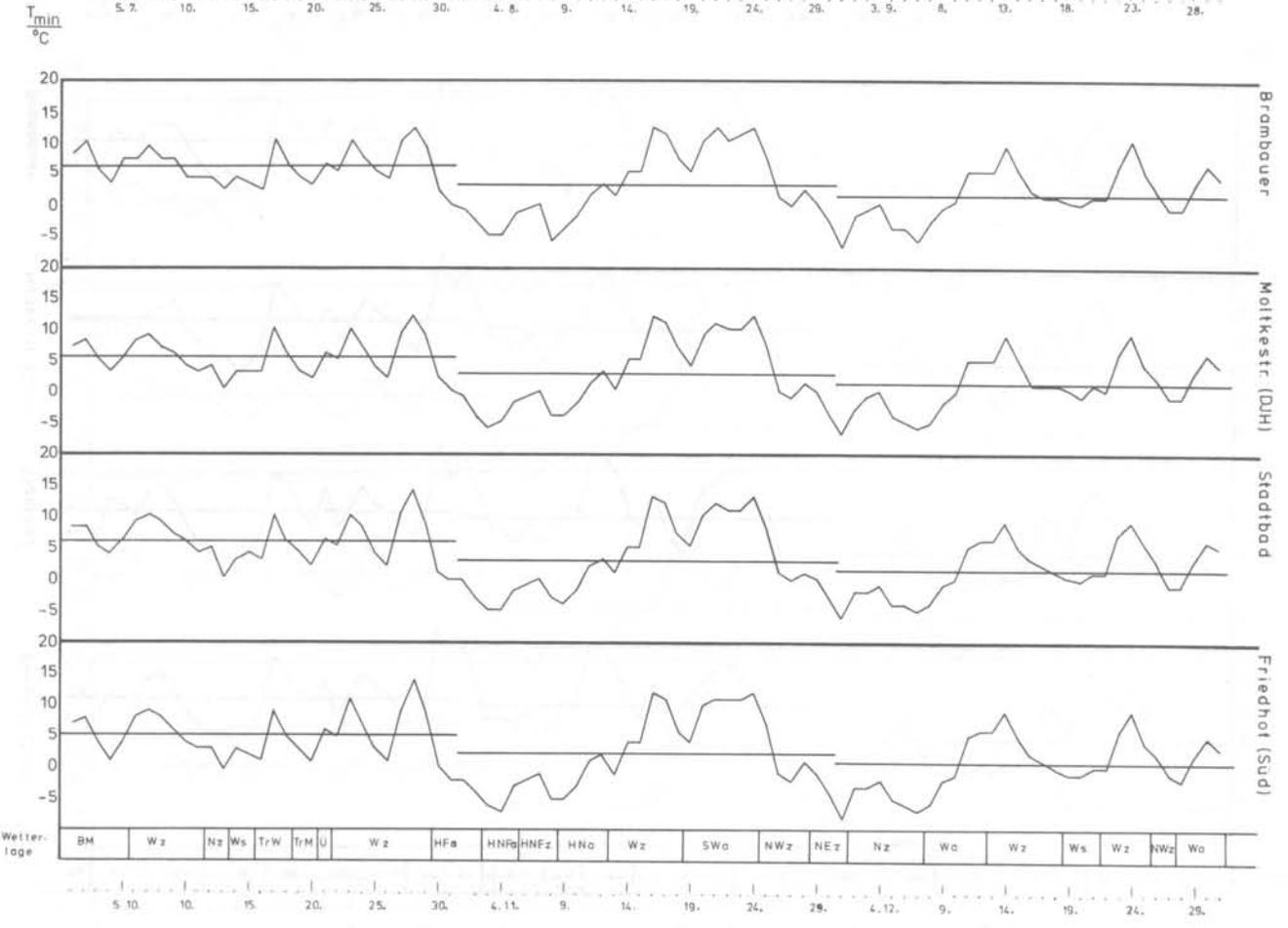
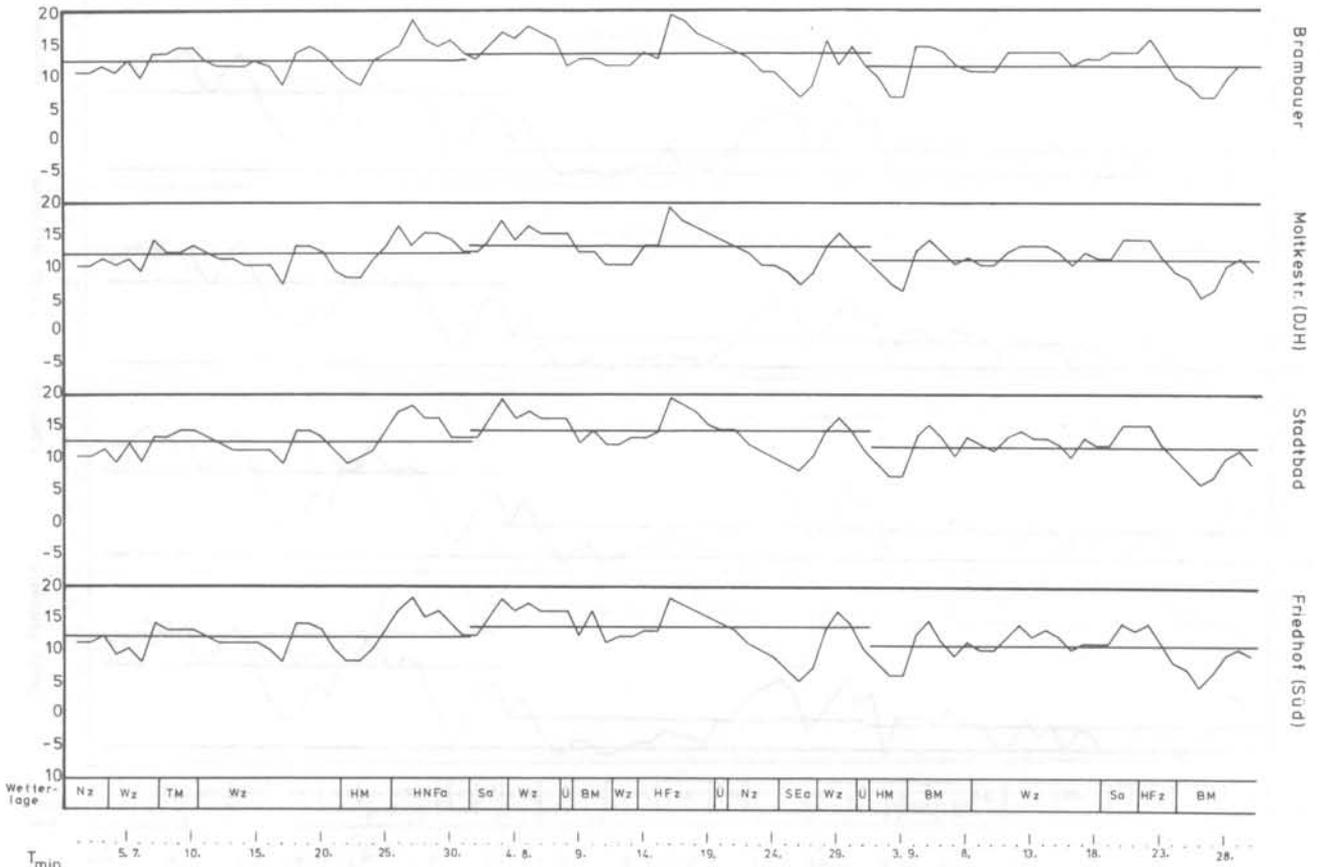


Abb. 16 (Fortsetzung)

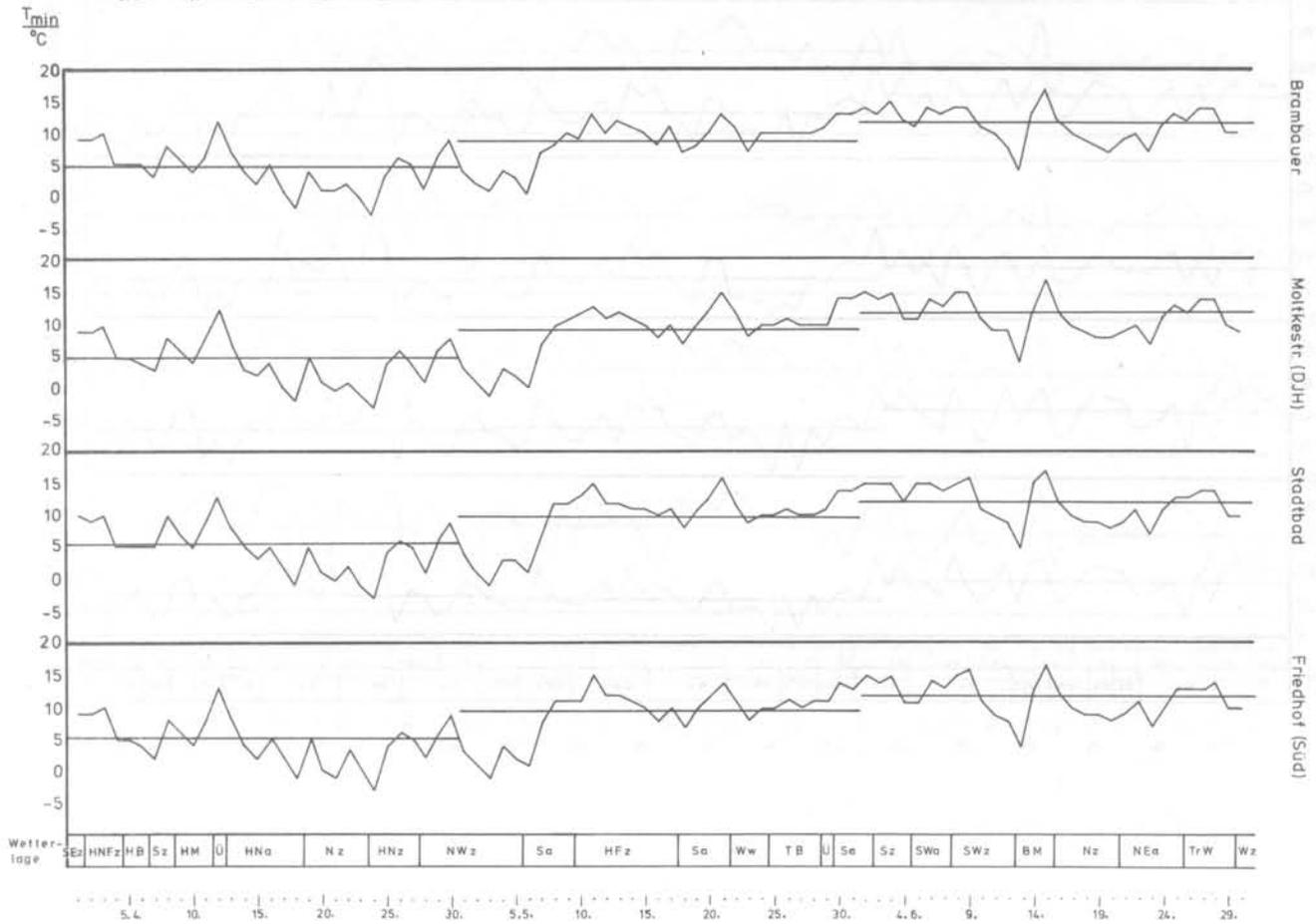
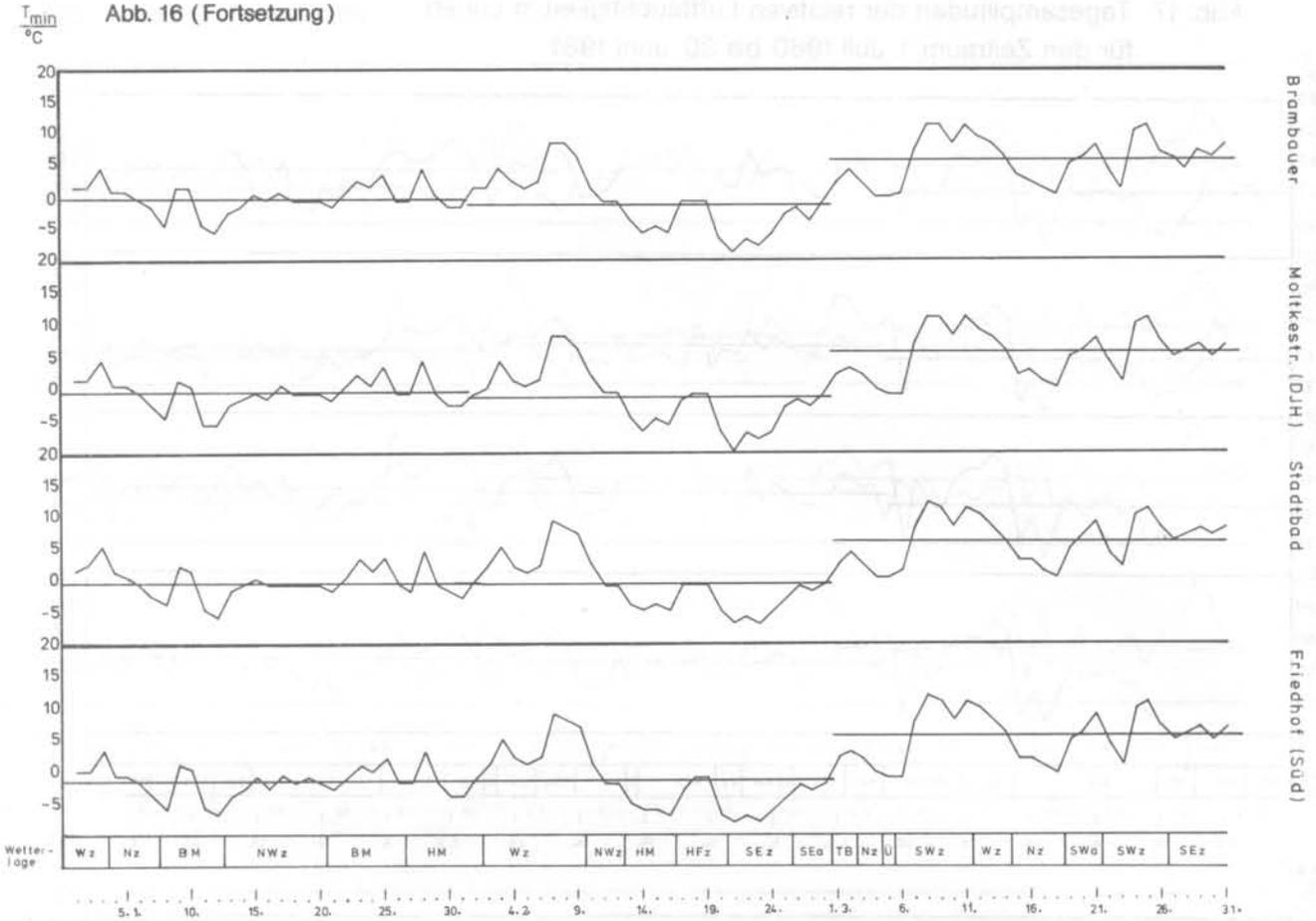


Abb. 17 Tagesamplituden der relativen Luftfeuchtigkeit in Lünen für den Zeitraum 1. Juli 1980 bis 30. Juni 1981

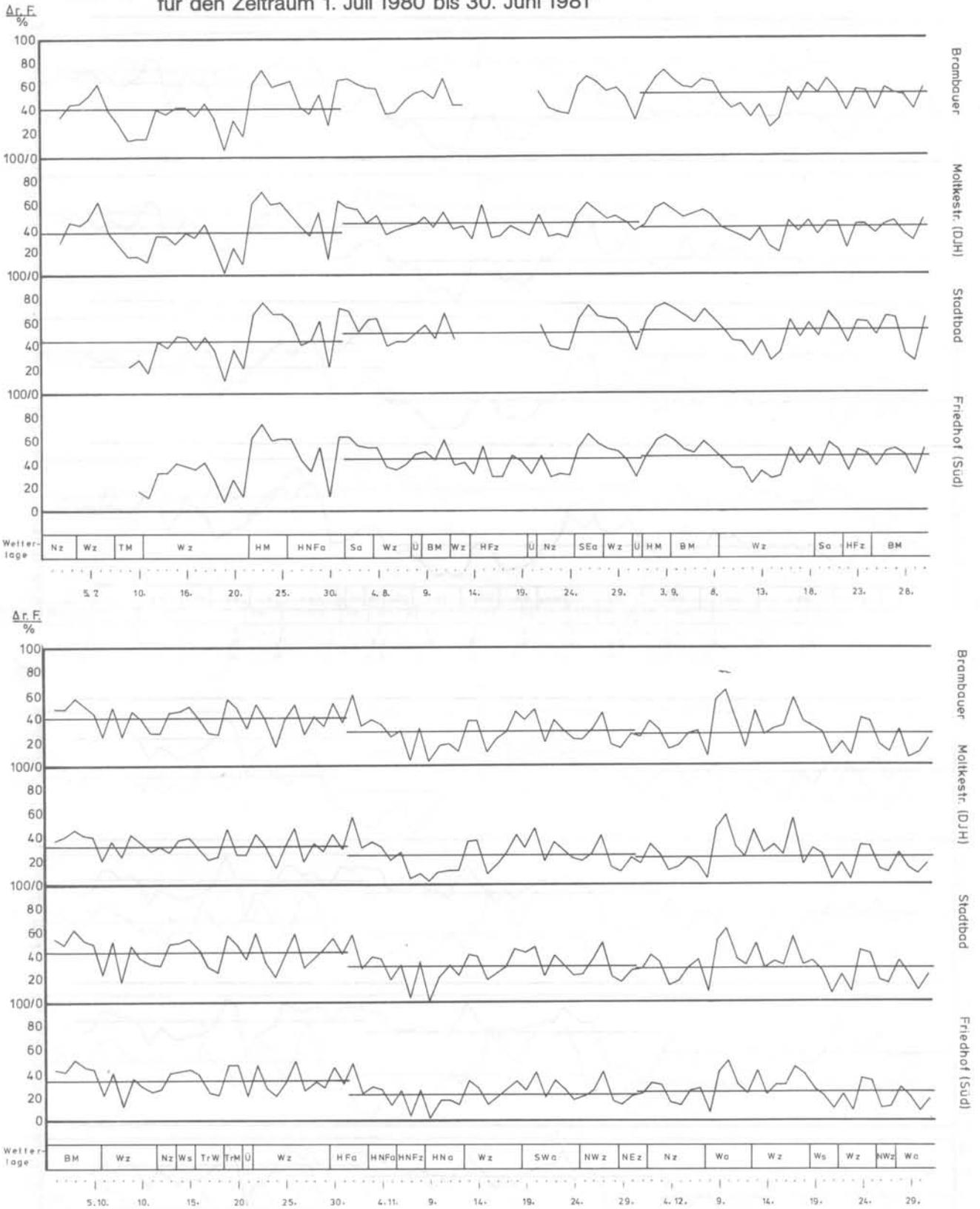


Abb. 17 (Fortsetzung)

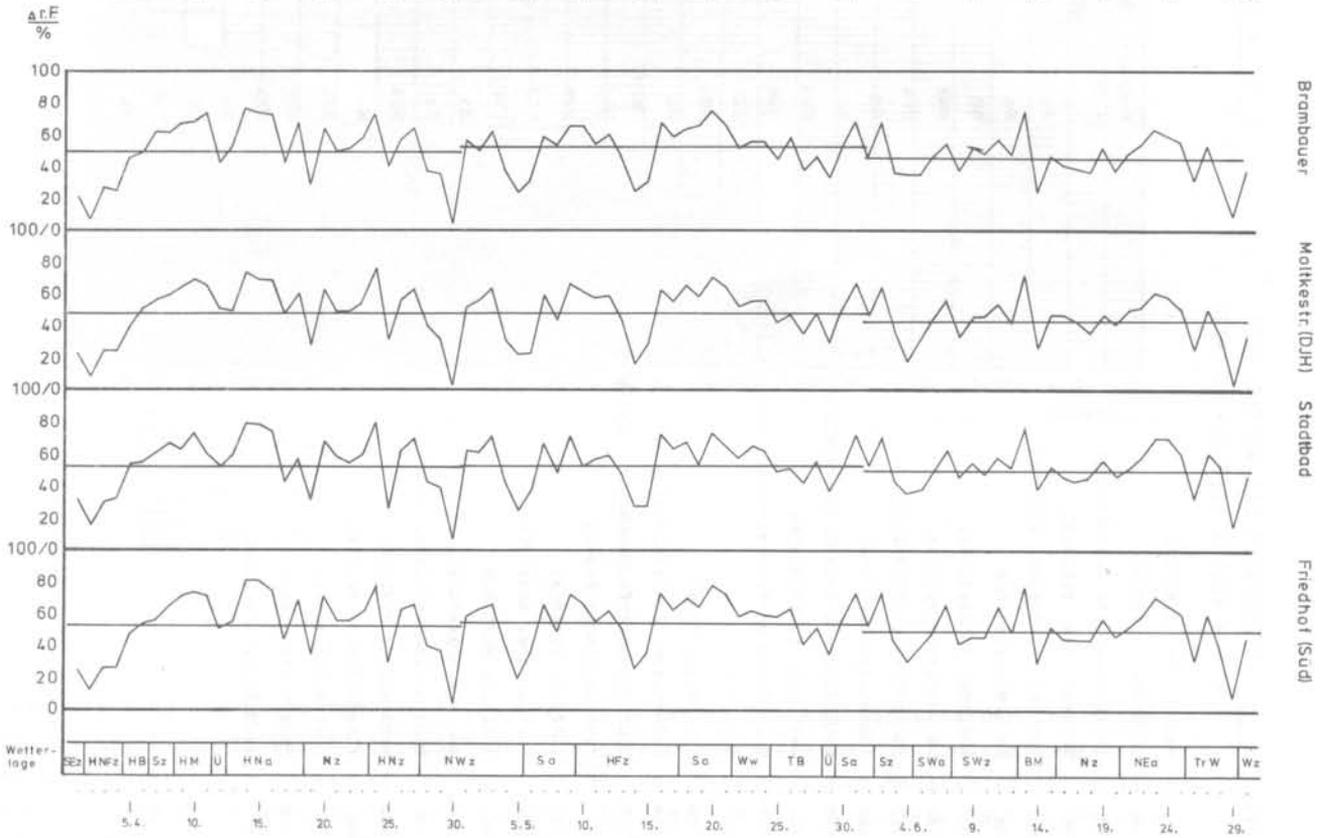
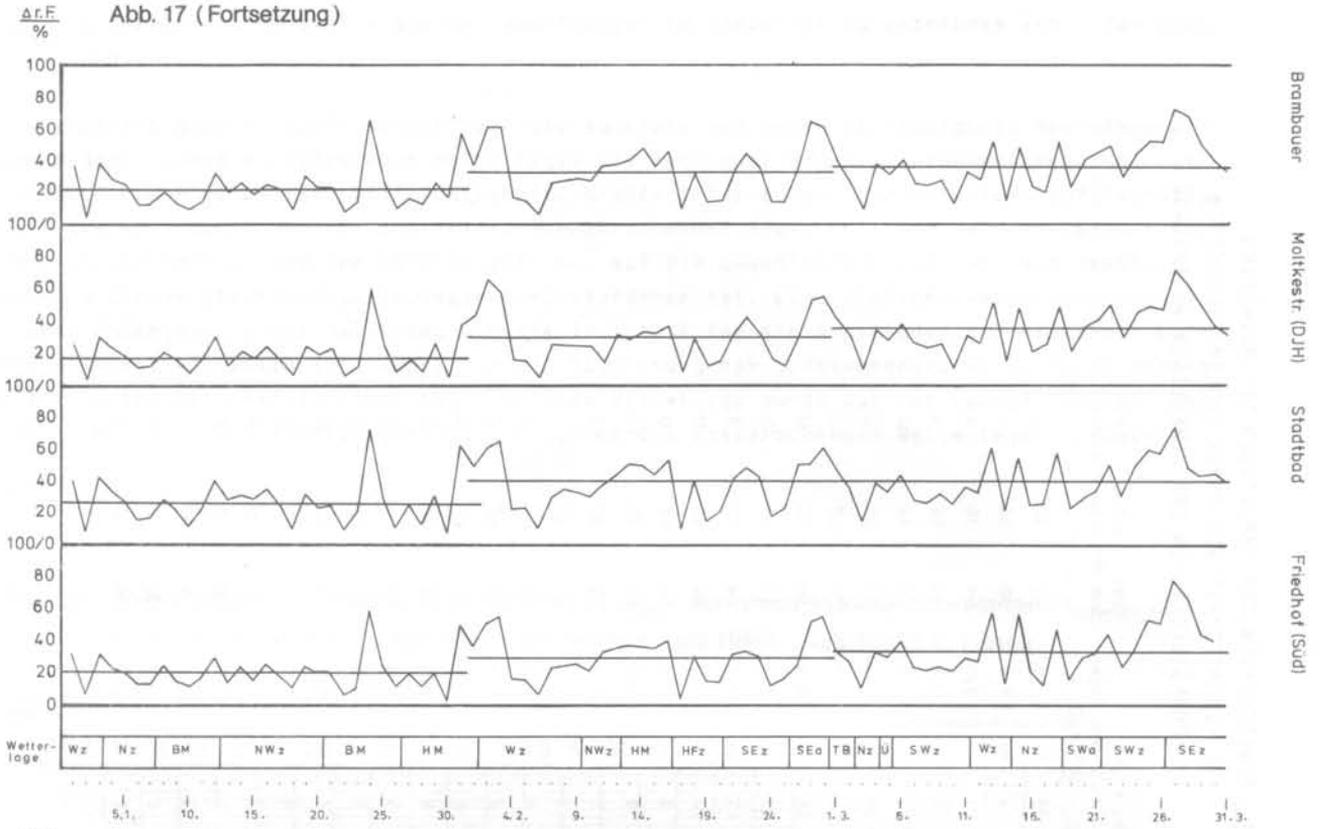


Tabella 3: ABKÜRZUNGEN DER WETTERLAGEN  
NACH HESS & BREZOSWKY (1977)

Wz	: Westlage, zyklonal
Nz	: Nordlage, zyklonal
BM	: Hochdruckbrücke Mitteleuropa
NWz	: Nordwestlage, zyklonal
HFz	: Hoch Fennoskandien, zyklonal
HM	: Hoch Mitteleuropa
Sa	: Südlage, antizyklonal
SWz	: Südwestlage, zyklonal
SWa	: Südwestlage, antizyklonal
SEz	: Südostlage, zyklonal
HNa	: Hoch Nordmeer-Island, antizyklonal
Wa	: Westlage, antizyklonal
HNFa	: Hoch Nordmeer-Fennoskandien, antizyklonal
Ü	: Übergangslage
TrW	: Trog Westeuropa
SEa	: Südostlage, antizyklonal
HNFz	: Hoch Nordmeer-Fennoskandien, zyklonal
TB	: Tief Britische Inseln
Sz	: Südlage, zyklonal
NEa	: Nordostlage, antizyklonal
Ws	: südliche Westlage
HFa	: Hoch Fennoskandien, antizyklonal
HNz	: Hoch Nordmeer-Island, zyklonal
NEz	: Nordostlage zyklonal
Ww	: winkelförmige Westlage
TM	: Tief Mitteleuropa
TrM	: Trog Mitteleuropa
HB	: Hoch Britische Inseln

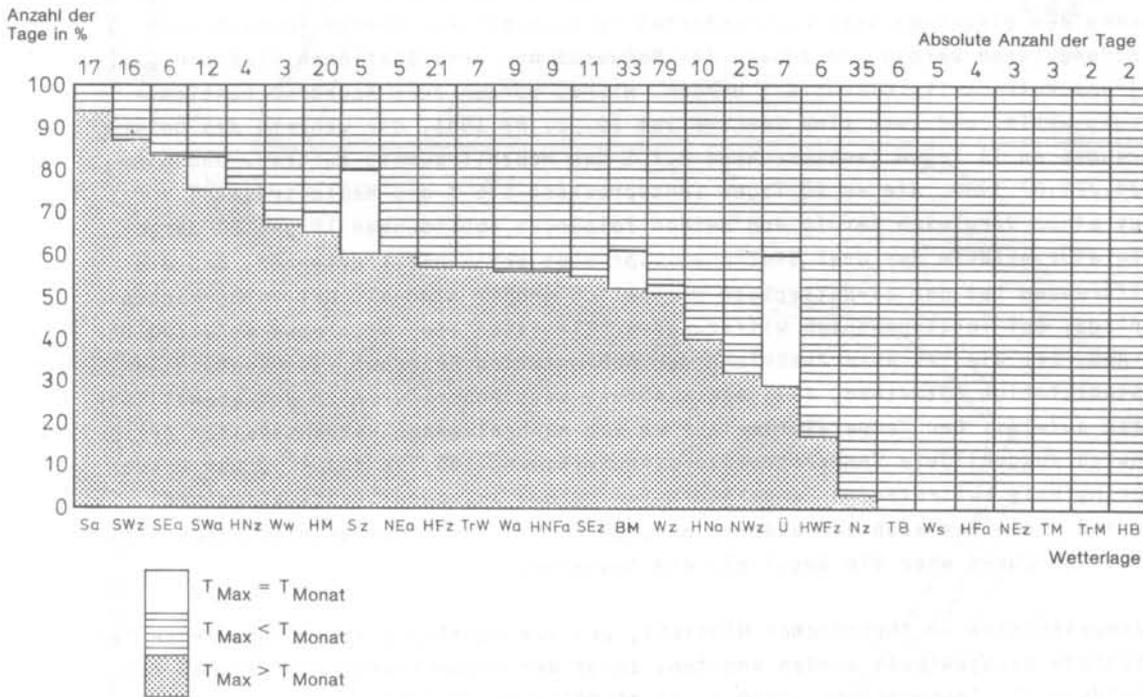
Tabella 4: ABWEICHUNGEN DER AMPLITUDEN DER RELATIVEN  
LUFTFEUCHTIGKEIT VON IHREN TAGESMITTELWERTEN  
IN ABHÄNGIGKEIT VON DER JEWEILIGEN WETTERLAGE

Wetter- lage	Häufigkeit (Anzahl der Tage)		über unter gleich dem Monatsmittelwert (in %)		
	absolut	in %	+	-	±
Wz	79	21,6	41	57	2
Nz	35	9,6	40	54	6
BM	33	9,0	64	36	0
NWz	25	6,9	44	52	4
HFz	21	5,7	38	52	10
HM	20	5,5	85	15	0
Sa	17	4,7	70	18	12
SWz	16	4,4	50	50	0
SWa	12	3,0	42	58	0
SEz	11	3,0	64	27	9
HNa	10	2,8	60	40	0
Wa	9	2,5	56	44	0
HNFa	9	2,5	56	33	11
Ü	7	1,9	0	57	43
TrW	7	1,9	43	57	0
SEa	6	1,6	100	0	0
HNFz	6	1,6	33	67	0
TB	6	1,6	33	67	0
Sz	5	1,4	60	40	0
NEa	5	1,4	80	0	20
Ws	5	1,4	60	40	0
HFa	4	1,1	50	25	25
HNz	4	1,1	75	25	0
NEz	3	0,8	100	0	0
Ww	3	0,8	100	0	0
TM	3	0,8	0	100	0
TrM	2	0,7	100	0	0
HB	2	0,7	100	0	0

lagen auftreten; dies gilt - wie den Abbildungen im einzelnen zu entnehmen ist - für alle Stationen.

Tabelle 4 gibt Auskunft sowohl über die absolute und relative Häufigkeit der während des Meßzeitraumes aufgetretenen Wetterlagen als auch über die prozentuale Abweichung der Amplituden der relativen Luftfeuchtigkeit. Größte Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit traten - abgesehen von den selten vorherrschenden SEa-, Ww-, TrM- und HB-Lagen - im Bereich der HM-Lage und der Sa-Lage auf, was auf die ungehinderte Ein- und Ausstrahlung während dieser Strahlungswetterlagen zurückzuführen ist. Eine ähnliche wetterlagenbeeinflusste Abhängigkeit der Meßwerte, wie sie in Tab. 4 für die Amplituden der relativen Luftfeuchtigkeit enthalten ist, wurde für die Abweichung der Lufttemperaturen zu ihren Monatsmittelwerten dargestellt (Abb. 18). Für jede Wetterlage wurde auf der oberen Abszisse die absolute Anzahl der Tage eingetragen, an denen die entsprechenden Wetterlagen vorherrsch-

Abb. 18 Abweichung der Lufttemperaturmaxima ( $t_{max}$ ) von ihren Monatsmittelwerten ( $t_{monat}$ ) in Abhängigkeit von der jeweiligen Wetterlage (Juli 1980 - Juni 1981) in Lünen



ten. Das Diagramm macht sehr deutlich, daß im wesentlichen bei Vorherrschen der schon im Zusammenhang mit der Austauscharmut genannten Hochdrucklagen die Temperaturmaxima z. B. während einer Sa-Lage an mehr als 90% der Tage über dem Monatsmittelwert liegen bzw. während einer HM-Lage zu mehr als 60%. In gleichem Maße wie diese Häufigkeit abnimmt - eine Nz-Lage weist weniger als 5% der Tage auf, an denen das Lufttemperaturmaximum höher als der Mittelwert ist - nehmen diejenigen Wetterlagen zu, bei deren Vorherrschen ausnahmslos die Temperaturmaxima niedriger als der Mittelwert sind, wie zum Bei-

spiel die TB-, Ws-, HFa-, NEz-Lagen. Die Auswertung der für das Auftreten von Lufttemperaturminima über bzw. unter den Mittelwerten verantwortlichen Hochdrucklagen zeigt für einige Wetterlagen ein zu erwartendes spiegelbildliches Verhalten. So liegen die Lufttemperaturmaxima bei Vorherrschen einer Sa-Lage in 94 % der Fälle über dem Monatsmittelwert, während zum Beispiel bei einer TB-Lage die täglichen Lufttemperaturmaxima immer unter dem Mittelwert liegen. Diese Darstellung verdeutlicht den bekannten großen Einfluß mit den im wesentlichen sich auf die hochdruckbestimmten Lagen beschränkten Auswirkungen auf verschiedene Stadtklimaparameter. Nachfolgend soll hierauf anhand der Auswertung des Lufttemperaturverlaufes für eine HM-Lage und eine Sa-Lage an verschiedenen Stationen im Stadtgebiet näher eingegangen werden.

#### Tagesgang der Lufttemperatur während einer HM- und Sa-Lage

Wie die Analyse der Lufttemperatur- und Luftfeuchtwerte in Abhängigkeit der Wetterlagen zeigte und wie sich auch aus der Auswertung der Tagesmittel der beiden Parameter für die verschiedenen Stationen ersehen ließ, ergaben sich leichte stadtklimatologische Unterschiede zwischen den einzelnen Stationsstandorten im Stadtgebiet. Dieses Problem soll noch einmal aufgegriffen werden und anhand der Meßwerte der drei Stationen Stadtbad (III), Friedhof (IV) und Rathaus (V) diskutiert werden. Hierzu wurden zwei hochdruckbestimmte Wetterlagen ausgewählt, und zwar eine Sa-Lage vom 20./21.05.1981, die während des Untersuchungszeitraumes an 16 Tagen (entsprechend 4,7 % des Meßzeitraumes) auftrat, und eine HM-Lage vom 24./25.07.1980, die an 20 Tagen (entsprechend 5,5 % des Meßzeitraumes) vorherrschte. Bei einem Vergleich der in den beiden folgenden Abbildungen 19 und 20 dargestellten Temperaturverläufe der drei Stationen läßt sich prinzipiell erkennen, daß die Temperaturdifferenzen bei der Sa-Wetterlage wesentlich größer sind als bei Vorherrschen der HM-Wetterlage. Bei letztgenannten Witterungsverhältnissen ließ sich etwa ab 21:00 Uhr (24.07.1980, Abb. 19) die stärkere Abkühlung der Außenstation Friedhof (IV) feststellen, während die Stadtstation (Stadtbad, III) etwas höhere Lufttemperaturen in der abendlichen Abkühlungsphase aufwies. Der Temperaturverlauf an der hochgelegenen Rathausstation (V) ließ eine schwach ausgebildete Temperaturinversion zwischen 1:00 Uhr und 4:00 Uhr erkennen. Diese geringfügig auftretenden Temperaturunterschiede zwischen Stadtstation und Außenstation sind - wie das auch die anderen durchgeführten Messungen gezeigt haben - für das Stadtgebiet von Lünen eher die Regel als die Ausnahme.

Eine Ausnahmesituation in thermischer Hinsicht, bei der deutliche standortbedingte Temperaturunterschiede nachgewiesen werden konnten, zeigt der Temperaturverlauf vom 20./21. Mai 1981, Abbildung 20. Insbesondere während der nächtlichen Abkühlungsphase sanken die Temperaturen an der Außenstation (Friedhof) bis auf  $14,2^{\circ}\text{C}$  (3:00 Uhr) ab, während die Minimumtemperaturen an der Stadtstation um 5:00 Uhr  $16,0^{\circ}\text{C}$  erreichten. Darüber hinaus ließ sich an dem höheren Temperaturverlauf der Dachstation des Rathauses im Vergleich zu den Werten der tiefergelegenen Stadtstation (Stadtbad) eine Temperaturinversion feststellen, die sich etwa von 20:00 Uhr an aufbaute und sich gegen 7:00 Uhr des darauffolgenden Tages wieder auflöste. Die Temperaturdifferenzen zwischen der tiefergelegenen Stadtstation und der hochgelegenen Rathausstation für die Zeit des Bestehens der Inversion haben folgende Größen:

	TEMPERATURDIFFERENZEN ( $t_V - t_{III}$ ) ZWISCHEN RATHAUS (Station V) UND STADTBAD (Station III) AM 20./21.05.1981 in K											
Uhrzeit	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7
$t_V - t_{III}$	0,0	1,5	1,3	2,0	3,0	3,1	3,4	5,4	4,7	3,4	1,5	0,0

Abb. 19 Temperaturverlauf an den Stationen am 24./25. 7. 1980  
(HM-Lage)

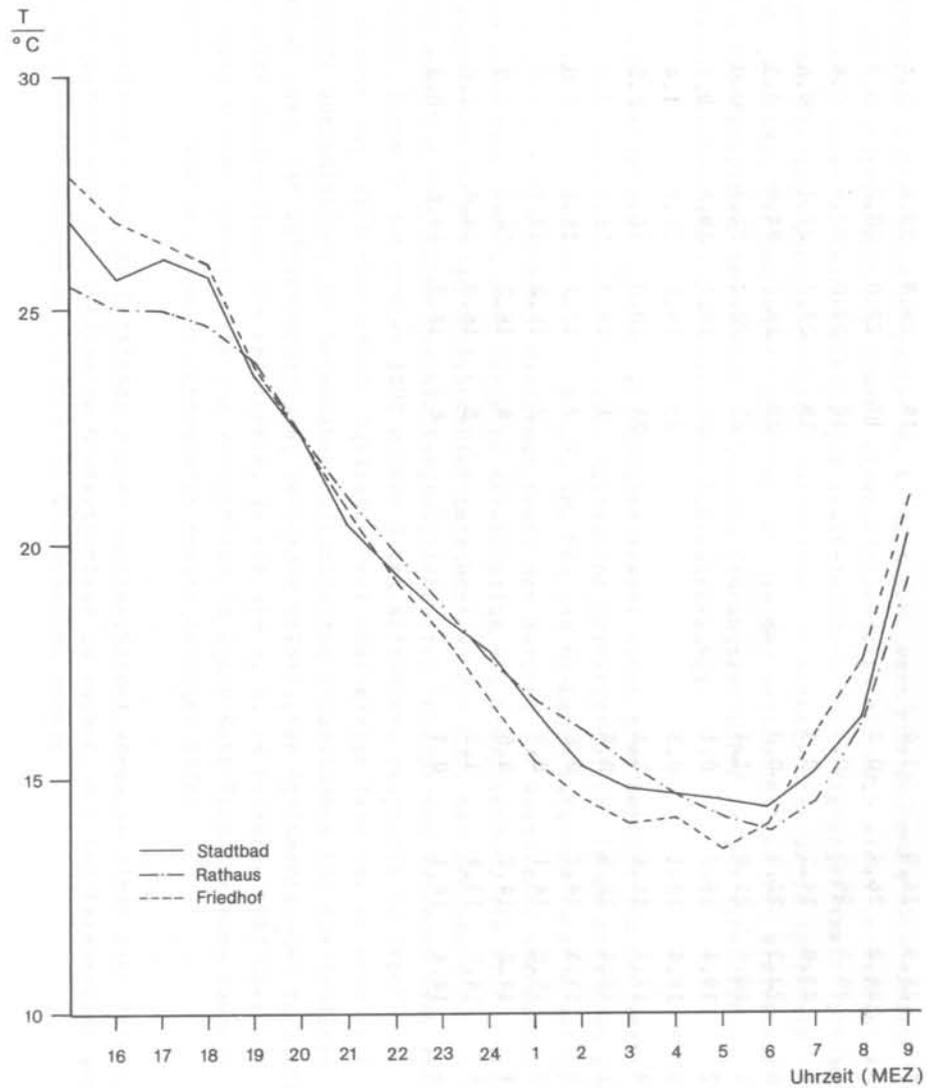
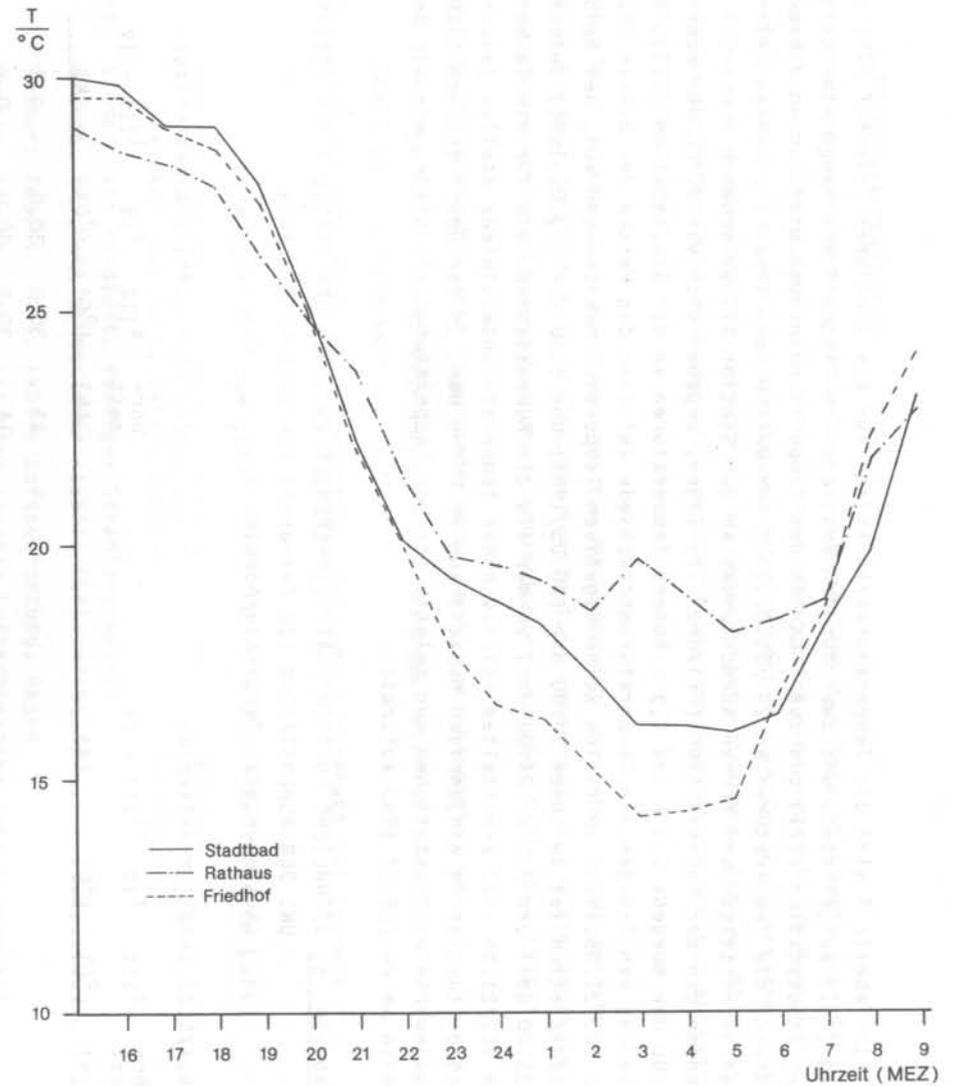


Abb. 20 Temperaturverlauf an den Stationen am 20./21. 5. 1981  
(Sa-Lage)



In Tabelle 5 sind die Temperaturverhältnisse für die Stationen Friedhof (IV) und Stadtbad (III) aufgelistet, und zwar für den Zeitraum vom Eintritt des Temperaturmaximums an der Stadtstation (III) bis zum Eintritt des Temperaturminimums wiederum an dieser Station. Während die Temperaturen am 24./25.07.1980 (HM-Wetterlage) innerhalb dieses Zeitraums in den Nachmittags- und frühen Abendstunden an der Station III zwischen 0 K und 1,4 K unter denjenigen der Außenstation (Friedhof IV) lagen, ergaben sich von 22:00 Uhr abends bis 6:00 Uhr morgens 0,1 K und 1,3 K höhere Temperaturen an der Stadtstation (III). Vergleicht man dagegen die Temperaturunterschiede zwischen den Werten der beiden Stationen am 20./21.05.1981, so fallen keine negativen Temperaturabweichungen auf, das heißt die Stadtstation ist zwischen 13:00 Uhr (20.05.1981) und 5:00 Uhr (21.05.1981) zwischen 0 K (21:00 Uhr) und 2,5 K (24:00 Uhr) wärmer als die Außenstation. Die für die Sa-Wetterlage am 20./21.05.1981 ermittelten relativ hohen Temperaturunterschiede stellen jedoch eine Ausnahmesituation im einjährigen Meßzeitraum in Lünen dar. In der Regel ergaben sich an den ausgewerteten Meßstationen nur relativ geringe Temperaturunterschiede, wie sie beispielsweise am 24./25.07.1980 auftraten.

Tabelle 5: STÖNDLICHE LUFTTEMPERATURDIFFERENZEN ZWISCHEN DER STADTSTATION (III Stadtbad) UND DER AUßENSTATION (IV Friedhof) FÜR ZWEI WETTERLAGEN (ausgewerteter Temperaturbereich  $t_{III, \max}$  bis  $t_{III, \min}$ )

24./25.07.1980 (HM-Wetterlage)				20./21.05.1981 (Sa-Wetterlage)			
Uhrzeit	$t_{III}$	$t_{IV}$	$t_{III} - IV$	Uhrzeit	$t_{III}$	$t_{IV}$	$t_{III} - IV$
(h)	(°C)	(°C)	(K)	(h)	(°C)	(°C)	(K)
				13	30,3	30,0	0,3
				14	30,2	30,0	0,2
15	27,0	27,9	-0,9	15	30,0	29,4	0,6
16	25,9	26,9	-1,0	16	29,9	29,5	0,4
17	26,2	26,4	-0,2	17	29,0	28,7	0,3
18	25,8	25,9	-0,1	18	29,0	28,4	0,6
19	23,8	24,1	-0,3	19	27,7	27,1	0,6
20	22,3	22,3	0,0	20	25,2	24,9	0,3
21	20,4	21,8	-1,4	21	22,1	22,1	0,0
22	19,4	19,3	0,1	22	20,1	19,9	0,2
23	18,4	18,1	0,3	23	19,2	17,8	1,4
24	17,7	16,6	1,1	24	18,9	16,4	2,5
1	16,4	15,5	0,9	1	18,3	16,1	2,2
2	15,3	14,7	0,6	2	17,1	15,1	2,0
3	15,0	14,1	0,9	3	16,2	14,2	2,0
4	14,8	14,2	0,6	4	16,2	14,3	1,9
5	14,7	13,4	1,3	5	16,0	14,4	1,6
6	14,4	14,1	0,3	6	16,3	16,6	-0,3

### 3.2 Belüftungsverhältnisse

Zur Lösung immissionsklimatologischer und planungsrelevanter Fragestellungen ist die Kenntnis der Windverhältnisse im zu untersuchenden Stadtgebiet eine wesentliche Voraussetzung, kann man doch einer Analyse der Richtungshäufigkeiten wichtige Informationen über Austauschstärke bzw. Austauscharmut verschiedener Wetterlagen entnehmen, die den Abtransport bzw. die Akkumulation der in einem breiten Qualitäts- und Quantitätsspektrum auftretenden Emissionen bestimmen.

In welchem Maße gerade die Windrichtungen die Austauschmöglichkeiten der bodennahen Luftschichten steuern, läßt sich nachfolgender Aufstellung entnehmen, die witterungsklimatologische Charakteristika für verschiedene Windrichtungen enthält (SCHREIBER 1982):

<u>Nordwestwind:</u>	meist Starkwind, oft Regenwetterlage, labil geschichtete Luft
<u>Westwind:</u>	oft Starkwind, meist Regenwetterlagen, manchmal Warmluft, mitunter labil geschichtete Luft
<u>Südwestwind:</u>	manchmal Starkwind, oft Regenwetterlagen, meist Warmluft mit Thermik
<u>Südwind:</u>	Warmluft, oft Thermik
<u>Südostwind:</u>	Warmluft, oft Thermik, vor Warmfronten meist stabil geschichtete Luft
<u>Ostwind:</u>	kontinentale Luft, deswegen Trennung in Sommer und Winter; Sommer: Warmluft, oft Thermik Winter: Kaltluft, selten Schneefall, stabile Schichtung
<u>Nordostwind:</u>	Sommer: oft Warmluft, sonniges Strahlungswetter Winter: trockene Kälte, sehr stabile Luftschichtung
<u>Nordwind:</u>	Sommer: feucht, kühl, labile Luftschichtung, Regen Winter: feucht, kühl, mitunter stabile Luftschichtung, oft Schneefall

Austauschstarke Wetterlagen herrschen u. a. dann vor, wenn eine genügend große Windstärke und labile Schichtungsverhältnisse sowohl einen horizontalen als auch einen vertikalen Abtransport anthropogener Luftverunreinigungen gewährleisten. Von witterungsklimatologischer Seite her werden die austauschbegünstigten Wetterlagen im wesentlichen durch zyklonale Druckgebilde (Wz, SWz, TM, TrW-Lagen) bestimmt. Die in den meisten Fällen bei Westwetterlagen an die Frontensysteme gebundenen zyklonalen Störungsausläufer sorgen dabei für eine turbulente Durchmischung des bodennahen Austauschraumes.

Austauscharme Wetterlagen werden demgegenüber sowohl durch eine Behinderung des vertikalen als auch des horizontalen bodennahen Austauschs charakterisiert. Im wesentlichen sorgen antizyklonale Druckgebilde wie z. B. HM, BM, HFa und HB-Lagen aufgrund ihrer Gradientenschwäche und der dadurch bedingten Windarmut sowie der Neigung zur Ausbildung thermostabiler Höhen- bzw. Bodeninversionen für eine Akkumulation von Schadstoffen. Wie häufig mit einer austauscharmen Wetterlage im Ruhrgebiet gerechnet werden muß, bei der neben der Windschwäche auch die vertikalen Durchlüftungsmöglichkeiten infolge des Vorherrschens von Temperaturinversionen in den ersten 1000 m über Grund auftreten, zeigt die in Tabelle 6 enthaltene Auswertung. Hält eine solche Austauscharmut über einige Tage an, so kann sich die ungenügende Durchmischung der bodennahen Luftschichten insbesondere für die Bevölkerung permanent unter der Luftverunreinigung leidender städtischer Agglomerationen zu einer gesundheitsgefährdenden Situation entwickeln, so wie sie z. B. im Dezember 1962 über weiten Teilen Deutschlands vorherrschte und vornehmlich im Rhein-Ruhr-Raum für hohe Konzentrationen partikel- und gasförmiger Schadstoffe sorgte (KUTTLER 1979).

Die Voraussetzungen für das Entstehen dieser Austauscharmut waren in einer sich Anfang Dezember 1962 aufbauenden antizyklonalen Großwetterlage zu suchen, die bei Kerndrucken von mehr als 1030 mbar für Inversionsreichtum und Windschwäche sorgte.

Tabelle 6: ANZAHL DER TAGE UNTER HOCHDRUCKEINFLUSS MIT GLEICHZEITIGEM AUFTRETEN VON TEMPERATURINVERSIONEN <sup>1)</sup> IM RUHRGEBIET

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
6	5	4	1	1	2	2	3	4	8,5	6	9,5

<sup>1)</sup> Messungen der Radiosonde Essen, Werte auf- und abgerundet, Auswertungszeitraum 1966 - 1976; Ausgewertet wurden folgende Wetterlagen: HNa, Na, Nwa, Wa, Sa, SWa, HFa, HNFa, NEa, HM, BM (Abkürzungen nach HESS & BREZOWSKI 1977); Anzahl der ausgewerteten Wetterlagen n = 1391

An der Station Lünen-Mitte wurden während dieser Zeit Luftdrucke zwischen 1030 und 1036 mbar gemessen. Die bodennahe Kaltluft dieser HM-Lage ließ die Temperatur vielerorts weit unter 0° C sinken, wie z. B. die Terminwerte für die Station Lünen-Mitte (Tab. 7) zeigen. Bei relativ hoher Luftfeuchte herrschte starker Dunst vor mit sehr geringen Sichtweiten. Ebenfalls niedrig waren mit 1 - 2 Beaufort die Windstärken, die an verschiedenen Stationen bestimmt wurden (Tab. 8) und wie der Abb. 22 zu entnehmen ist, beherrschten im Gebiet zwischen Ruhr und Lippe schwache östliche Strömungskomponenten das bodennahe Windfeld.

Tabelle 7: TERMINWERTE DER MITTLEREN LUFTTEMPERATUR UND DER RELATIVEN FEUCHTE AN DER STATION LÜNEN-MITTE FÜR DIE ZEIT VOM 1. bis 8.12.1962 (nach Wetterbüchern der Stadt Lünen)

	Lufttemperatur in °C	relative Feuchte in %
7 Uhr-Termin:	-6,2	90
14 Uhr-Termin:	+1,9	81
21 Uhr-Termin:	-2,4	83

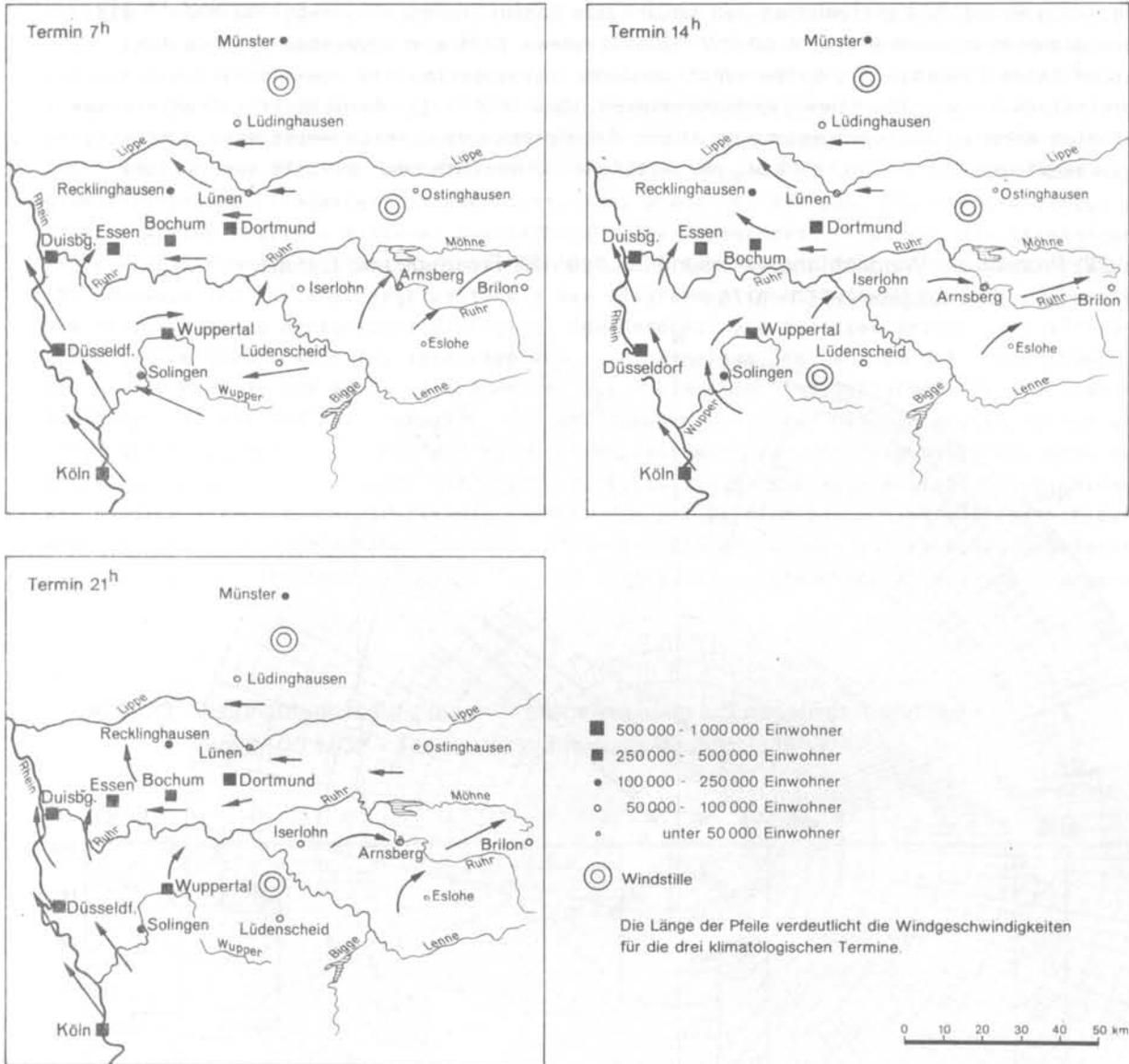
Tabelle 8: VERGLEICH DER MITTLEREN WINDSTÄRKEN IN BEAUFORT AN VERSCHIEDENEN STATIONEN FÜR DIE ZEIT VOM 3. bis 6.12.1962

Lünen	2,0	Iserlohn	0,7	Lüdenscheid	0,7
Essen	1,7	Brilon	1,8	Eslohe	1,0

Wie die Beschreibung einer solchen typischen austauscharmen Wetterlage zeigt, sollte bei der Analyse von Windverhältnissen in Lünen nicht nur auf die vorherrschenden Richtungshäufigkeiten im langjährigen Mittel eingegangen werden, wie sie Abb. 4, Kap. I enthält, sondern es sollte insbesondere für den Bereich der Planung im Hinblick auf Industrieansiedlungen Auskunft darüber gegeben werden, welche Windrichtungen bei austauscharmen Wetterlagen vorherrschen, die sich durch thermostabile Inversionen, Trockenheit, Windarmut und, wie an den oben dargelegten Beispielen gezeigt werden konnte, meist strenger Kälte auszeichnen. Hierzu wurden Analysen der Windrichtungsverhältnisse auf der Basis einer Auswertung der von der Stadt Lünen zur Verfügung gestellten Wetterbücher vorgenommen. Aus der Windrichtungsverteilung (Abb. 4, Kap. I) geht deutlich hervor, daß die vorherrschenden Windrichtungen in Lünen dem Sektor Nordwest - Südwest zuzuordnen sind. Da die Westlagen im allgemeinen jedoch durch tiefdruckbestimmte Gradientstärke und somit durch vergleichsweise hohe Windgeschwindigkeiten und meist labile Schichtungsverhältnisse der Atmosphäre bestimmt werden, sollte man sich im Bereich der Planung nicht an dieser Häufigkeitsverteilung z. B. bei der Ausweisung emissionsstarker Industriegebiete orientieren. Viel wichtiger für die Kenntnis von Ausbreitungsprozessen ist eine Häufigkeitsverteilung derjenigen Windrichtun-

Abb. 21 Mittlere Bodenwindrichtungen im Rhein-Ruhr Raum für die Zeit vom 3. - 6. 12. 1962

(nach SEIFERT aus KUTTLER 1979; verändert)



gen, die aufgrund der Druckverhältnisse eine Austauscharmut fördern. Hierzu zählen folgende Faktoren:

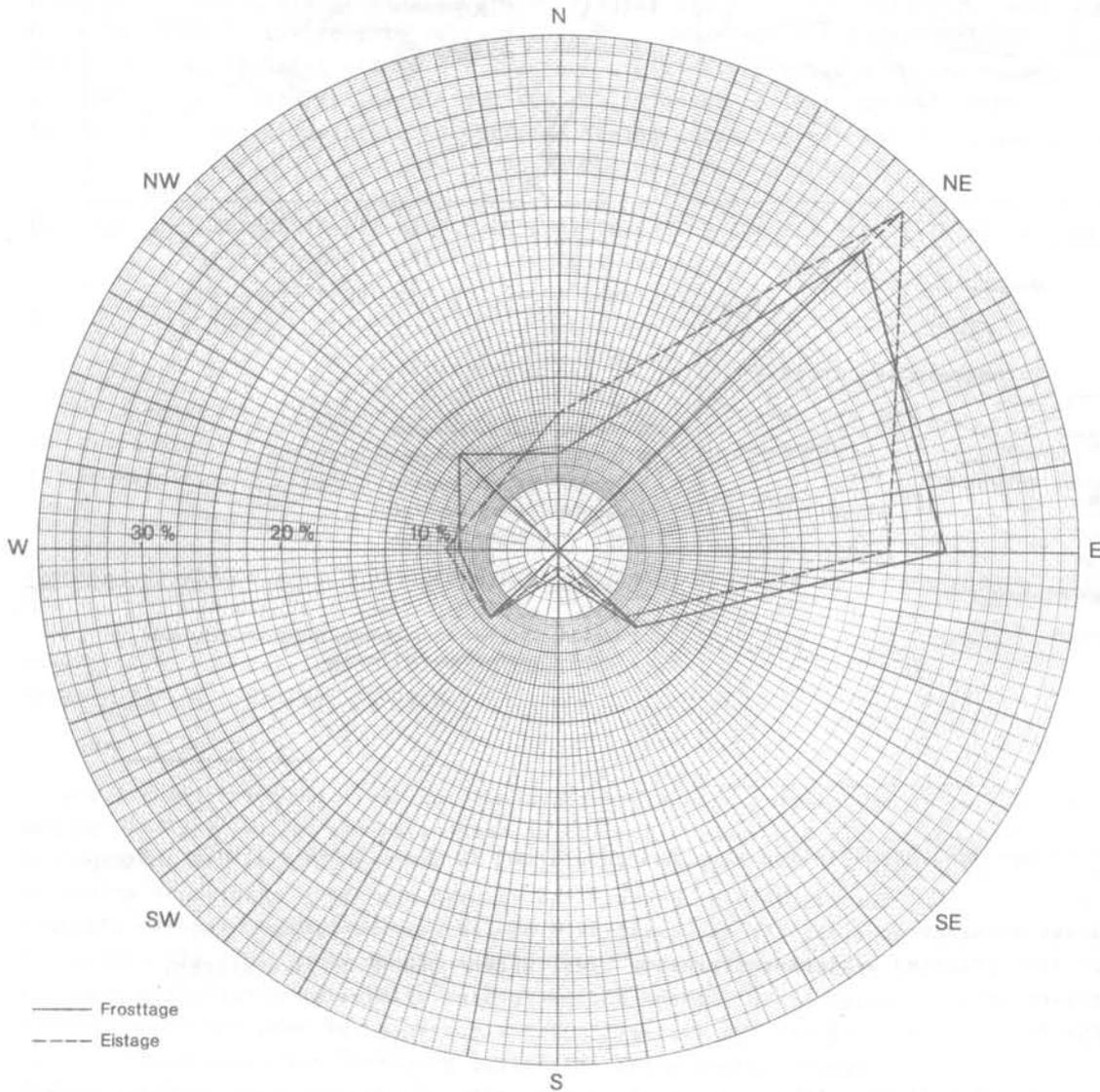
- Vorherrschen von Schwachwind
- Auftreten von sehr stabilen Schichtungsverhältnissen (Boden- und Höheninversionen)
- tiefe Temperaturen und
- Niederschlagsarmut

Die Stärke der Schadstoffakkumulation ist abhängig sowohl von der zeitlichen Persistenz dieser Faktoren über mehrere Tage als auch von ihrem gleichzeitigen Auftreten.

Wie schon eingangs am Beispiel der austauscharmen Wetterlage vom Dezember 1962 dargestellt wurde, bilden sich insbesondere unter der Vorherrschaft kalter winterlicher Hochdruckgebiete solche Wetterlagen aus. Einen brauchbaren Parameter zum Nachweis austauscharmer Wetterlagen erhält man - bei Fehlen exakter Immissionsmeßdaten - somit durch die Auswertung der Windrichtungsverteilung für kalte bzw. sehr kalte Tage. Aus diesem Grunde wurde eine

Darstellung der Windrichtungsverteilung angefertigt (Zeitraum 1953 - 1973), bei der nur diejenigen Fälle der jeweiligen Winterhalbjahre (1. Oktober bis 31. März) berücksichtigt wurden, an denen negative Lufttemperaturen sowohl zum Beobachtungszeitpunkt 7:00 MOZ <sup>1)</sup> als auch zum Beobachtungszeitpunkt 14:00 MOZ <sup>2)</sup> auftraten. In diese Auswertung fanden somit nur solche Daten Eingang, die Luftmassentransporte bei stabilen bzw. sehr stabilen schwachwindigen Wettersituationen repräsentieren. Das in Abb. 22 dargestellte Ergebnis der prozentualen Windrichtungsverteilung in Lünen für Frost- und Eistage weist ganz eindeutig auf das Überwiegen der östlichen bzw. nordöstlichen Windrichtungen hin. An sehr kalten

Abb. 22 Prozentuale Windrichtungsverteilung in Lünen für Frosttage und Eistage im Winterhalbjahr (1953 - 1973)



1) Entspricht etwa der Definition eines Frosttages (Temperaturminimum unter 0°C)  
2) Entspricht etwa der Definition eines Eistages (Temperaturmaximum unter 0°C)

Tagen (Eistage) entfallen 66 % aller auftretenden Windrichtungen auf den Sektor Nordost bis Südost, an den etwas weniger kalten Frosttagen 67 % aller aufgetretenen Fälle mit einer im Vergleich zur Häufigkeitsverteilung der Eistage leichten Verlagerung auf den Sektor Ost und Südost. Für die Periode 1953 bis 1973 wurden darüber hinaus für die Frosttage und für die Eistage die prozentualen Windrichtungshäufigkeiten in Abhängigkeit von den unter 0°C auftretenden Temperaturen untersucht. Die Windrichtungshäufigkeiten wurden aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit den acht Haupthimmelsrichtungen zugeteilt und in Abhängigkeit von 1 K-Stufen in das Diagramm eingetragen (Abbildungen 23 und 24). Da die zwischen den Haupthimmelsrichtungen liegenden Zwischenrichtungen, wie z. B. NNE bzw. WSW relativ selten auftraten, wurden letztere ersteren zweckmäßigerweise zugeordnet. So wurden die Richtungen NNE der Haupthimmelsrichtung Nordost, ENE Ost, ESE Südost, SSE Süd, SSW Südwest, WSW West, WNW Nordwest und NNW Nord zugeteilt. Wie den Diagrammen (Abbildungen 23 und 24) zu entnehmen ist, nimmt die prozentuale Häufigkeit der Nordost- und Ostlagen prinzipiell mit abnehmender Lufttemperatur zu; abgesehen von einem einzigen Tag, an dem bei Temperaturen von bis zu -20°C Nord- und Nordwestwind wehte, entfielen alle Windrichtungen für die Temperaturstufen -14 bis -19°C ausnahmslos auf den Sektor Nordost und Ost. In diesen Fällen gelangt die Kälte meist aus dem fennoskandischen, seltener aus dem nordrussischen Hoch nach Mitteleuropa und schafft somit die besten Voraussetzungen für extrem stabile Schichtung mit niedrig liegenden Temperaturinversionen, die bei Windarmut für eine extreme Schadstoffanreicherung in der bodennahen Luftschicht sorgen können. Solche witterungsklimatologischen Extremsituationen treten zwar - wie das der Anzahl der untersuchten Tage entnommen werden

Abb. 23 Windrichtungshäufigkeit in Prozent in Lünen bei negativer Temperatur zum 7:00 MOZ - Termin im Winterhalbjahr (1953 - 1973)

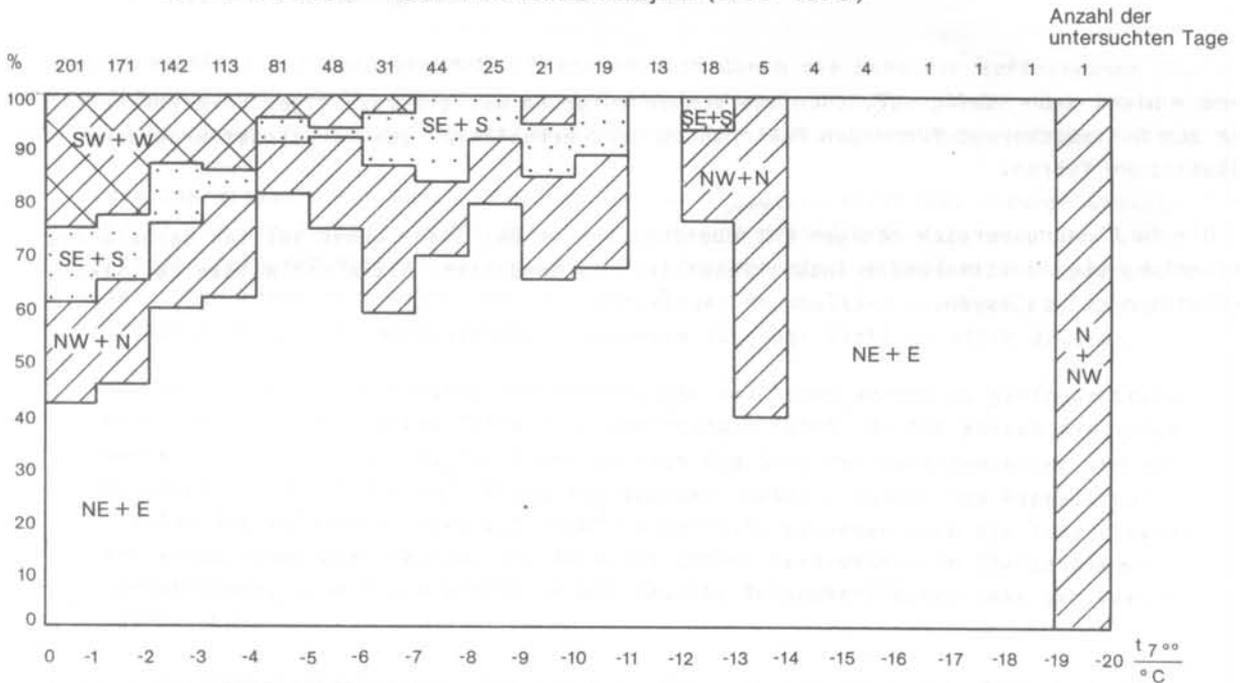
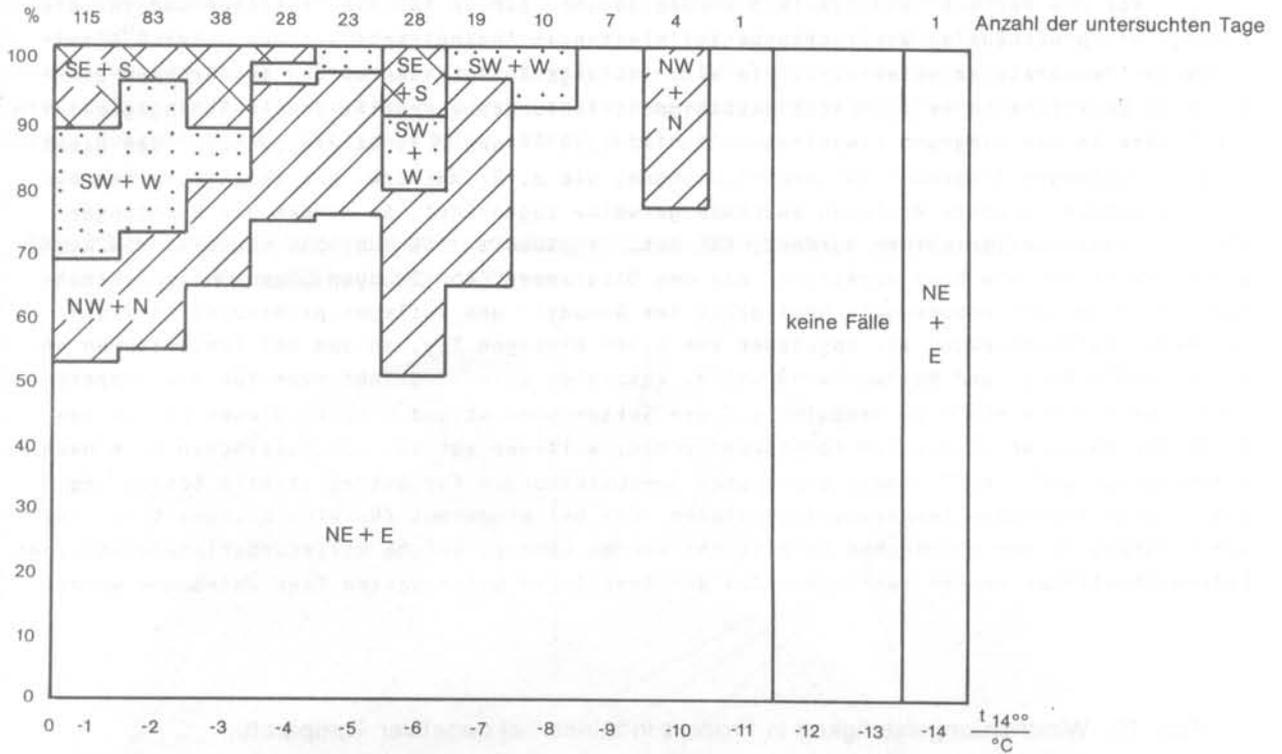


Abb. 24 Windrichtungshäufigkeit in Prozent bei negativer Temperatur zum 14:00 MOZ - Termin im Winterhalbjahr (1953 - 1973)



kann - nicht sehr häufig auf, doch sie können aufgrund des gleichzeitigen Vorherrschens der zur Austauscharmut führenden Faktoren zu ganz erheblichen gesundheitsgefährdenden Situationen führen.

Die im Planungsbereich tätigen Entscheidungsträger der Stadt Lünen sollten deshalb die Ansiedlung abgasemittierender Industriebetriebe im Nordosten, Osten und Norden des Stadtgebietes nicht zulassen.

#### 4. Klimafunktionskarte für das Stadtgebiet von Lünen

##### 4.1. Allgemeine Überlegungen zur Anfertigung der Klimafunktionskarte

Das in einer größeren Siedlung oder Stadt auftretende eigenbürtige Klima, das im allgemeinen als Stadtklima seinen Eingang in die Literatur gefunden hat (KRATZER 1956, ERIKSEN 1975, NÖBLER 1979), tritt, da es in erster Linie von der Strahlung abhängig ist, bevorzugt bei Vorherrschen von Strahlungswetterlagen auf. Aufgrund der unterschiedlich stark wärmeabsorbierenden und wärmeabgebenden, meist versiegelten Oberflächen innerhalb eines Stadtgebietes werden die diesen Flächen auflagernden Luftmassen durch die Wärmezufuhr zum Aufsteigen veranlaßt. Diese selbstproduzierte Thermik ist vornehmlich auf die bebauten Flächen beschränkt ("Baukörperklimatologie" nach WEISCHET 1979) und kann bei Vorherrschen einer autochthonen Wetterlage in dem Augenblick zu einem luftreinigenden und auch temperaturmindernden Faktor der Stadtluft werden, wenn für die aufsteigende Luft an Schadstoffen unbelastete Luftmassen vom Stadtrand "nachgesogen" werden.

Die Zufuhr sauberer Luft ist jedoch an die Vorbedingung geknüpft, daß im Bereich der die Warmluft produzierenden Gebiete umgebenden Stadtrandlagen keine Luftverschmutzer angesiedelt sind. Deshalb sollten bei der Anfertigung einer Klimafunktionskarte folgende Überlegungen Berücksichtigung finden:

- Lage der innerstädtischen Wärmequellen
- Wirksamkeit der warmluftproduzierenden Gebiete
- Lage der niedrigtemperierten Gebiete
- Auftreten von Leitbahnen, über die niedrigtemperierte Luftmassen dem dichter bebauten überwärmten Stadtgebiet zugeführt werden

Die Wirksamkeit der oben genannten Faktoren wird durch die Höhe der auftretenden Oberflächentemperaturen und die Temperaturamplituden bestimmt, die ihrerseits wiederum von den verschiedenen bodenphysikalischen und meteorologischen Steuerungsgrößen abhängen, wie z. B.:

- dem Energieverbrauch durch Evaporation bzw. Evapotranspiration, wodurch weniger Wärme für die Aufheizung der Luft zur Verfügung gestellt werden kann. Das gilt insbesondere für Wasserflächen und Vegetationsgebiete, vor allem dann, wenn letztere über einen dichtstehenden, tiefwurzelnden Baumbestand verfügen. In diesen Gebieten werden die auflagernden Luftmassen tagsüber nicht so stark erwärmt.
- von der materialspezifischen Volumwärme, die bei hohen Werten zu geringer Erwärmung und damit zu kleinen Temperaturschwankungen führt. Da für Wasser die Volumwärme z. B.  $4,2 \text{ J/cm}^3 \cdot \text{K}$ , für Böden je nach dem Grad der Durchfeuchtung und der Bodenart  $1,3$  bis  $3,4 \text{ J/cm}^3 \cdot \text{K}$  und für trockene Beton-, Stein- und Asphaltoberflächen die Volumwärme etwa  $2,1 \text{ J/cm}^3 \cdot \text{K}$  beträgt, erwärmen sich die letztgenannten künstlichen Oberflächen, die in meist großer Verbreitung in Stadtgebieten vorherrschen, wesentlich schneller als feuchte Bodenoberflächen oder gar Wasseroberflächen.
- von der Wärmeleitfähigkeit. Bei Stoffen, die eine besonders gute Wärmeleitfähigkeit besitzen, wird an Strahlungstagen die Oberfläche nicht so heiß wie bei geringerer Wärmeleitung in den Untergrund hinein. Der zum Bau vielfach verwendete Beton hat zum Beispiel eine wesentlich höhere Wärmeleitfähigkeit ( $168 \text{ J/cm} \cdot \text{h} \cdot \text{K}$ ) als Ziegelsteine ( $16,8 \text{ J/cm} \cdot \text{h} \cdot \text{K}$ ), so daß von Betonoberflächen auch des Nachts im Rahmen der Ausstrahlung wesentlich mehr Wärme an die diesen Flächen auflagernden Luftmassen abgegeben werden kann. Im Vergleich zur

Luft, die eine besonders geringe Wärmeleitfähigkeit ( $0,8 \text{ J/cm} \cdot \text{h} \cdot \text{K}$ ) aufweist, besitzt Wasser mit  $21 \text{ J/cm} \cdot \text{h} \cdot \text{K}$  eine relativ gute, so daß die Wärmeleitung in den Boden hinein immer dann ansteigt, wenn das Porenvolumen durch Luftverdrängung von Wasser ersetzt wird.

- dem Strahlungshaushalt, der tagsüber durch den Grad der Beschattung (Häuser-schatten, Schatten von Straßenbäumen) und die gesamte Horizonteinengung bestimmt wird. Dagegen ist nachts durch die Horizonteinengung die Ausstrahlung und damit die Oberflächenabkühlung vermindert, so daß z. B. ein Kaltluftzufluß zur weiteren Abkühlung führen kann. Unterschiedlich hohe Temperaturen bedingen, daß relativ warme bzw. relativ kalte Flächen aufgrund der verschieden starken Wärmeabgabe entgegen dem Tag-Nachtwechsel verlaufende Oberflächentemperaturen aufweisen.

#### 4.2. Klimafunktionskarte

An Tagen mit sommerlichem Strahlungswetter kann aufgrund der mit Beton, Asphalt oder Ziegelsteinen meist vollständig verschlossenen Bodenoberflächen die gesamte Strahlungsaufnahme in fühlbare Wärme umgewandelt werden, da das Verdunstungsphänomen infolge feuchter Bodenoberflächen weitgehend ausgeschlossen ist. Die künstlich versiegelten Oberflächen stellen deshalb aus Gründen, die im vorhergehenden Kapitel dargelegt wurden, die eigentlichen warmluftproduzierenden Flächen bzw. warmluftproduzierende Räume dar. Einfach- und Mehrfachreflexionen in Straßenschluchten sowie Stadt- und Geschäftsvierteln erhöhen darüber hinaus den Erwärmungsgrad. Ferner muß in diesem Zusammenhang noch die anthropogen zugeführte Abwärme aus dem Energieverbrauch berücksichtigt werden (STEAG, Kühlturmschwad- den). Aus diesem Grunde ergibt sich für die innerstädtischen Wärmequellen eine Abstufung nach ihrer Intensität, die sich am Grad der Oberflächenversiegelung und der Bebauungs-dichte orientiert. Auf der Klimafunktionskarte (Abb. 25) wurden deshalb nachfolgend auf- geführte warmluftproduzierende Gebiete unterschieden:

- d = dichte Bebauung (Wohn- und Geschäftsviertel)
- i = industrielle Bebauung
- a = aufgelockerte Bebauung

Die über diesen Gebieten aufsteigende Warmluft sorgt dafür, daß aus dem städtischen Um- land Luft nachgesogen wird, die jedoch nach ihrer Herkunft unterschiedliche Qualitäten auf- weisen kann. Beste Luftqualitäten sind zu erwarten, wenn Luft aus nicht bebautem Umland, z. B. Waldgebieten und landwirtschaftlichen Nutzflächen, den überwärmten Gebieten zufließt. Erfahrungsgemäß kann man davon ausgehen, daß Luft, die aus Waldgebieten abfließt, eine re- lativ hohe Luftqualität aufweisen wird, während Luftmassen, die landwirtschaftlich ge- nutzten Flächen entstammen je nach Vegetationszustand der Felder geringe Partikelkonzentra- tionen (Felder mit hohem Getreidebestand, Weiden) bzw, durchaus hohe Partikelkonzentrationen (bei abgeernteten bzw, brachliegenden Flächen) aufweisen können. Hierbei muß jedoch unbe- dingt die Höhenlage der zu untersuchenden Flächen berücksichtigt werden. Freiflächen, die niedrigtemperierte Luftmassen produzieren und in reliefiertem Gelände Hochlagen einnehmen, können - da Kaltluft schwerebedingt dem Geländegefälle entsprechend bei autochthoner Wit- terung Tieflagen zufließt - diese sowohl mit Frischluft versorgen als auch gleichzeitig dort Lufttemperaturmindernd wirken. Freiflächen, die sich dagegen in tiefer Lage befinden, wie u. a. die die Stadtfläche in Ost-West-Richtung querende mehr oder weniger breite Talaue der

Abb. 25 Klimafunktionskarte für das Stadtgebiet von Lünen während einer Strahlungswetterlage im Sommer

-  niedrigtemperierte Gebiete in Rangfolge der zu erwartenden Luftgüte
- W Waldgebiete
- L landwirtschaftliche Nutzfläche
- T Talauenbereich der Lippe
- G Gartenstadtbereich
- I Industrieflächen sowie Halden mit luftbelastendem industriellen Umfeld
-  wärmeluftproduzierende Gebiete in Rangfolge ihrer Wirksamkeit
- d dichte Bebauung
- i industrielle Bebauung
- a aufgelockerte Bebauung
-  Lageveränderung der niedrigtemperierten bzw. wärmeluftproduzierenden Gebiete
-  Abfluß niedrigtemperierter Luftmassen
- Pfeillänge: Fernwirkung
- Pfeilstärke: Intensität

0 500 1000 m

Entwurf: W. Kuttler / D. Schreiber

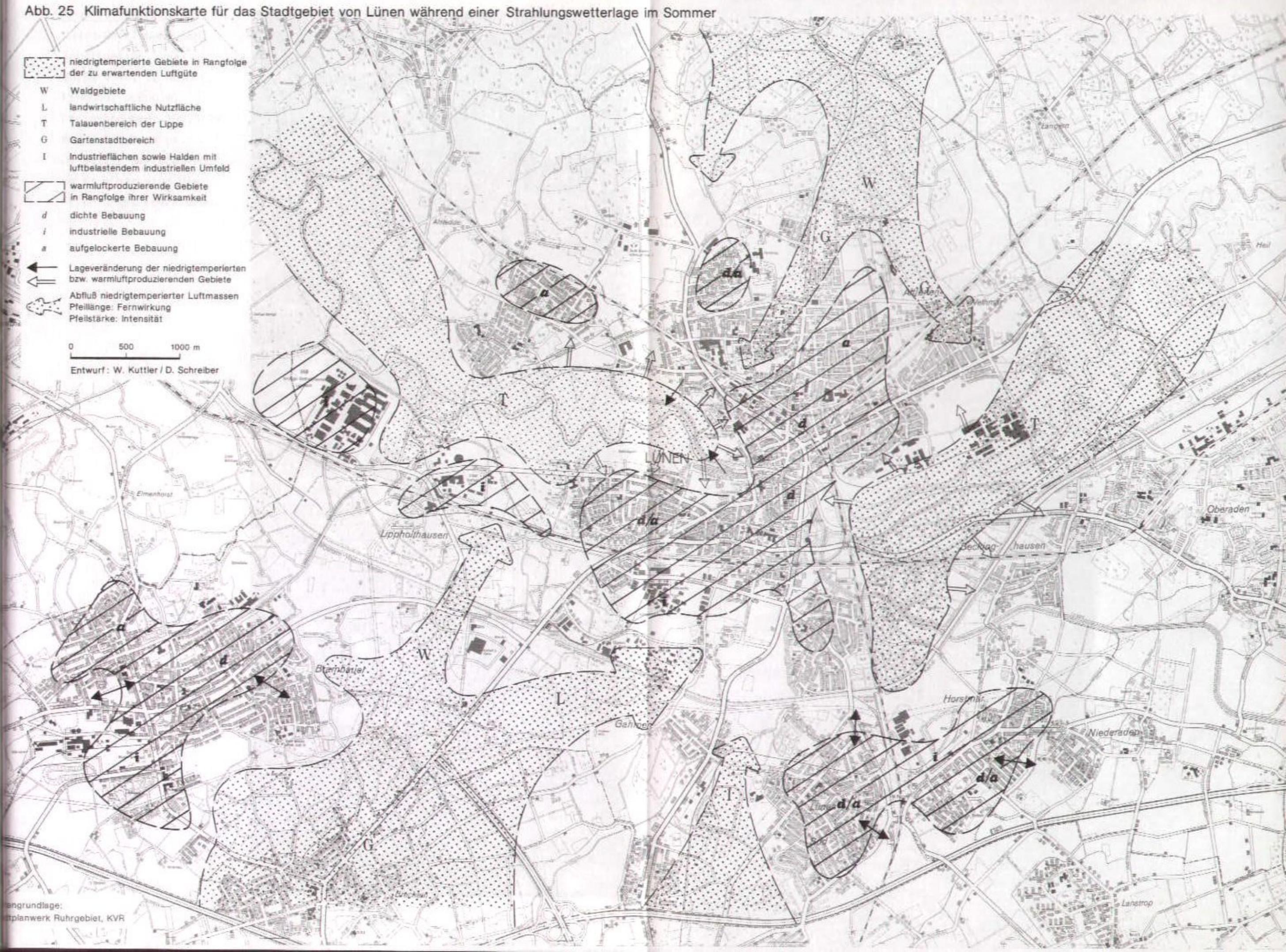


Abb. 1a: Wärmebild  
Haard-Recklinghausen,  
Tagsituation, vom  
30.08.1979, 12.05 Uhr,  
Flughöhe 5.000 m,  
Freigabenummer 10955/79  
Reg.Präs. Münster.  
Je heller der Grauton,  
um so höher sind die  
Strahlungstemperaturen.



Abb. 1b: Wärmebild  
Haard-Recklinghausen,  
vom 31.08.1979, 03.55 Uhr,  
Flughöhe 5.000 m,  
Freigabenummer 10955/79  
Reg.Präs. Münster.  
Je heller der Grauton,  
um so höher sind die  
Strahlungstemperaturen.



Zusammenfassend ergibt sich : die kältesten Temperaturen um 16 °C bis 17 °C zeigen die Wasserflächen. Ein wenig wärmer sind Waldflächen mit Temperaturen um 18 °C. Die landwirtschaftlichen Feldflächen können Temperaturen zwischen 19 °C und überwiegend 25 °C erreichen, in seltenen Fällen bis zu 27 °C. Die heißesten Flächen im Stadtgebiet sind Flächen, die Temperaturen über 28 °C haben, das sind Schotterflächen der Bahnanlage und die Dachflächen sowie einzelne Industrieanlagen. Die Autobahn zeigt Temperaturen um 26 °C.

### 2.1 Stadtzentrum Recklinghausen

Abb. 2a zeigt das Stadtzentrum von Recklinghausen, aufgenommen am 30.08.1979 um 14.30 Uhr aus einer Flughöhe von 600 m. Die Auflösung ist dementsprechend sehr viel besser als in den Wärmebildern aus 5.000 m ü.G. (Abb. 1a). Je heller die Grautönung, um so höher ist die Oberflächenstrahlungstemperatur.

Während im NO die dunklen Grautöne überwiegen, dominieren in SW die helleren Grautöne. Es ist aus dem Wärmebild genau auszumachen, daß etwa im Schatten immer tiefe Oberflächentemperaturen auftreten. Baumkronen sind nicht nur relativ kühl, je nach Exposition können auch über der Krone Temperaturunterschiede wahrgenommen werden. Einheitlich warm (hell) dagegen erscheinen die Bahnanlagen, die das Bild diagonal durchschneiden (der obere Bildrand weist etwa nach NO). Am wärmsten sind die Dachflächen. Durch sie erhält man den Eindruck der Überwärmung im Stadtzentrum.

Der quantifizierten, farbkodierten Aufnahme entnimmt man folgende Werte:

Die gesamte Temperaturspanne reicht von 14 - 50 °C;  
die Schattenzonen in der Stadt zeigen Temperaturen von 14 - 25 °C;  
unbeschattete Straßen haben Oberflächentemperaturen von 25 - 38 °C;  
die Vegetation (Bäume, Büsche) läßt Temperaturen um 20 - 23 °C erkennen;  
die Schotterflächen der Bahnanlage zeigen Temperaturen um 34 °C;  
alle Dachflächen sind bis zum Aufnahmezeitpunkt stark aufgeheizt und liegen mit ihren Temperaturen zwischen 39 - 50 °C;  
die Lufttemperatur lag zum Aufnahmezeitpunkt etwa um 25 °C;  
Feldmessungen ergeben folgende Werte der wirklichen Oberflächentemperaturen:  
Ascheweg 35.8 °C, rote Ziegel 33.1 °C, verschiedene Asphalte 36.3 bis 43 °C, Gras 28.4 °C.

### 3. Thermalbild der Nachtsituation - Recklinghausen - Die Haard

Dem Meßflug am 30.08.1979 folgte in der anschließenden Nacht der Meßflug vom 31.08.1979, 04.00 Uhr. Wie am Tag war die Flughöhe etwa 5.000 m ü.G. Die Oberflächenstrahlungstemperaturen lagen zu diesem Zeitpunkt zwischen 5 und 16 °C. Wieder steigen die Temperaturen mit heller werdendem Grauton. Die hellsten Flächen sind Wasserflächen (16 °C). Die kältesten Flächen werden am dunkelsten wiedergegeben, es sind meist Wiesenflächen in Tallage (5 - 6°C). Insgesamt haben wir eine Temperaturamplitude von 10 °K.

Im Gegensatz zur Tagsituation erscheint in dieser Nachtsituation die Haard hellgrau und somit relativ warm. Die thermische Gliederung des Waldgebietes wird durch das Relief geprägt: kühl = Talzüge, warm = Kuppenzonen. Eine Gliederung der Fläche nach Baumbestand kann nicht erkannt werden.

Während sich also am Tage die morphologischen Gegebenheiten nicht widerspiegeln, reagiert die Waldoberfläche sehr sensibel auf die unterschiedlichen Lufttemperaturen, die sich durch das Relief bedingt ausbilden.



Abb. 2 b Wärmebild Recklinghausen - Zentrum, Nachtsituation, vom 31. 08. 1979, 05. 20 Uhr, Flughöhe 600 m, Freigabenummer 10955 / 79 Reg. Präs. Münster .  
Je heller der Grauton, um so höher sind die Strahlungstemperaturen.



Abb. 2 a Wärmebild Recklinghausen - Zentrum, Tagsituation, vom 30. 08. 1979, 14. 30 Uhr, Flughöhe 600 m, Freigabenummer 10955 / 79 Reg. Präs. Münster.  
Je heller der Grauton, um so höher sind die Strahlungstemperaturen.

Lippe (50 - 55 m ü. NN) lassen einen Transport niedrigtemperierter Luftmassen in überwärmte Gebiete dann nicht zu, wenn durch die überwärmten Flächen keine Ausgleichsströmung in die bebauten Gebiete hinein induziert wird. Dennoch wird der Kaltluftproduzierende Talauenbereich (Kürzel 'T' in der Klimafunktionskarte) in dem Augenblick als Kaltluftzufluß für das Stadtgebiet wirksam, wenn eine leichte, möglicherweise durch die Wetterlage verursachte Luftströmung die kühlen feuchteren Luftmassen in die überwärmten Gebiete drückt, wie dies zum Beispiel durch die kleinen Pfeile der niedrigtemperierten Gebiete für die Lippeaue in der Klimafunktionskarte dargestellt wurde.

Für die bereits unter dem Buchstaben 'a' (aufgelockerte Bebauung) und 'i' (industrielle Bebauung) beschriebenen zu erwartenden Luftgüten gilt ähnliches wie für die in den niedrigtemperierten Gebieten liegenden Gartenstadtbereiche 'G' und Industrieflächen 'I'. Aufgelockert bebaute Wohngebiete - Gartenstadtbereiche - die in den Randgebieten fast in allen Stadtteilen von Lünen auftreten, lassen wegen des relativ in großem Maße zur Gesamtfläche 'versiegelten Gebietes' nur eine geringe Einstufung der Luftgüte im Vergleich zu anderen Flächen zu. Die unter dem Buchstaben 'i' zusammengefaßten industriell genutzten Flächen lassen keine einheitlich bewertbare Luftgüte erkennen, z. B. die Fläche der Vereinigten Aluminiumwerke (AMW), der STEAG, der Industriebetriebe an der Kupferstraße, das Gelände der Zeche Viktoria sowie das der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia nördlich Beckinghausens, das Gelände der Zeche Minister Achenbach in Brambauer sowie die industriell genutzten Flächen in Horstmar. Da diese Gebiete in der Regel großflächig bebaut sind, ist neben der industriell freigesetzten Wärme auch eine Warmluftproduktion mit einem Zufluß kühlerer Luftmassen aus der Umgebung möglich.

Ebenso wie die übertemperierten Gebiete der Stadtfläche von Lünen (Schraffur in der Karte) nach Art ihrer Bebauung und somit nach dem Grad ihrer potentiellen Luftgüte differenziert wurden, so wurden auch die niedrig temperierten Flächen (punktierte Flächen) im Hinblick auf eine Abschätzung der Luftqualität nach folgenden Unterscheidungskriterien gegliedert (in Rangfolge der zu erwartenden Luftgüte):

- W, L = Luft aus Waldgebieten bzw. von landwirtschaftlich genutzten Flächen
- T = Talauenbereiche der Lippe
- G = Gartenstadtbereich
- I = Industriegelände sowie Halden mit luftbelastendem industriellen Umfeld

Für die Stadtfläche von Lünen kann festgestellt werden, daß Gebiete mit städtischer Überwärmung großflächig in Lünen-Zentrum, Lünen-Süd/Horstmar und in Brambauer auftreten. Kleine Flächen, auf denen sich im Vergleich zu ihrer Umgebung höhere Lufttemperaturen einstellen, fallen mit dem Industriegelände der Aluminiumwerke und dem der STEAG zusammen, andererseits treten noch zwei weitere warmluftproduzierende kleinere Gebiete an der Alstedder Straße und in Nordlünen östlich der Borker Straße auf, in denen weitgehend aufgelockerte Bauungsstruktur vorherrscht.

Die Form der warmluftproduzierenden Flächen in Lünen wird einerseits im wesentlichen durch die Bebauung geprägt, andererseits wird die 'Wärmeinsel' sehr stark modifiziert durch die niedrig temperierten Luftmassen der Lippeaue, für die jedoch kein direkter Abfluß in überwärmte Gebiete weder östlich noch westlich der Kurt-Schumacher-Straße festgestellt werden konnte. Gleichwohl ist die thermische Wirkung dieser Kühlflächen darin zu sehen, daß sie die übertemperierten Flächen des bebauten Gebietes von Lünen im Bereich der Aue sehr stark einengen. Darüber hinaus konnte für den Bereich der Lippeaue eine gewisse Lageveränderung der dort produzierten kühleren Luftmassen nachgewiesen werden. Diese Lageveränderung des in der Lippeaue liegenden Luftpolsters erfolgte nach unseren Untersuchungen dann, wenn leichte wetterlagenbedingte Luftbewegungen für ein Überschwappen der kühleren Auenluft in die bebauten Flächen sorgte.

Einen weiteren wesentlichen Einfluß auf die Konfiguration des überwärmten Gebietes in Lünen besitzen die aus den Cappenger Höhen abfließenden kühltemperierten Frischluftmassen, deren Qualität als gut anzusehen ist.

Ein weiterer Zufluß niedrigtemperierter Luftmassen konnte aus dem Raum Brechten, zwischen Brambauer und Gahmen gelegen, nachgewiesen werden. Dem leichten nach Norden gerichteten Geländegefälle folgend, streben diese Luftmassen einerseits dem Raum Gahmen, Gahmener Straße, Industriegebiet Kupferstraße zu, andererseits dem Ortsteil Lippolthausen und der STEAG, Während diese Luftmassen dem Gebiet von Brechten entstammen, dürfte sich die Luftqualität insbesondere in der Abflußbahn nach Lippolthausen bessern, da etwa von der Straße 'Im Siepen' dem Geländegefälle nach Norden folgend ein Waldgebiet durchströmt wird, das aus den verschiedensten bekannten Gründen luftqualitätsverbessernd wirkt. Die kleinflächigen Wärmeinseln der Stadtteile Brambauer, Lünen-Süd und Horstmar treten im Vergleich zur übertemperierten Fläche von Lünen-Zentrum bei Strahlungswetterlagen thermisch weniger in Erscheinung. Aufgrund der kleineren wärmeabsorbierenden Flächen in diesen Stadtteilen unterliegen diese Gebiete einem stärkeren Konfigurationswechsel der warmluftproduzierenden Flächen.

Zusammenfassend kann für das Stadtgebiet von Lünen festgestellt werden, daß einzelne, meist bebauungsbezogene warmluftproduzierende Flächen auftreten, die durch Kühlwirkung der Lippeau einerseits und durch den Kaltluftabfluß aus den Cappenger Höhen andererseits in ihrer Ausprägung stark modifiziert werden können. In den Stadtteilen Brambauer, Lünen-Süd und Horstmar ist der Anteil der überwärmten Fläche an der bebauten Fläche kleiner und thermisch weniger intensiv ausgebildet, wodurch es bei leichter Windbewegung relativ schnell zu einem Gestaltwechsel der entsprechenden Wärmeinsel kommt.

#### Literatur:

- ERIKSEN, W. (1975): Probleme der Stadt- und Geländeklimatologie. - Erträge der Forschung, Band 35, Darmstadt.
- HESS, F. & BREZOWSKY, H. (1977): Katalog der Großwetterlagen Europas. - Ber. Dtsch. Wetterdienst Nr. 13, Bd. 15.
- KRATZER, P. A. (1956): Das Stadtklima. 2. Auflage. - Die Wissenschaft, Bd. 90, Braunschweig.
- KUTTLER, W. (1979): Einflußgrößen gesundheitsgefährdender Wetterlagen und deren bioklimatische Auswirkungen auf potentielle Erholungsgebiete - dargestellt am Beispiel des Ruhrgebietes und des Sauerlandes. - Bochumer Geographische Arbeiten, Heft 36, Paderborn.
- LANDSBERG, H. E. (1981): The urban climate. - International Geophysics Series, Vol. 28, New York.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER WESTFALEN-LIPPE (1978) (Hrsg.): Die forst- und landwirtschaftliche Struktur und ihre Entwicklungstendenzen im Raum Lünen, Kreis Unna. - Forstbehördlicher und landwirtschaftlicher Fachbeitrag 119.
- NÖBLER, W. (1979): Konfiguration und Genese der Wärmeinsel der Stadt Freiburg. - Freiburger Geographische Hefte, Nr. 16.
- SCHREIBER, D. (1982, im Druck): Die Bedeutung der Windrichtung für die Auswahl der Gewerbe- und Industriestandorte. - Vortrag vor dem Kolloquium "Industrieansiedlung und Standortentwicklung" vom 20. - 21.01.1982 in Kassel. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung - Landschaftsbau e. V., Bonn.
- WEISCHET, W. (1979): Problematisches über die städtische Wärmeinsel und die Notwendigkeit einer Baukörperklimatologie. - Berlin, In: KREISEL, W., SICK, W. D. & STADELBAUER, J. (Hrsg.): Siedlungsgeographische Studien.