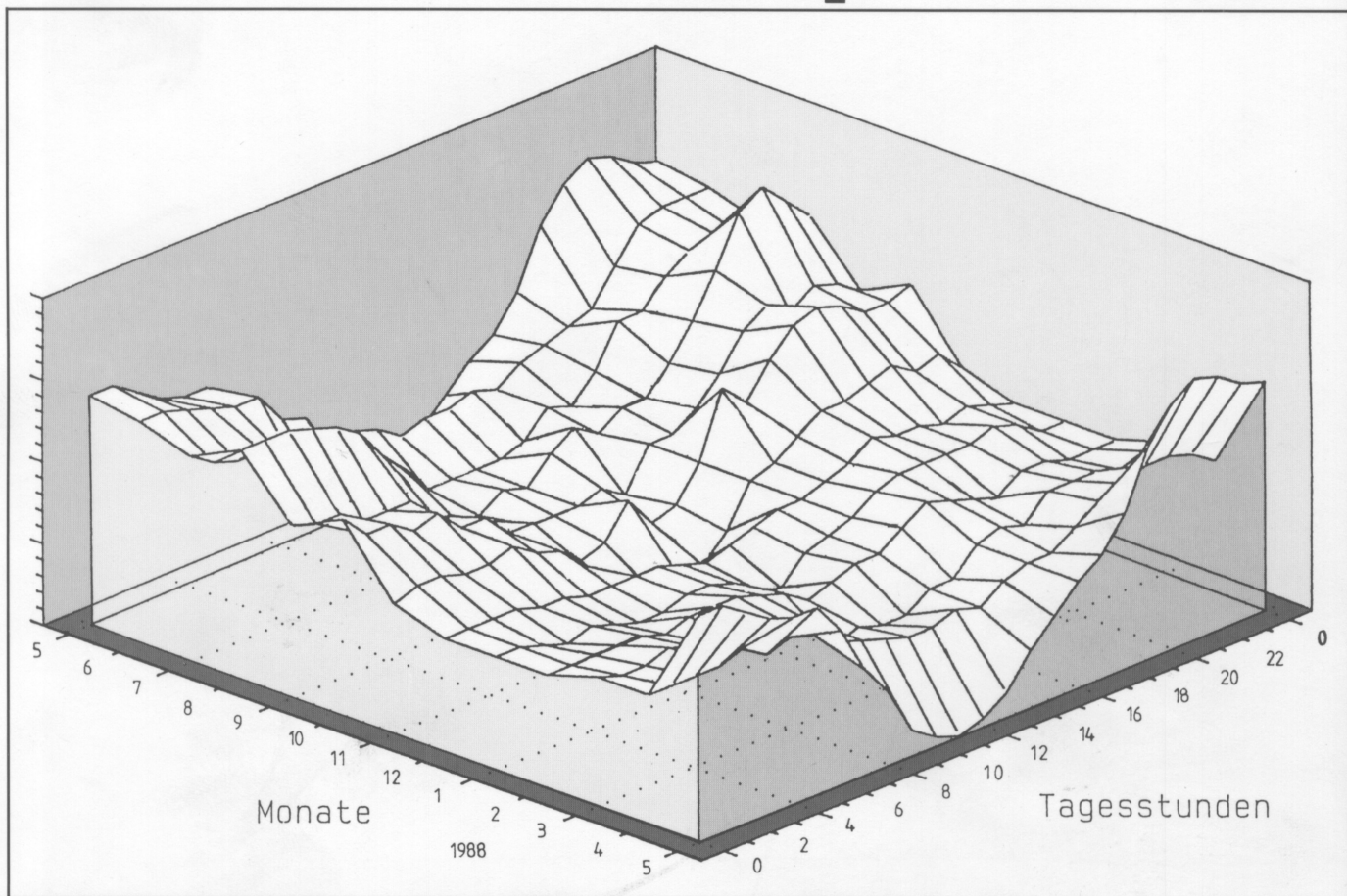


Klimaanalyse Stadt Bottrop



Klima und Lufthygiene erhalten als Planungsfaktoren eine zunehmende Bedeutung. Dabei geht es heute nicht mehr allein um eine grobe, das gesamte Stadtgebiet umfassende Analyse; vielmehr fordern die Städte jetzt genaue und kleinräumige Aussagen zu konkreten Planungsräumen. Für Bottrop ist das der Emscherraum, der hier in exemplarischer Form untersucht und dargestellt wird.



Kommunalverband
Ruhrgebiet

Klimaanalyse Stadt Bottrop

Herausgeber:

Kommunalverband Ruhrgebiet, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Autoren:

Andreas-Bent Barlag, Universität -GH- Essen

Wilhelm Kuttler, Universität -GH- Essen

Peter Stock, Kommunalverband Ruhrgebiet

Bearbeitung:

Kommunalverband Ruhrgebiet

Abteilung Karten und Luftbildwesen,
Stadtklimatologie



Kommunalverband
Ruhrgebiet

Gliederung

	Seite
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Kartenverzeichnis	8
1. Einleitung und Problemstellung	9
2. Allgemeines zum Stadtklima	10
3. Beschreibung des Bottroper Untersuchungsgebietes	12
4. Meßwerterfassung und Stationscharakteristika	14
5. Die klimatisch-lufthygienische Situation in Bottrop	18
5.1 Lufttemperatur	18
5.2 Luftfeuchtigkeit	24
5.3 Windfeld	27
5.4 Untersuchung der atmosphärischen Schichtung mit Hilfe von Vertikalsondierungen	31
5.5 Lufthygiene	44
5.5.1 Spurenstoffkonzentrationen	44
5.5.2 Schwefel-Immissionsraten	47
5.5.3 Mobile Spurenstoffmessungen	49
5.6 Zusammenfassung	50
6. Planungshinweise	52
6.1 Ansätze für klimaökologische Planungsempfehlungen	52
6.2 Allgemeine Planungshinweise aus klimaökologischer Sicht	52
6.2.1 Der Norden Bottrops (Zone 1)	53
6.2.2 Der Stadtkern Bottrops (Zone 2)	53
6.2.3 Der Südosten Bottrops (Zone 3)	56
6.3 Schlußfolgerung	57

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Bestimmungsgrößen des Stadtklimas	11
Abb. 2: Frosttage ausgewählter Stationen im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	19
Abb. 3: Grillpartytage ausgewählter Stationen im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	20
Abb. 4: Mittlere stündliche Temperaturdifferenzen der Klimatope Stadt und Freiland im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	20
Abb. 5: Mittlere stündliche Temperaturdifferenzen der Klimatope Stadt und Park im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	21
Abb. 6: Mittlere stündliche Temperaturdifferenzen der Klimatope Stadt und Stadtrand im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	21
Abb. 7: Tagesgang der Lufttemperatur ausgewählter Stationen im Bottroper Untersuchungsgebiet während einer autochthonen Wetterlage 16. 9. 1987 bis 18. 9. 1987	22
Abb. 8: Maximale Temperaturdifferenzen (in K) zwischen Stadt und Freiland ausgesuchter europäischer Städte	23
Abb. 9: Jahresmittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit ausgewählter Stationen im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	25
Abb. 10: Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit ausgewählter Stationen im südöstlichen Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 11/1986 bis 3/1987	26
Abb. 11: Jährliche Windrichtungsverteilung (in %) im Freiland und im Innenstadtbereich im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	27
Abb. 12: Windrichtungsdifferenzen (in %) zwischen Freiland und Innenstadtbereich im Bottroper Untersuchungsgebiet für die Monate Juni 1987 und Februar 1988	28

	Seite
Abb. 13: Mittlere Windrichtungsverteilung an ausgesuchten Standorten im Südosten des Bottroper Untersuchungsgebietes Meßzeitraum 11/1986 bis 3/1987	29
Abb. 14: Windgeschwindigkeitsklassen Freiland und Stadt im Bottroper Untersuchungsgebiet Anzahl der Stunden = 8784 Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988	30
Abb. 15: Einteilung der Stadtatmosphäre in „Urban Canopy Layer“ (UCL) und „Urban Boundary Layer“ (UBL)	31
Abb. 16: Vertikaler Verlauf der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit, der Windrichtung und Windgeschwindigkeit sowie des Dampfdrucks zu verschiedenen Terminen am 12./13. 03. 1987 über dem Bottroper Untersuchungsgebiet	32-42
Abb. 17: Tautochronen der Lufttemperatur am 12./13. 03. 1987 über dem Bottroper Untersuchungsgebiet	43
Abb. 18: Jahresgang der Bodeninversionen in Bottrop Häufigkeit in Prozent Meßzeitraum 6/1987 bis 4/1988	44
Abb. 19: Immissionskonzentrationen im Bottroper Untersuchungsgebiet nach den Ergebnissen der TEMES-Station in Welheim Meßzeitraum 1/1986 bis 12/1986	45
Abb. 20: Belastungswindrose für die SO ₂ -Immission (Mittelwerte) an der TEMES-Station Bottrop Meßzeitraum 1/1986 bis 12/1986	46
Abb. 21: Abweichungen der Stationsmittelwerte der Schwefel-Immissionsraten vom Gebietsmittelwert in % (GMW = 11,9 mg/m ² d ± 0%) Meßzeitraum 12/1987 bis 5/1988	47

Tabellenverzeichnis

		Seite
Tab. 1:	Stationsübersicht	17
Tab. 2:	Mittlerer monatlicher Tagesgang der relativen Luftfeuchtigkeit (in %) ausgewählter Stationen und des Gebietsmittelwertes (GMW) im Bottroper Untersuchungsgebiet; Oktober 1987	26
Tab. 3:	Absolute monatliche Häufigkeitsverteilung (in Stunden) verschiedener Temperaturgradienten in Bottrop; Meßzeitraum 6/1987 bis 4/1988	44
Tab. 4:	Halbjahresmittelwerte (\bar{x}) der SAM-Stationen für Schwefel in $\text{mg}/\text{m}^2 \text{ d}$, deren Standardabweichungen (SD), Minima (Min.) und Maxima (Max.), Rangfolgen (RF) und Abweichungen vom Gebietsmittelwert (GMW) Meßzeitraum 12/1987 bis 5/1988	47
Tab. 5:	Ökologische Auswirkungen ausgesuchter Freiflächen im Bottroper Untersuchungsgebiet	55-56

Kartenverzeichnis

		Seite
Karte 1	Lage der Meßstationen im Bottroper Untersuchungsgebiet	15
Karte 2	Verteilung der Lufttemperatur im Bottroper Untersuchungsgebiet	(Anlage)
Karte 3	Verteilung der Lufttemperatur im Südosten des Bottroper Untersuchungsgebietes	(Anlage)
Karte 4	entfällt	
Karte 5	Ökologische Auswirkungen ausgewählter Freiflächen im Bottroper Untersuchungsgebiet	(Anlage)

Errata

Seite 14, vierter Absatz, letzter Satz lautet:

... die Ergebnisse flossen zeitkorrigiert in eine synthetische Klimafunktionskarte ein.

Korrektur:

Der Satz ist zu streichen.

Seite 54, vierter Absatz lautet:

"In diesem Zusammenhang sind z. B. die Flächen im Nordosten (34, 35), im Osten (38), im Südosten (43) und im Süden (50, 51, 52, 53) zu nennen."

Korrektur:

"In diesem Zusammenhang sind z. B. die Flächen im Norden (34, 35), im Westen (38), im Südwesten (43) und im Süden (50, 51, 52, 53) zu nennen."

Karte 5

Farbkorrektur:

Farben Dunkelblau und Hellblau sind in der Legende zur Karte 5 korrekt dargestellt, müssen jedoch auf der Karte vertauscht gelesen werden.

I. Einleitung und Problemstellung

Eine Stadt stellt eine vom Menschen veränderte Umwelt dar, in der erhebliche Einbußen an Lebensqualität auftreten können. Insbesondere wegen des hohen Versiegelungsgrades der Oberfläche mit meist nur geringem Vegetationsanteil und einer hohen Wärmekapazität der Baumaterialien sowie einem verminderten Luftaustausch bilden sich in der Regel ein erhöhtes stadt eigenes Temperaturfeld sowie modifizierte Luftfeuchtigkeitsverhältnisse aus. Durch den daraus resultierenden Wärmeinseleffekt unterscheiden sich Städte thermisch auffällig von ihrem kühleren Umland. Dieses Phänomen kann sowohl im Sommer als auch im Winter auftreten, hängt aber in starkem Maße von der vorherrschenden Wetterlage ab (KUTTLER 1985; LANDSBERG 1981; OKE 1973).

Als ein weiteres, durch den Stadtkörper gegenüber dem Umland stark beeinflusstes Klimaelement gilt der Wind. Er fördert den Austausch belasteter und unbelasteter Luftmassen aus Innenstadt und Umland. Zudem wirkt seine oftmals abkühlende Eigenschaft an heißen Tagen belebend und erfrischend. So kommt ihm als ebenfalls direkt fühlbare meteorologische Größe neben relativer Luftfeuchtigkeit und -temperatur für das Wohlbefinden der Stadtbevölkerung eine entscheidende Bedeutung zu.

Eine Quantifizierung der klimatischen Unterschiede zwischen Stadt und Land ist hinsichtlich planungsrelevanter Aussagen unerlässlich. Ebenfalls von erheblichem Interesse sind jedoch auch innerstädtische Klimadifferenzierungen, da sich innerhalb des urbanen Siedlungsraumes aufgrund der heterogen gestalteten Oberfläche spezielle Mikroklimata (= Klimatope) ausbilden, die durch typische Tages- und Jahresgänge der verschiedenen Klimaelemente charakterisiert sind.

Die Lage einer Stadt in einem Ballungsraum wie dem Ruhrgebiet mit einer vielfältigen Industriestruktur sowie lokal angesiedelten Industrieemittenten ist für hohe Luftbelastungen prädestiniert. Deshalb ist eine planungsrelevante Klimaanalyse derartiger Städte erst unter zusätzlicher Berücksichtigung lufthygienischer Aspekte sinnvoll.

Um dem o.a. Problemkomplex gerecht zu werden, wurden zur Erfassung der klimatisch-lufthygienischen Situation im Bottroper Raum im Auftrag der Stadt umfassende Messungen sowohl kontinuierlicher als auch diskontinuierlicher Art innerhalb des Stadtgebietes durchgeführt.

Im Zeitraum November 1986 bis März 1987 erfolgten Erhebungen der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und des Windfeldes sowie lufthygienische Messungen schwerpunktmäßig im Südosten Bottrops, in der Meßperiode Mai 1987 bis April 1988 wurden die gleichen Parameter im gesamten Stadtgebiet registriert.

Die in Form von Tabellen, Graphiken und Karten aufbereiteten Meßergebnisse beider Untersuchungen sollen als wesentliche Grundlage informieren und als Entscheidungshilfe für den vorsorgenden Umweltschützer, insbesondere im Zusammenhang mit Aufgabenstellungen im Bereich der räumlichen Planung, Verwendung finden.

Zur Zeit laufende Untersuchungen der Arbeitsgruppe Prof. Dr. G. B. Feige, Lehrstuhl für Botanik und Pflanzenphysiologie der Universität — GH — Essen, über die Kartierung epilithischer Flechten als Bioindikatoren anthropogen verursachter Umweltbedingungen werden nach Beendigung der Kampagne zusätzliche Aussagen über die Luftqualität innerhalb des Bottroper Stadtgebietes erbringen und in einem Sonderbericht 1989 vorgestellt.

Den Herren Dipl.-Geogr. R. Winterkamp und F. M. Burkert sei für ihre Mitarbeit auch an dieser Stelle gedankt.

2. Allgemeines zum Stadtklima

„Das Stadtklima ist das durch die Wechselwirkung mit der Bebauung und deren Auswirkungen (einschließlich Abwärme und Emission von luftverunreinigenden Stoffen) modifizierte Klima.“ (nach WMO 1981 in: VDI 1988, S. 4)

Nach dieser Definition, aber auch aus dem Blickwinkel des anwendungsorientierten Stadtklimatologen, sind die klimatischen und lufthygienischen Aspekte der städtischen Umwelt in der Praxis nicht voneinander trennbare Bestandteile des Stadtklimas.

Aus rein klimatischer Sicht ist das Stadtklima nicht nur — wie früher zunächst angenommen — ein „Schönwetterphänomen“. Es entsteht durch die Veränderungen des bestehenden Lokal- oder Mesoklimas infolge der Bebauung und Stadtstruktur, deren Auswirkungen mit je nach Großwetterlagen wechselnden Intensitäten nahezu immer nachzuweisen sind. Aus diesem Grunde prägt jede Stadt infolge der unterschiedlichen topographischen, lokalklimatischen und infrastrukturellen Verhältnisse ihr eigenes Stadtklima. Mannigfache Vorgänge und Faktoren tragen hierzu bei und sind daher bei der Stadtplanung zu berücksichtigen. Eine Veränderung der Infrastruktur einer Stadt kann demzufolge auch zu einer Modifizierung des Stadtklimas im positiven oder negativen Sinne Anlaß geben (SCHIRMER 1969).

Aus lufthygienischer Sicht ist das Stadtklima zum einen ein Faktor, der die Ausbreitungs- und Verteilungsabläufe der in Städten vermehrt vorkommenden Emissionen modifiziert. Zum anderen tragen die Luftverunreinigungen aber auch zur Ausbildung eines Stadtklimas bei.

Abbildung 1 zeigt die einzelnen Bestimmungsgrößen des Stadtklimas, woraus ersichtlich wird, daß komplexe Zusammenhänge bestehen und bei entsprechenden Untersuchungen zu berücksichtigen sind. Ferner veranschaulicht das Schema, welche zentrale Bedeutung innerhalb des stadtklimatischen Wirkungsgefüges die städtische Wärmeinsel einnimmt. Dieses Phänomen ist nicht nur im fachwissenschaftlichen, die Grundlagenforschung betreffenden Bereich von Bedeutung. Vielmehr spielen die Auswirkungen eines Wärmearchipels im täglichen Leben der Stadtbevölkerung eine mehr oder minder stark spürbare Rolle. Sie bestimmen in erheblichem Maße die Umweltqualität innerhalb eines urbanen Komplexes.

Als Ursachen für die Entstehung der urbanen Temperaturanomalien lassen sich zusammenfassend folgende Faktoren nennen (KUTTLER 1985, nach OKE 1982):

- Eine stärkere Absorption kurzweiliger Strahlung durch größere (Gebäude-)Oberflächen und Mehrfachreflexion in den Straßenschluchten
- Eine erhöhte langwellige (Gegen-)Strahlung durch eine durch die Dunstglocke der Stadt vergrößerte Absorption
- Geringere langwellige Ausstrahlungsverluste durch Horizonteinengung
- Anthropogene Wärmeemission, insbesondere hervorgerufen durch Heizaktivitäten und den Straßenverkehr
- Eine höhere Wärmekapazität der bebauten Strukturen
- Eine erheblich reduzierte Evapotranspiration (= Gebietsverdunstung) aufgrund des überwiegend geringen Anteils an Vegetation und des hohen Versiegelungsgrades der Oberflächen sowie gedeckter Kanalisation
- Ein stark eingeschränkter turbulenter Wärmetransport aufgrund geringer Windgeschwindigkeiten.

Die Ausprägung einer Wärmeinsel, d. h. der Grad der Temperaturerhöhung im Vergleich zum Umland sowie ihre räumliche Ausdehnung, hängt u. a. wesentlich von der herrschenden Großwetterlage ab.

Nach KUTTLER (1985) resultieren aus der Überwärmung einer Stadt unter bioklimatisch-thermischen/lufthygienischen und ökonomischen Aspekten sowohl Vor- als auch Nachteile. Nachteilig wirken sich aus:

- Ein potentieller nächtlicher Hitzestreß, der bei sommerlichen Temperaturen zu erheblichen bioklimatischen Benachteiligungen der Bevölkerung führen kann
- Potentiell größere Schwüleraten in den Innenstädten im Vergleich zum Stadtrand bzw. zum Umland.

Vorteilhaft, aber auch ungünstig auf die Umweltqualität können sich auswirken:

- Die durch höhere Temperaturen in Städten insbesondere bei Strahlungswetterlagen auftretenden stadtinduzierten Windsysteme, die die Städte mit kühlerer Luft aus dem Umland versorgen, wie dies für das Dortmunder Stadtgebiet nachgewiesen wurde (STOCK et al. 1986). Hierbei ist jedoch wesentlich darauf zu achten, ob diese Flurwinde durch vorgelagerte Emittenten bereits belastet sind, da in solchen Fällen eine zusätzliche Schadstoffakkumulation gerade in Innenstadtbereichen erfolgen kann.

Im ökonomischen Sinne wirken sich vor allem folgende Faktoren positiv aus:

- Eine Verkürzung der winterlichen Frostperiode sowie eine Verminderung der Frostintensität und damit verbunden eine Reduzierung der Anzahl von Frost- und Eistagen mit daraus resultierender Verringerung der Glatteisgefahr
- Eine Abnahme der Schneedeckendauer mit den daraus resultierenden Einsparungen der Schneebeseitigung
- Eine Einschränkung des Energieverbrauchs durch die geringeren Heizaktivitäten.

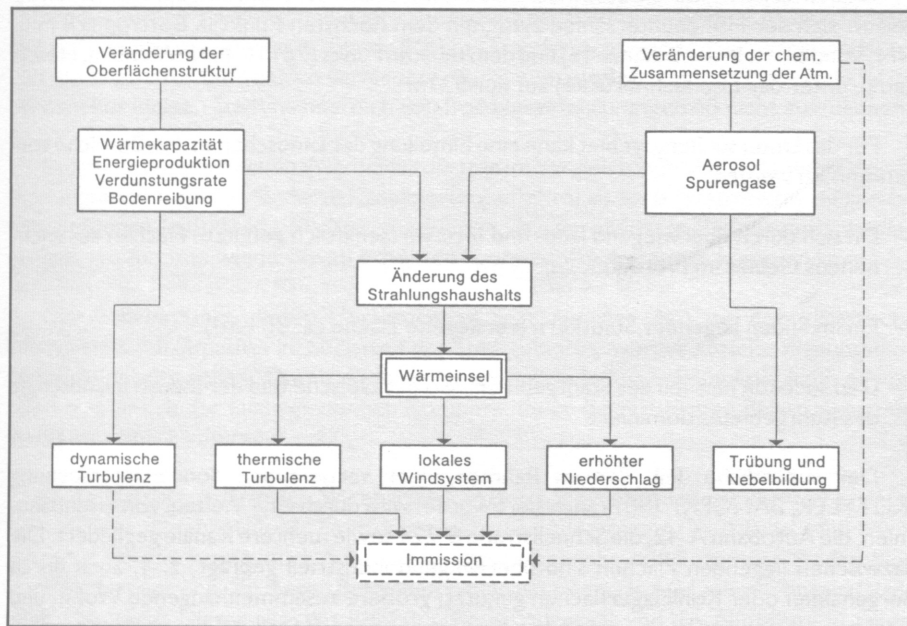


Abb. 1:
Bestimmungsgrößen
des Stadtklimas

aus Finke (1976, S. 11)

Zu den Veränderungen durch die städtische Wärmeinsel zählen ferner eine Verlängerung der Vegetationsperiode innerstädtischer Pflanzen, eine Verschiebung der phänologischen Phasen und das Auftreten wärmeliebender Pflanzenarten.



Nach Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile einer städtischen Wärmeinsel stellt sich die Frage, ob Aktivitäten hinsichtlich temperaturmindernder Maßnahmen in unseren Städten nötig sind. Die Beantwortung dieser Frage erscheint umso schwieriger, da in Siedlungsbereichen der mittleren Breiten ein bioklimatischer „Hitzestreib“ im langjährigen Mittel nur an wenigen Tagen im Jahr auftritt. Hierbei sollten jedoch auf jeden Fall die immer wieder auftretenden bioklimatischen „Spitzenbelastungen“ in Städten berücksichtigt werden, da durch diese Ereignisse nicht nur unangenehme, sondern für die Gesundheit vieler Personen schädliche Situationen entstehen können. Schon allein aus diesem Grund sind klimaverbessernde Maßnahmen in Bebauungsräumen unerlässlich. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der lufthygienischen Belastungen in Städten kommt den klimaverbessernden Aktivitäten eine weitere erhebliche Bedeutung zu, da im positiven Sinne klimamodifizierende Veränderungen gleichzeitig auch immissionsmindernde Auswirkungen zeigen können.

3. Beschreibung des Bottroper Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt am nördlichen Rand des mittleren Ruhrgebiets. Die Stadtfläche ist großräumig diesem stark industriell geprägten Raum am Südrand der Westfälischen Tieflandsbucht zuzuordnen und gehört zur Emscherzone. Weiter südlich schließt sich die Hellwegzone an; im Westen grenzt das Untersuchungsgebiet an das Rheinische Tiefland (DEGE, DEGE 1983). Während das Stadtgebiet im Norden dünnbesiedelte Flächen aufweist, schließen sich im Westen, Osten und Süden die dichtbesiedelten Bereiche der Städte Oberhausen, Gladbeck und Essen an.

Charakteristisch für die Stadtfläche ist das nur relativ schwach ausgeprägte Relief. So beläuft sich der Höhenunterschied zwischen dem höchsten Punkt in Bottrop (78 m ü. NN; Vonderort, In der Schanze 13) und dem tiefsten Punkt (26 m ü. NN; Welheim, Haverkamp, unter der Eisenbahnbrücke) auf nur 52 m.

Für das Untersuchungsgebiet kann eine Einteilung der Landschaft in drei Bereiche vorgenommen werden:

- Ein sich durch überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen auszeichnendes Gebiet im Norden
- Ein im Süden liegender Stadtkern (versiegelte Fläche ca. 30 km²)
- Den südöstlichen Teil des Stadtgebietes, wo das typische Bild der Industrielandschaft des Ruhrgebietes dominiert.

Der südöstliche Teil, der im Rahmen einer vertiefenden Sonderuntersuchung (KUTTLER, BANGERT 1987) analysiert wurde, wird durch eine Vielzahl von Eisenbahnlinien, die Autobahn A 42, die Schnellstraße B 224 sowie mehrere Kanäle gegliedert. Die dazwischen liegenden Flächen sind überwiegend industriell geprägt, z. T. auch durch Bergehalden oder Kohlelagerflächen genutzt; größere zusammenhängende Wohn- und Siedlungsgebiete sind kaum vorhanden. Eine herausragende Stellung nimmt der Komplex Prosper mit Zentralkokerei, Zeche und Kohleverflüssigungsanlage ein. Zu erwähnen sind ferner ein Klärwerk (Emscherkläranlage) sowie ein chemisches Werk. Dieser Bereich des Untersuchungsgebietes ist aufgrund seiner Lage in der Emscherniederung speziellen kleinklimatischen Modifikationen unterworfen. Daraus resultiert z. B. insbesondere ein gehäuftes Auftreten von bodennahen Inversionen, was sowohl horizontale als auch vertikale Austauschprobleme zur Folge haben kann.

Bottrop gehört hinsichtlich der klimatischen Einteilung dem Bezirk Münsterland an, der Teil des Norddeutschen Klimabereiches ist. Der Bezirk Münsterland ist als Übergangsgebiet zwischen maritim und kontinental geprägtem Klima zu betrachten (KLIMAATLAS NORDRHEIN-WESTFALEN 1960). Damit zählt das Untersuchungsgebiet, auf 51° 30' nördlicher Breite gelegen, im langjährigen Mittel großklimatisch zum Bereich der Westwindzone, die durch häufig unbeständige Witterung mit feuchten, milden und schnee-armen Wintern sowie mäßig warmen und relativ niederschlagsreichen Sommern gekennzeichnet ist.

Bottrop wies 1987 auf 100 km² Fläche eine Einwohnerzahl von 114.640 Personen auf. Das entspricht einer mittleren Einwohnerdichte von 1.140 Bewohnern/km². Damit zählt Bottrop zu den Großstädten (KVR 1987). Die Bebauungsstruktur ist insgesamt jedoch eher kleinteilig und — abgesehen vom Stadtkern und einigen großflächigen Industriearealen — geprägt durch niedriggeschossige Wohnsiedlungsbereiche gartenstädtischer Werks- und Zechensiedlungen sowie aufgelockerten Nachkriegswohnungsbau mit relativ hohem Freiflächenanteil.

Da das Untersuchungsgebiet eine nur schwach reliefierte Oberflächengestalt aufweist, sind markante orographisch bedingte Temperaturunterschiede nicht zu erwarten. Dagegen wird sich der anthropogene Einfluß an verschiedenen Standorten bemerkbar machen. So ist in der Innenstadt und am Stadtrand mit erhöhten Temperaturen und verminderter relativer Luftfeuchtigkeit zu rechnen. Ebenfalls erhöhte Lufttemperaturen sind in der Welheimer Mark wegen der Abluftemissionen der benachbarten Industrieanlagen möglich, doch kann dort der Freilandcharakter des Standortes diesen Einfluß überprägen. Zudem könnte sich in diesem Bereich die geringere Höhenlage ü. NN temperaturmindernd auswirken. Bei nordwestlichen Winden werden sich u. U., bedingt durch die Wasserdampfabgabe der Zentralkokerei Prosper, die relative Luftfeuchtigkeit sowie die Lufttemperatur in diesem Areal kleinräumig erhöhen.

Verminderte Lufttemperaturen dürften dagegen in den im Umland des Stadtkörpers gelegenen Räumen in der Kirchheller Heide und am Donnerberg auftreten (natürliche Oberflächen, Transpirationskühlung der Vegetation, raschere Ausstrahlung wegen fehlender Horizontüberhöhung). Der Stadtpark ist aufgrund seiner Mischvegetationsstruktur ein guter Kaltluftproduzent mit tagsüber geringen Temperaturen wegen der Beschattung durch Bäume sowie einer hohen Verdunstung, nachts kühlend durch die Kaltluftproduktion der Rasenflächen. Das Kronendach der Bäume verhindert Ausstrahlungs- und Austauschprozesse, was in diesem Fall eine Durchmischung der überwiegend kühlen Luft mit wärmeren Luftmassen verhindert. Von einem großräumigen Wärmearchipel ist bei dem nur kleinen Stadtkernbereich von Bottrop erfahrungsgemäß nicht auszugehen.

Bezüglich des städtischen Windfeldes dürften im Vergleich zum Umland sowohl Windrichtungsänderungen (z. B. durch Kanalisierungseffekte) als auch Windgeschwindigkeitsreduzierungen auftreten. Daraus resultieren i.a. verminderte Luftaustauschbedingungen, wodurch es wiederum zu erhöhten Spurenstoffbelastungen kommen kann.

Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt auf der Analyse der klimatisch-lufthygienischen Situation im Südosten des Stadtgebietes, woraus gezielte Planungshinweise resultieren sollen. Durch die hier angesiedelten Industriekomplexe kann es vor allem hinsichtlich der lufthygienischen Komponente zu beträchtlichen Belastungen der Stadtatmosphäre kommen.

Schließlich ist auf die in den Nachbarstädten Bottrops vorhandenen Industriebetriebe hinzuweisen, die ebenfalls als Emittenten in Erscheinung treten, so daß, je nach herrschender Windrichtung, auch Schadstoffe dieser Betriebe auf Bottroper Stadtgebiet transmittiert werden. Zu diesen Betrieben zählen die Flachglas AG Delog-Detag in Gladbeck, die VEBA Glaswerke, das RWE-Müllheiz-Kraftwerk und die Alu-Hütte in Essen sowie die Zeche und Kokerei Osterfeld in Oberhausen.

4. Meßwerterfassung und Stationscharakteristika

Zur Registrierung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit im Bottroper Stadtgebiet wurden an insgesamt 13 Stationen mit Thermohygrographen sowie Minimum- und Maximumthermometern kontinuierliche Messungen durchgeführt.

Zur Aufzeichnung des Windvektors (Windgeschwindigkeit/Windrichtung) dienten zwei mechanische Windmesser (Woelfle). Fallweise wurden Ergebnisse einer im Stadtteil Welheim installierten TEMES-Station der Landesanstalt für Immissionsschutz (LIS), Essen, sowie Werte der Windmeßstation der Emscherkläranlage (Emschergenossenschaft) hinzugezogen.

Die Registrierung und Digitalisierung aller Klimatelemente erfolgte auf Stundenbasis.

Zur Erfassung und anschließenden flächenhaften Darstellung der Lufttemperaturverhältnisse des Bottroper Raumes dienten mobile Messungen, wobei bis zu 380 Einzelmesspunkte pro Fahrt Berücksichtigung fanden. Da eine Meßfahrt zunächst keine Momentaufnahme des gesamten Untersuchungsraumes, sondern des jeweils angefahrenen Meßpunktes liefert, ist eine entsprechende Zeitkorrektur erforderlich. Aus den bei den Meßfahrten erfaßten Datenkollektiven der Lufttemperatur wurden chronologisch korrigierte Isanomalienkarten gefertigt bzw. die Ergebnisse flossen zeitkorrigiert in eine synthetische Klimafunktionskarte ein.

Die Bewertung der klimaökologischen Wirkungen von Freiflächen wurde mit Hilfe eines computergestützten Modells vorgenommen. Dieses Programm arbeitet mit einfach zu erhebenden Kenndaten (z. B. Größe, Relief, Nutzung und Versiegelungsgrad) und ermöglicht die schnelle Klassifizierung einer Fläche (GRÄFE, im Druck).

Die durch Kartenauswertung und Geländekartierung gewonnenen Daten werden in das Programm eingegeben und durchlaufen dann ein System selbständiger Bewertungsbausteine. Durch logische Verknüpfung der einzelnen Klimaindikatoren werden Aussagen über das zu erwartende klimaökologische Verhalten der Fläche gewonnen.

Über die Klimauntersuchungen hinaus wird ein Überblick der in der bodennahen Industriatmosphäre auftretenden SO_2 -, NO - und NO_2 -Immissionskonzentrationen mit Hilfe der in Welheim liegenden TEMES-Station der Landesanstalt für Immissionsschutz gegeben.

Da nur eine TEMES-Station im Untersuchungsgebiet zur Verfügung steht, wurde ein zusätzliches, aus zehn SAM-Stationen (SAM = Surface Active Monitoring) bestehendes Meßnetz installiert. Für die Dauer eines halben Jahres erfolgte hierdurch die Erfassung der kleinräumigen Schwefel-Immissionsratenstruktur.

Weiterhin wurde die lufthygienische Situation speziell des südöstlichen Teils Bottrops mit Hilfe des KVR-Meßbusses punktuell an ausgesuchten Tagen untersucht.

Bei der Festlegung der Meßpunkte wurden die Kriterien Topographie, Flächennutzung und Windrichtung hinsichtlich ihrer Repräsentanz für größere Flächen berücksichtigt.

Insgesamt erfolgten fünf SO_2 - und vier NO_x -Meßfahrten, wobei sich die Meßroute an in Windrichtung ausgerichteten Profillinien orientierte. Während der Aufnahme der raum-zeitlichen Spurenstoffkonzentrationsprofile konnten an den einzelnen Haltepunkten gleichzeitig die wichtigsten meteorologischen Parameter bestimmt werden.

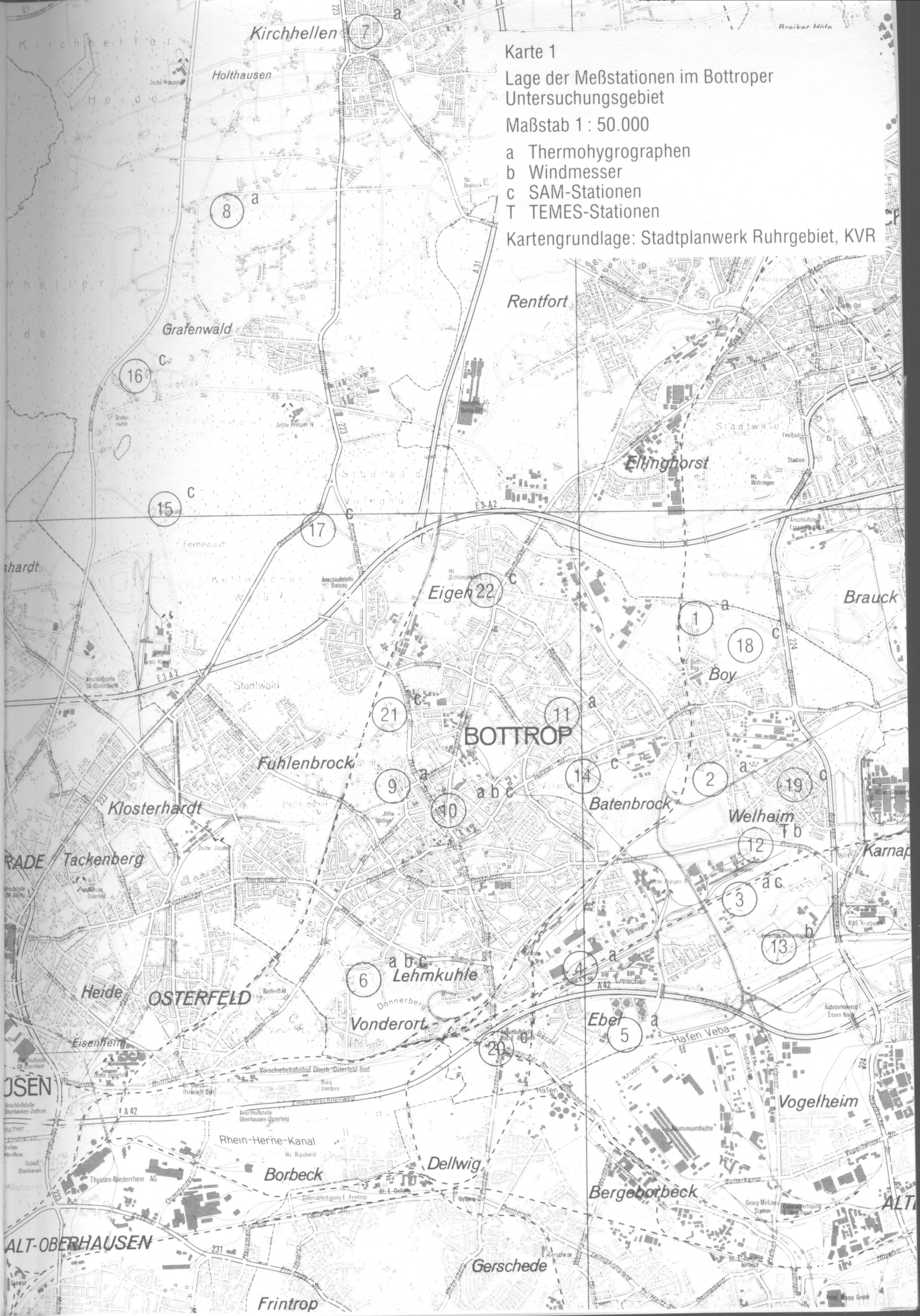
Karte 1

Lage der Meßstationen im Bottroper Untersuchungsgebiet

Maßstab 1 : 50.000

- a Thermohygrographen
- b Windmesser
- c SAM-Stationen
- T TEMES-Stationen

Kartengrundlage: Stadtplanwerk Ruhrgebiet, KVR



Die Schichtungsverhältnisse der bodennahen Atmosphäre Bottrops während ausgesuchter Wetterlagen wurden durch Vertikalsondierungen mit Fesselballonaufstiegen untersucht. Dabei registrierte die Meßsonde Luftdruck, trockene und feuchte Temperatur sowie Windrichtung und -geschwindigkeit bis in eine Höhe von ca. 250 m ü. Gr.

Tabelle 1: Lage der Meßstationen im Bottroper Untersuchungsgebiet

Nr.	Name	Meßparameter	Höhe ü. NN (in m)	Umgebung	Meßzeitraum
1	Boyetal	T, rF	41	Freilandlage mit anschließendem Feuchtgebiet	November 1986 — März 1987
2	Johannestal	T, rF	43	Siedlungsrandlage mit Freilandanschluß	November 1986 — März 1987
3	Welheimer Mark	T, rF SAM	37	Freilandlage mit umliegender Industrie (Emscherniederung)	November 1986 — März 1987 Mai 1987 — April 1988
4	An der Knippenburg	T, rF	38	Waldstandort	November 1986 — März 1987
5	Ebel	T, rF	37	Siedlungsrandlage mit angrenzender Industriebrache	November 1986 — März 1987
6	Donnerberg	T, rF, Wv, Wr (18 m ü. Gr.) SAM	71	exponierte Kuppenlage	November 1986 — März 1987 Mai 1987 — April 1988 Dezember 1987 — Juni 1988
7	Kirchhellen-Mitte	T, rF	59	ländlicher Siedlungsschwerpunkt	Mai 1987 — April 1988
8	Kirchheller Heide	T, rF	68	Freilandlage (unbeeinflußt)	Mai 1987 — April 1988
9	Stadtpark	T, rF	52	Parkstandort in Stadtrandlage	Mai 1987 — April 1988
10	Innenstadt	T, rF, Wv, Wr (17 m ü. Gr.) SAM	63	Innenstadtlage	Mai 1987 — April 1988 Dezember 1987 — Juni 1988
11	Scharnholzstraße	T, rF	56	Vorortlage	Mai 1987 — April 1988
12	TEMES (LIS)	Wv, Wr (22 m ü. Gr.)	40	Siedlungsrandlage	Mai 1986 — März 1987
13	Emscherkläranlage	Wv, Wr (20 m ü. Gr.)	36	Industriestandort	Mai 1986 — März 1987
14	Bergehalde (Beckstraße)	SAM	110	Haldenstandort (exponierte Kuppenlage)	November 1986 — März 1987
15	Gut Fernewald	SAM	65	Freilandlage (Waldrandlage)	Dezember 1987 — Juni 1988
16	Feuerwachturm	SAM	69	Freilandlage (Waldrandlage, Nähe Alter Postweg)	Dezember 1987 — Juni 1988
17	Köllnischer Wald	SAM	54	Waldstandort	Dezember 1987 — Juni 1988
18	Boy (Weusterstraße)	SAM	40	Gartenstandort	Dezember 1987 — Juni 1988
19	Welheim	SAM	40	Industriestandort	Dezember 1987 — Juni 1988
20	Ebel	SAM	35	Verkehrsstandort	Dezember 1987 — Juni 1988
21	Marienhospital	SAM	48	Stadtrandlage	Dezember 1987 — Juni 1988
22	Eigen (AWO-Altenheim)	SAM	48	Vorortlage (Subzentrum)	Dezember 1987 — Juni 1988

T = Lufttemperatur, rF = rel. Luftfeuchtigkeit
SAM = Surface Active Monitoring
Wv = Windgeschwindigkeit, Wr = Windrichtung

Die einzelnen für die Untersuchung benötigten Standorte der kontinuierlich registrierenden Stationen wurden nach folgenden Lagekriterien ausgesucht:

Stadtzentrum, Subzentrum, Stadtrand, Siedlungsrandlage, ländlicher Siedlungsschwerpunkt, Freilandstandort mit umliegender Industrie, Freilandstandort mit umgebendem Feuchtgebiet, unbeeinflusster Freilandstandort, exponierte Kuppenlage, innerstädtische Grünzone/Parklandschaft, Waldstandort, Haldenstandort.

Tabelle I faßt in Form eines kurzen Überblicks die jeweiligen Stationscharakteristika mit den entsprechenden Meßzeiträumen zusammen.

Karte I ist die Lage der einzelnen Stationsstandorte zu entnehmen.

5. Die klimatisch-luft-hygienische Situation in Bottrop

5.1 Lufttemperatur

Die thermische Situation Bottrops stellt sich nach den Ergebnissen des stationären Meßnetzes innerhalb des Meßzeitraums Mai 1987 bis April 1988 wie folgt dar:

Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades sowie eines sehr geringen Vegetationsanteiles innerhalb des Stadtkerns konnte ganzjährig im Innenstadtbereich (Station 10) eine gegenüber den anderen Klimatopen deutliche Überwärmung nachgewiesen werden. Eine schon merklich schwächere Temperaturerhöhung im Vergleich zum Umland wiesen der ländliche Siedlungsschwerpunkt Kirchhellen (Station 7) sowie der Standort in Stadtrandlage in Bottrop-Batenbrock (Station 11) auf. Die in diesen Bereichen vorherrschende aufgelockerte Bebauung und der erhöhte Vegetationsanteil wirken sich aus stadtklimatischer Sicht positiv auf das Temperaturverhalten dieser Areale aus. Die Freilandklimatope in der Kirchheller Heide (Station 8) und in der Welheimer Mark (Station 3) zeichneten sich jeweils durch noch geringere Werte der Lufttemperatur aus. Besondere Merkmale hinsichtlich stadtklimatischer Auswirkungen zeigten der Meßpunkt in unmittelbarer Nähe des Stadtparks (Station 9) und der durch eine exponierter Kuppenlage charakterisierte Standort auf dem Donnerberg in Bottrop-Vonderort (Station 6). Beide Areale wiesen die niedrigsten Jahresdurchschnittstemperaturen auf, lagen jedoch in bezug auf einige Schwellenwerte, z. B. Anzahlen der Frosttage (= Ft) und der Grillpartytage (= Gpt), über denen der Freilandstationen.

Anhand der Frosttage (Abb. 2) zeigt sich die thermische Struktur des Untersuchungsgebietes für die kalte Jahreszeit. Indirekt können hierdurch auch Rückschlüsse auf den potentiellen Heizenergiebedarf in den einzelnen Klimatopen gezogen werden. Dabei kommt der meistens nicht beachtete positive Einfluß der städtischen Wärmeinsel zum Ausdruck.

Während der Innenstadtbereich lediglich 22 Frosttage aufwies, wurden im kühlen Parkareal 56 solcher Tage registriert. Auch die Differenz zwischen dem Innenstadtbereich und dem Freilandklimatop in der Kirchheller Heide ist beträchtlich. Die relativ geringe Anzahl der Frosttage (33 Ft) des Donnerbergs in Bottrop-Vonderort ist auf die exponierte Lage des Deponiestandes zurückzuführen. Dieses Gebiet ragt bei den gehäuft in der kalten Jahreszeit auftretenden Bodeninversionen in bereits wärmere Luftschichten hinein.

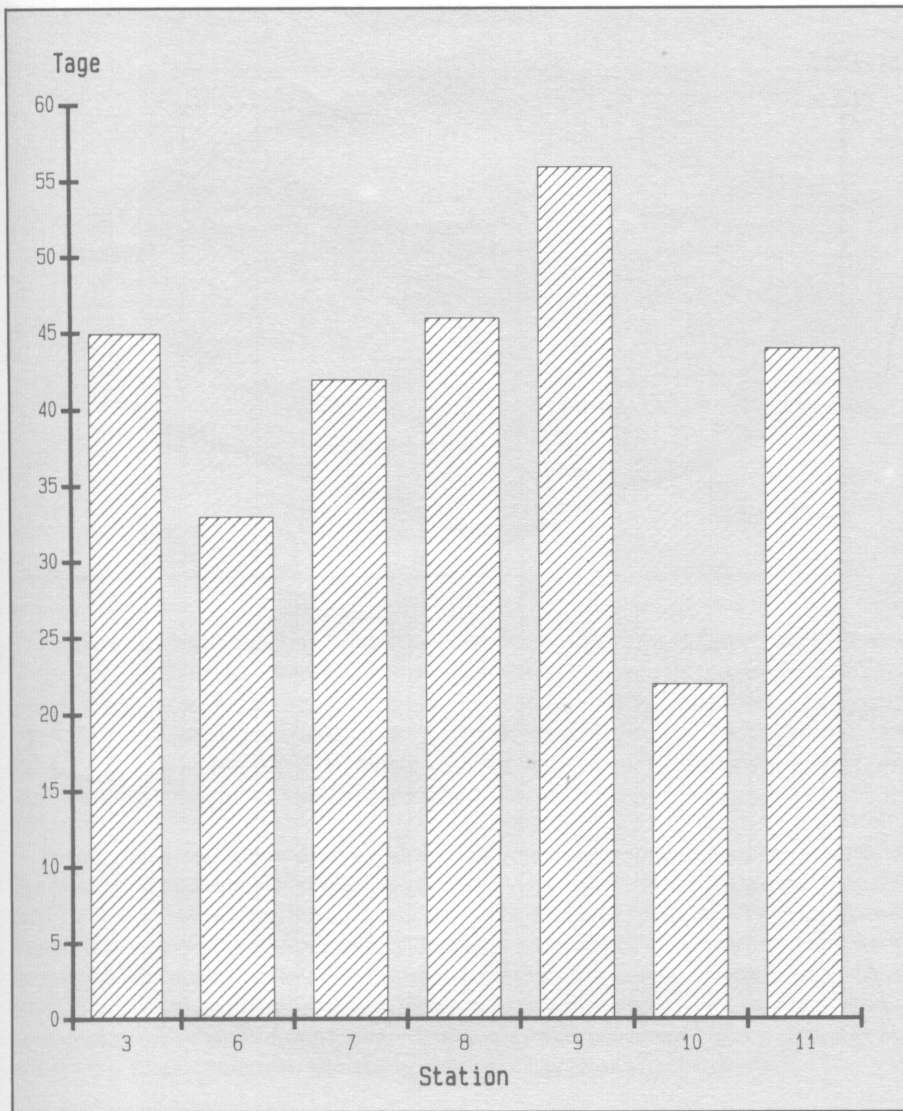


Abb. 2:
Frosttage
 ($t_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$) ausge-
 wählter Stationen im
 Bottroper Unter-
 suchungsgebiet
 Meßzeitraum 5/1987
 bis 4/1988

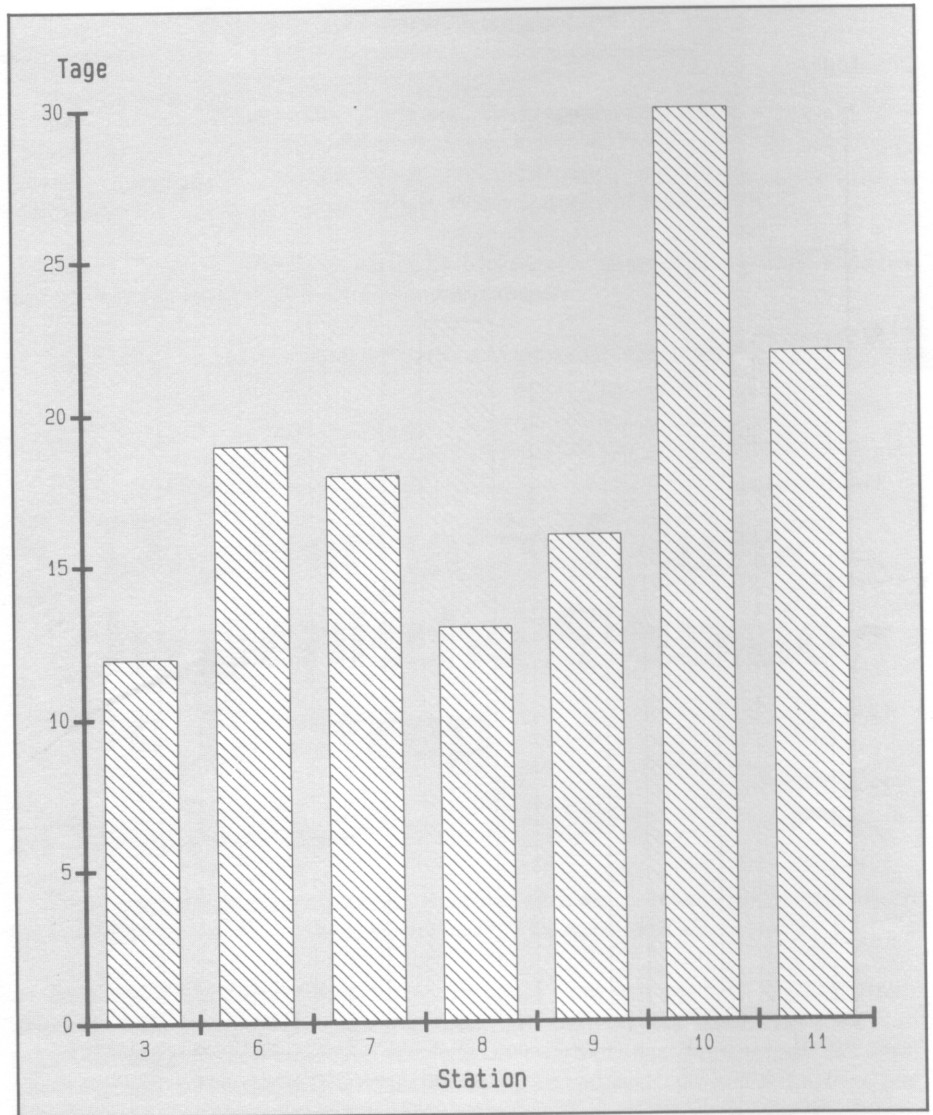
Für die warme Jahreszeit ist das thermische Milieu Bottrops durch die jährliche Häufigkeit der Grillpartytage (Abb. 3) dargestellt.

Deutlich treten die Differenzen zwischen dem Stadtkern mit 30 Gpt und den Freilandbereichen mit 12 bzw. 13 Gpt hervor. Aber auch innerstädtische Unterschiede werden sichtbar (z. B. Innenstadtbereich [30 Gpt] und Stadtrandlage [22 Gpt]).

Die stündlichen Lufttemperaturverhältnisse im Jahresverlauf werden beispielhaft in Form von dreidimensionalen Temperaturdiagrammen als mittlere stündliche Temperaturdifferenzen für die Stationspaare Stadt — Freiland, Stadt — Park sowie Stadt — Stadtrandlage dargestellt. Dabei kommt jeweils ein ausgeprägter Tages- und Jahresgang zum Ausdruck.

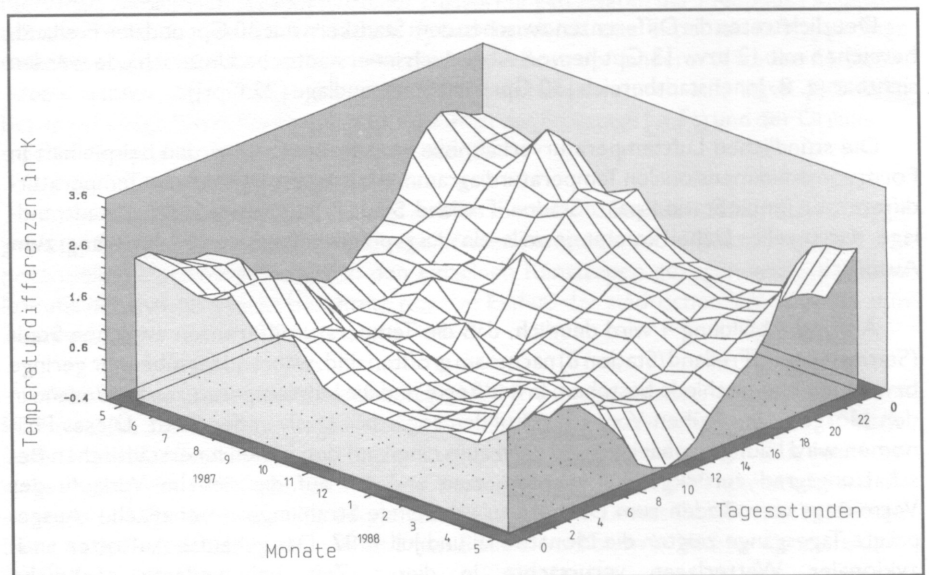
Anhand Abbildung 4 wird deutlich, daß die Temperaturdifferenzen zwischen Stadt (Station 10) und Freiland (Station 8) nachts am größten sind, während tagsüber nur geringe bzw. keine Unterschiede bestehen. In der Regel sind die Lufttemperaturen im Umland in den Morgen- und frühen Vormittagsstunden sogar höher als in der Stadt. Dieses Phänomen wird häufig beobachtet und kann zum einen auf den hohen innerstädtischen Beschattungsgrad zurückgeführt werden, zum anderen auf die sich im Verlaufe des Vormittags vom Boden zum Dachniveau erhebende Strahlungsreferenzfläche. Ausgeprägte Tagesgänge zeigten die Monate Mai und Juli 1987. Das gehäufte Auftreten antizyklonaler Wetterlagen verursachte in dieser Zeit unbehinderte nächtliche

Abb. 3:
Grillpartytage (21 Uhr
MOZ $t \geq 20^\circ\text{C}$) ausge-
wählter Stationen im
Bottroper Unter-
suchungsgebiet
Meßzeitraum 5/1987
bis 4/1988



Ausstrahlungen. Die dadurch bedingte negative Strahlungsbilanz tritt im Umland wesentlich stärker in Erscheinung als im Stadtbereich, worauf der Wärmeineffekt primär zurückzuführen ist.

Abb. 4:
Mittlere stündliche
Temperaturdiffe-
renzen der Klimatope
Stadt (Station 10) und
Freiland (Station 8) im
Bottroper Unter-
suchungsgebiet
Meßzeitraum 5/1987
bis 4/1988



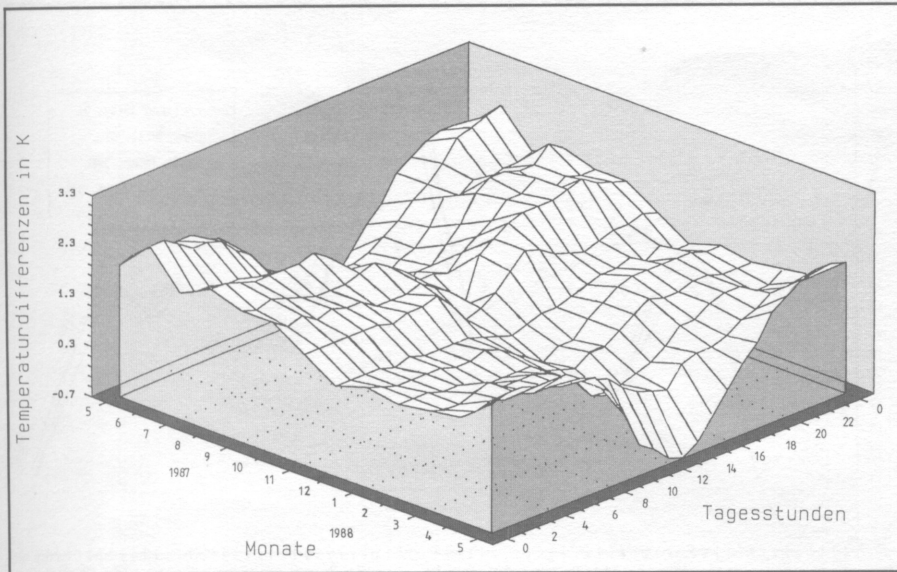


Abb. 5:
Mittlere stündliche
Temperaturdiffe-
renzen der Klimatope
Stadt (Station 10) und
Park (Station 8) im
Bottroper Unter-
suchungsgebiet
Meßzeitraum 5/1987
bis 4/1988

Ein Vergleich mit Abbildung 5 (Stadt — Park [Station 9]) zeigt, daß auch das Parkareal gegenüber dem Innenstadtbereich nachts wesentlich kühler war. Im Gegensatz zum Umland erscheinen die Temperaturdifferenzen im zeitlichen Verlauf jedoch ausgeglichener. Das ist in der Vegetationsstruktur des Parkareals (Mischvegetation im Gegensatz zum freien Feld) begründet, die eine relativ schnelle Temperaturänderung verhindert und somit ein ausgeglicheneres kühles Klima schafft.

Ein Vergleich des Temperaturverhaltens des Innenstadtbereiches und der Stadtrandlage (Station 11) zeigt ebenfalls typische, allerdings in geringerer Intensität auftretende Unterschiede auf (Abb. 6). So sind auch hier ein Tages- und Jahresgang zu erkennen. Ebenso ist am frühen Vormittag eine gegenüber dem Stadtkern schnellere Erwärmung der Stadtrandlage zu beobachten, da auch hier ein geringerer Beschattungsgrad vorherrscht. Ländliches Klima kann natürlich nicht in Innenstadtbereiche transferiert werden. Dieses Beispiel zeigt jedoch, wie durch lockere Bebauung sowie erhöhten Vegetationsanteil anthropogene Überformungen klimagerechter gestaltet werden können.

Der eigentliche „Stadtklimaeffekt“ mit Ausbildung einer städtischen Wärmeinsel tritt bekanntlich am ausgeprägtesten bei autochthonen Wetterlagen auf, woraus eine intensivierte Ausbildung standortbezogener Mikroklimata resultiert. Dies kann in der warmen Jahreszeit innerhalb entsprechender Bereiche eines urbanen Komplexes zu erheblichen bioklimatischen Benachteiligungen der dort lebenden Bevölkerung führen.

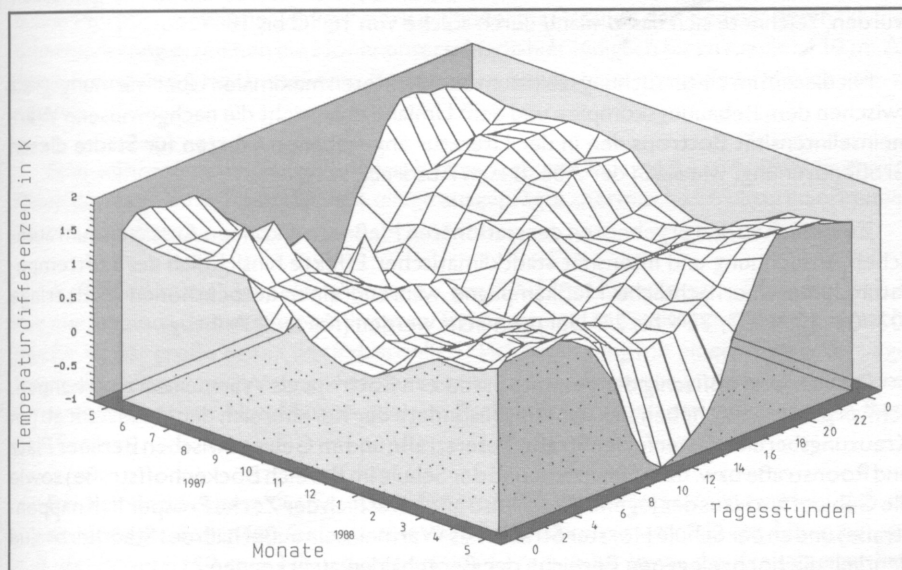


Abb. 6:
Mittlere stündliche
Temperaturdiffe-
renzen der Klimatope
Stadt (Station 10) und
Stadtrand (Station 11)
im Bottroper Unter-
suchungsgebiet
Meßzeitraum 5/1987
bis 4/1988

Abb. 7:
Tagesgang der Luft-
temperatur ausge-
wählter Stationen im
Bottroper Unters-
suchungsgebiet während
einer autochthonen
Wetterlage 16. 9. 1987
bis 18. 9. 1987

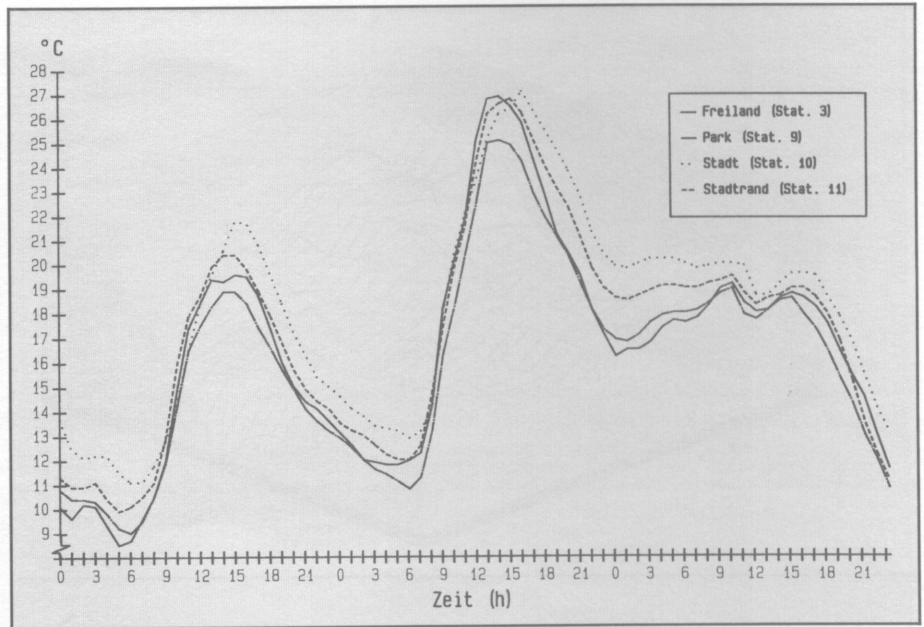


Abbildung 7 zeigt exemplarisch die mikro- bzw. mesoklimatischen Temperaturdifferenzen einzelner Klimatope im Untersuchungsgebiet während einer autochthonen Wetterlage.

Dargestellt sind die Lufttemperaturwerte des Innenstadtbereichs (Station 10), des Stadtrandbereichs (Station 11), des Parkareals (Station 9) sowie eines Freilandstandortes (Station 3).

Anhand der Abbildung werden die sehr unterschiedlichen Aufwärmungs-, insbesondere jedoch die verschiedenen Abkühlungsraten zwischen den einzelnen Klimatopen deutlich. Während an typischen Strahlungstagen (wolkenloser Himmel, geringe Windgeschwindigkeiten) nach Sonnenaufgang die Lufttemperatur im Umland schneller ansteigt als im urbanen Siedlungsbereich, ist nach Sonnenuntergang ein umgekehrtes Temperaturverhalten zu beobachten. Die Lufttemperatur des Freilandes fällt im Vergleich zum Stadtbereich — aber auch gegenüber dem Stadtrandbereich — wesentlich schneller ab. Daraus resultieren für anthropogen überformte Areale niedrigere Tagesamplituden der Lufttemperatur. Die durch die höhere Wärmespeicherfähigkeit der städtischen Baumaterialien bedingte, niedrigere Abkühlungsrate bewirkt eine zusätzliche Wärmebelastung der Stadtbevölkerung in den Abend- und Nachtstunden. Während z. B. in der Nacht vom 17. 09. 1987 auf den 18. 09. 1987 im Innenstadtbereich Werte um 20 °C gemessen wurden, zeichnete sich das Umland durch solche von 16 °C bis 18 °C aus.

Mit diesem im Untersuchungszeitraum beobachteten maximalen Überwärmungsgrad zwischen dem Bebauungskomplex und dem Umland entspricht die nachgewiesene Wärmeinselintensität Bottrops den in der Literatur angegebenen Werten für Städte dieser Größenordnung, wie sie in der Abb. 8 zum Ausdruck kommen.

Zusätzlich zu den Ergebnissen des stationären Meßnetzes können Aussagen zur räumlichen Ausdehnung und Intensität stadtklimatischer Effekte hinsichtlich der Lufttemperatur durch eine nächtliche Meßkampagne während einer autochthonen Wetterlage (03./04. 10. 1987; 22⁰⁰ bis 2⁰⁸ Uhr) gemacht werden (Karte 2, Anhang).

Danach ist großflächig der gesamte Stadtkern Bottrops als Wärmeinsel zu erkennen. Schwerpunktmäßig heben sich dabei insbesondere der Kernbereich der Innenstadt ab (im Kreuzungsbereich Osterfelder Straße/Peterstraße und im Gebiet zwischen Berliner Platz und Roonstraße bzw. dem Finanzamt und der Schule im Bereich Böckenhoffstraße) sowie die Gebiete am Haus der Jugend (Prosperstraße), westlich der Zeche Prosper II (Knappenstraße) und an der Schule Horster Straße. Als Wärmeinseln außerhalb des Stadtkerns sind deutlich die hochgelegenen Bereiche der Bergeholden zu erkennen.

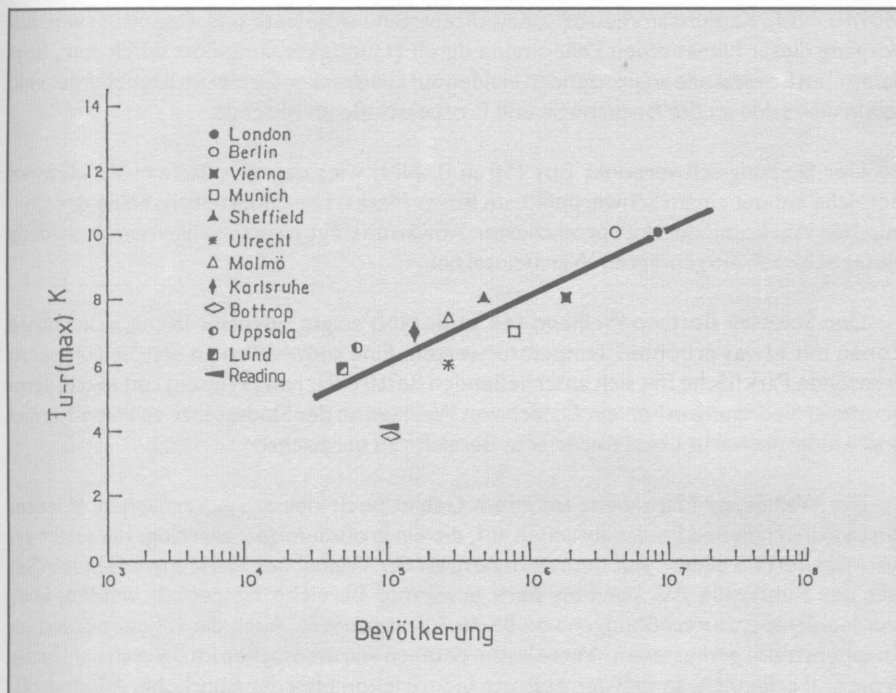


Abb. 8:
Maximale Temperaturdifferenzen (in K) zwischen Stadt und Freiland ausgesuchter europäischer Städte (u = Stadt, r = Freiland)

aus OKE (1973, S. 777, verändert)

Erheblich kühler als das Stadtgebiet erscheinen dagegen die äußeren Siedlungsbe-
reiche wie z. B. die Wohngebiete von Fuhlenbrock, Grafenwald oder im Bereich der Wel-
heimer Mark. In Kirchhellen dagegen ist wiederum an der Kernzone (Kirchplatz, Haupt-
und Burgstraße) eine leichte Überwärmung zu erkennen. Auch die übrigen Bereiche
dieses ländlichen Siedlungsschwerpunktes zeichneten sich gegenüber dem Umland durch
etwas höhere Temperaturen aus.

Die Freilandflächen erscheinen im Gegensatz zum bebauten Stadtgebiet sehr unein-
heitlich temperiert. Punktuell, wie im Bereich Langweg oder Lehmschlenke, treten leicht
wärmere Gebiete auf, während sich das Areal um die Beisenstraße als relativ kühl erweist.
Diese Differenzen lassen sich sowohl mit kleinräumigen Unterschieden in der Topo-
graphie (z. B. Kaltluftansammlungen im Senkenbereich zwischen den Ortsteilen Ekel und
Feldhausen) als auch durch Veränderungen der Vegetationsstruktur erklären.

Einheitlich kühlere Flächen konnten in Waldgebieten gemessen werden.

Der südöstliche Teil des Untersuchungsgebietes stellt aufgrund seiner relativ einheit-
lichen Morphographie ein weniger stark gegliedertes Gelände dar. Bedingt durch die Em-
scherniederung erreichen die Höhenunterschiede hier lediglich bis zu maximal 10 m. Als
Ausnahmen sind jedoch mehrere Berggehalden sowie eine ehemalige Mülldeponie zu
nennen.

Eine während einer antizyklonalen Wetterlage am 23. und 24. 04. 1987 in diesem
Raum durchgeführte Meßfahrt läßt einige ausgeprägte thermische Strukturen erkennen
(Karte 3, Anhang):

Auffallend ist auch hier eine allgemeine, großflächige Überwärmung (Wärmeinsel), in
der nur kleinere Gebiete mit niedrigeren Temperaturen in Erscheinung treten. Ursache
hierfür ist der große Anteil der industriellen Flächennutzung mit einem hohen Versiege-
lungsgrad, der nur noch wenige Freiräume zuläßt. Diese bestehen meistens aus kleineren
landwirtschaftlichen Nutzflächen, kleinen Parks mit Sportanlagen sowie einigen Rest-
waldflächen.

Bei der Betrachtung des Stadtteils Bottrop-Boy kann festgestellt werden, daß die
etwas niedriger liegenden Gebiete mit vorwiegend landwirtschaftlicher Nutzung, wie
z. B. das Boyetal (40 m ü. NN), das Nierfeld (42 m ü. NN) sowie das Kraneburger Feld

(40 m ü. NN), Kaltluftammel- bzw. Kaltluftentstehungsgebiete sind. Begünstigt wird der Vorgang dieser klimatischen Phänomene durch Staueffekte, ausgelöst durch den „Boydamm“ im Boyetal, die angrenzenden Halden auf Gladbecker Gebiet im Kraneburger Feld sowie die Halde an der Beckstraße und Prosperstraße im Nierfeld.

Der Siedlungsschwerpunkt Boy (50 m ü. NN) wies dagegen flächenhaft wärmere Bereiche auf mit einem Schwerpunkt am Boyer Markt. Die unmittelbare Nähe der Chemischen Werke mit der dort produzierten Abwärme trägt wahrscheinlich zur Ausbildung dieser schwach ausgeprägten Wärmeinsel bei.

Der Stadtteil Bottrop-Welheim (44 m ü. NN) zeigte ebenfalls flächig erkennbare Zonen mit etwas erhöhten Temperaturwerten. Eine südwestlich an den Siedlungskern grenzende Parkfläche mit sich anschließenden Restfreiflächen (Wiesen) ruft lokale Temperaturerniedrigungen hervor. Östlich von Welheim an der Stadtgrenze zu Essen-Karnap sind wiederum leicht übertemperierte Bereiche zu beobachten.

Die Welheimer Mark weist auf ihrem Gebiet noch kleinere Ackerflächen, Wiesen, Restwaldflächen und Freilandbrachen auf, die ein großräumiges, allerdings nur leicht erwärmtes Terrain bilden. Auf dem nordwestlich der Welheimer Mark angrenzenden Gebiet der Ruhrkohle AG konnten stark erwärmte Bereiche festgestellt werden. Hier wurden Temperaturerhöhungen von bis zu 7 K registriert. Auch die auf der nördlichen Knappenstraße gemessenen Werte lassen deutlich warme Flächen im Bereich der Zeche Prosper II erkennen, so daß der gesamte Industriekomplex der Ruhrkohle AG als großflächige Wärmeinsel angesehen werden kann.

Das westlich davon in der Lehmkuhle (38 m ü. NN) gelegene Gewerbegebiet zeigte dagegen nur eine leichte Temperaturzunahme mit eingeschalteten kleinen „Kälteinseln“. Eine Restwaldfläche, kleinere Wiesengebiete sowie Betriebe mit großen Hallen und vermutlich geringer Abwärmeerzeugung sind hierfür als Grund zu nennen.

Der Stadtteil Ebel (36 m ü. NN) wies ebenfalls Flächen mit erhöhten Temperaturwerten auf, jedoch mit gering erwärmten Arealen in seinem nördlichen Siedlungsrandbereich, wo eine Industriebrache für Abkühlung sorgt.

Auch das großflächige Areal, das sich von der südlichen Lehmkuhle bis nach Vonderort hineinzieht, weist Temperaturerhöhungen auf. Innerhalb dieser Fläche zeichnen sich wiederum relativ große Kaltluftgebiete ab mit geringen Lufttemperaturen um den Brahmkamp (40 m ü. NN) und am südlichen Donnerberg. Die an den Hängen (40 bis 70 m ü. NN) des Donnerbergs entstehende Kaltluft wird im unteren Bereich (ca. 40 m ü. NN) durch Bahndämme des südlich angrenzenden Verschiebebahnhofs festgehalten, während sich die in der südlichen Lehmkuhle zu beobachtende Kaltluft an einem Autobahndamm staut.

Der Siedlungskern in Vonderort zeigt wiederum die Ausbildung einer Wärmeinsel.

Anhand der hier exemplarisch dargestellten klimatischen Situation des südlichen Teils Bottrops ist zu erkennen, daß auch dieser Bereich — entsprechende Wetterlagen vorausgesetzt — durch anthropogene Überformungen hervorgerufene, erhebliche thermische Modifikationen aufweist.

5.2 Luftfeuchtigkeit

Nach den Werten der relativen Luftfeuchtigkeit im Meßzeitraum Mai 1987 bis April 1988 zeichneten sich die Freilandklimatope in der Kirchheller Heide (Station 8) und in der Welheimer Mark (Station 3) sowie insbesondere das Parkareal (Station 9) als „feuchte“ Standorte innerhalb des Untersuchungsgebietes aus. Als „trockene“ Klimatope stellten sich die Gebiete in Stadtrandlage (Station 11) und in dem ländlichen Siedlungsschwerpunkt Kirchhellen (Station 7), in der Innenstadt (Station 10) sowie das Areal auf dem Donnerberg (Station 6) dar. Während auf dem Donnerberg der Wind als primäre Ursache für die relative Trockenheit angesehen werden muß, sind im Innenstadtbereich, aber auch in den Vororten, vor allem der geringere Vegetationsanteil sowie der erhöhte Anteil an versiegelten Flächen als Grund zu nennen (Abb. 9).

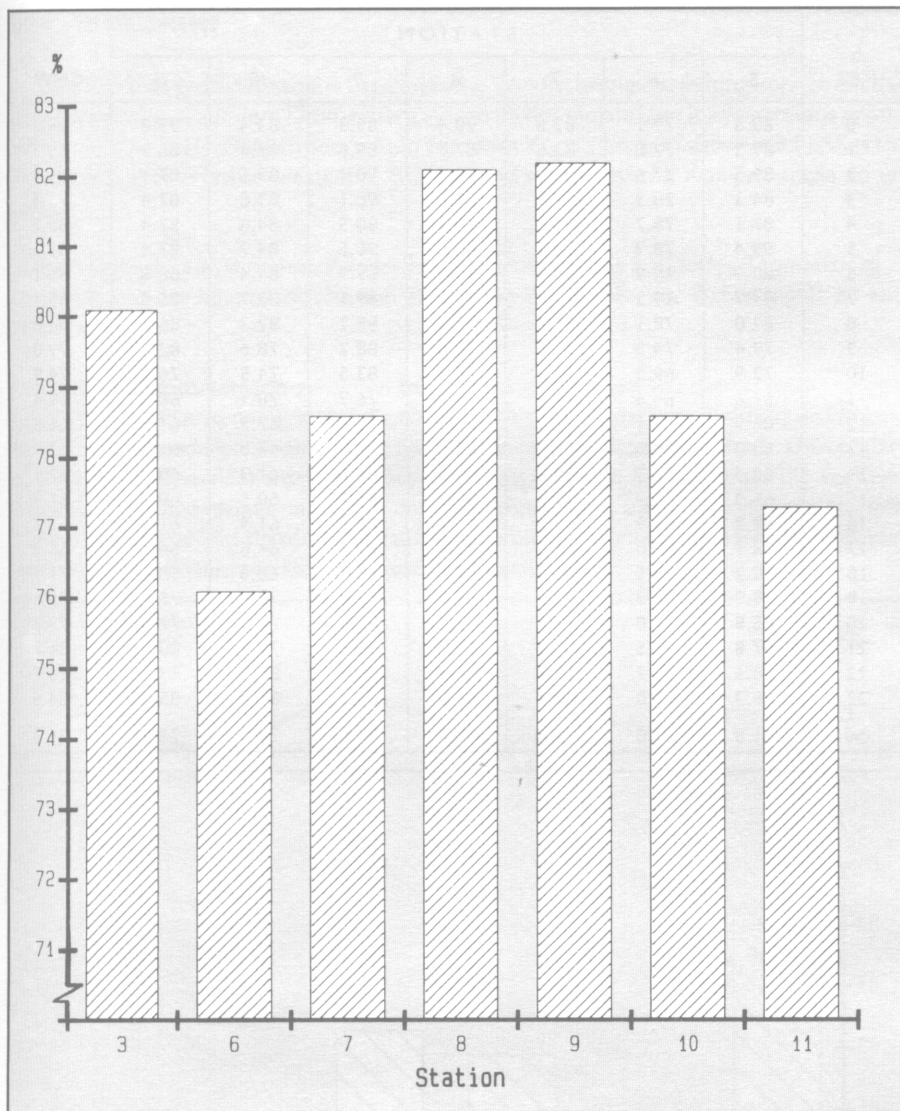


Abb. 9:
 Jahresmittelwerte der
 relativen Luftfeuchtigkeit
 ausgewählter Stationen im
 Bottroper Untersuchungsgebiet
 Meßzeitraum 5/1987
 bis 4/1988

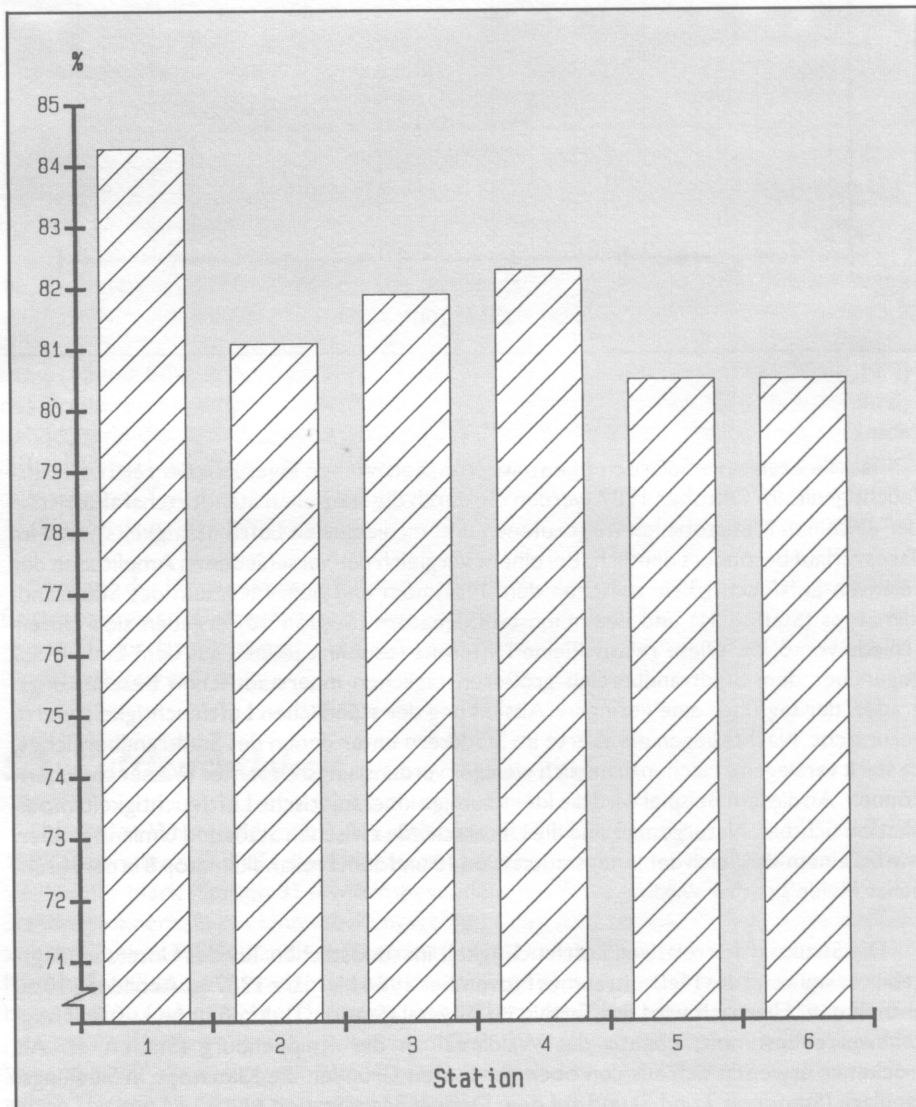
Tabelle 2 zeigt exemplarisch einen mittleren monatlichen Tagesgang der relativen Luftfeuchtigkeit. Im Oktober 1987 werden die durch die speziellen Standortcharakteristika der einzelnen Klimatope hervorgerufenen unterschiedlichen Luftfeuchtigkeitswerte im Tagesverlauf besonders deutlich. Bei einem Vergleich der verschiedenen Amplituden der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen dem Maximum und dem Minimum des Stadtrandklimatops (Station 11) und des Innenstadtklimatops (Station 10) ergeben sich Unterschiede von 3,1%. Diese relativ kleine Differenz resultiert jedoch aus dem Einfluß des gegenüber dem Stadtrandbereich größeren täglichen innerstädtischen Beschattungsgrades, der tagsüber eine geringere Absenkung der stündlichen Luftfeuchtigkeitswerte verursacht. Nachts liegen die Werte im Stadtkern unter denen des Stadtrandbereiches, da stark versiegelte Flächen erheblich weniger verdunstungsrelevantes Wasser speichern können. An diesem Beispiel wird die kleinräumige innerstädtische Luftfeuchtigkeitsmodifikation sichtbar. Naturgemäß sind die Unterschiede zwischen Stadt und Umland größer, wie bei einem Vergleich der Innenstadtstation 10 und dem Freilandklimatop 8 in der Kirchheller Heide sichtbar wird.

Die Struktur der relativen Luftfeuchtigkeit im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes während des Meßzeitraumes November 1986 bis März 1987 ist Abbildung 10 zu entnehmen. Hiernach wird das Terrain im Boyetal (Station 1) durch hohe Luftfeuchtigkeitswerte bestimmt, ebenso das Waldareal an der Knippenburg (Station 4). Als trockener erweisen sich aus den oben genannten Gründen die Klimatope in Siedlungsrandlage (Stationen 2 und 5) und auf dem Donnerberg (Station 6).

Tabelle 2:
Oktober 1987
Mittlerer monatlicher
Tagesgang der rela-
tiven Luftfeuchtigkeit
(in %) ausgewählter
Stationen und des
Gebietsmittelwertes
(GMW) im Bottroper
Untersuchungsgebiet
(- = Min.; + = Max.;
del = Differenz
Max. - Min.)

h MEZ	STATION							GMW
	3	6	7	8	9	10	11	
0	88.8	77.1	82.8	90.4	89.3	83.4	85.8	85.4
1	89.3	77.0	83.6	87.7	89.6	83.4	86.3	85.3
2	89.5	77.6	83.2	90.4	90.1	83.5	87.1	85.9
3	84.3	78.3	83.5	90.6	90.1	83.8	87.4	85.4
4	87.1	78.7	84.0	91.1	90.5	84.6	87.4	+86.2
5	89.4	78.9	80.7	91.3	90.5	84.2	87.4	86.1
6	88.9	78.9	83.4	90.9	89.7	84.4	86.6	86.1
7	87.7	79.2	83.2	86.7	89.1	83.7	85.9	85.1
8	82.0	78.1	81.6	88.1	89.7	82.3	86.3	84.0
9	79.4	74.5	72.1	83.3	88.2	78.6	82.2	79.8
10	72.9	69.5	70.4	77.4	83.5	74.5	76.2	74.9
11	67.6	64.6	66.1	73.2	76.7	70.1	68.7	69.6
12	65.9	62.1	63.9	70.1	73.3	67.3	64.9	66.8
13	63.2	59.0	61.8	63.7	69.9	64.0	62.2	63.4
14	63.4	57.9	59.8	64.5	67.8	61.3	60.3	62.1
15	65.3	56.7	59.6	64.7	66.5	60.5	60.2	-61.9
16	68.2	57.9	60.6	65.7	66.9	61.9	61.6	63.3
17	73.1	60.0	63.0	69.6	69.1	64.6	64.2	66.2
18	78.2	63.5	67.7	77.0	74.2	68.6	68.4	71.1
19	79.9	68.3	72.9	80.1	79.3	73.8	73.6	75.4
20	85.9	71.0	77.1	85.7	83.4	77.0	77.6	79.7
21	87.8	73.5	78.9	85.4	86.6	79.1	80.6	81.7
22	88.1	75.7	81.7	86.5	88.8	81.8	83.6	83.7
23	88.3	77.0	82.7	87.0	89.1	83.0	85.0	84.6
del	21.8	22.0	24.4	26.4	24.0	24.1	27.2	24.3

Abb. 10:
Mittelwerte der rela-
tiven Luftfeuchtigkeit
ausgewählter Statio-
nen im südöstlichen
Bottroper Unter-
suchungsgebiet
Meßzeitraum 11/1986
bis 3/1987



5.3 Windfeld

Eine für diese großklimatische Lage typische Windrichtungsverteilung konnte mit der Windmeßstation 6 auf dem Donnerberg innerhalb des einjährigen Meßzeitraums ermittelt werden (Abb. 11). Danach herrschten vor allem Winde aus dem südwestlichen Sektor vor. Zudem sind erhöhte westliche, östliche und nordwestliche Komponenten zu erkennen.

Ein Vergleich der jährlichen Windrichtungsverteilung des Freilandes (Donnerberg — Station 6) und der Innenstadt (Station 10) ist den Windrosen der Abbildung 11 zu entnehmen.

Deutliche Unterschiede zwischen beiden Standorten sind bei den Windrichtungen SW, S, SE und E zu erkennen, wobei die südwestliche und die östliche Richtung im Umland dominieren, die anderen Strömungskomponenten dagegen in der Innenstadt. Dies erklärt sich durch die Oberflächenstruktur des Bebauungsraumes. Insbesondere die vorherrschenden südlichen Winde innerhalb der City können mit einem Kanalisierungseffekt durch die in Nord-Süd-Richtung verlaufende, breite Friedrich-Ebert-Straße begündet werden. Dieses Phänomen läßt sich ganzjährig nachweisen.

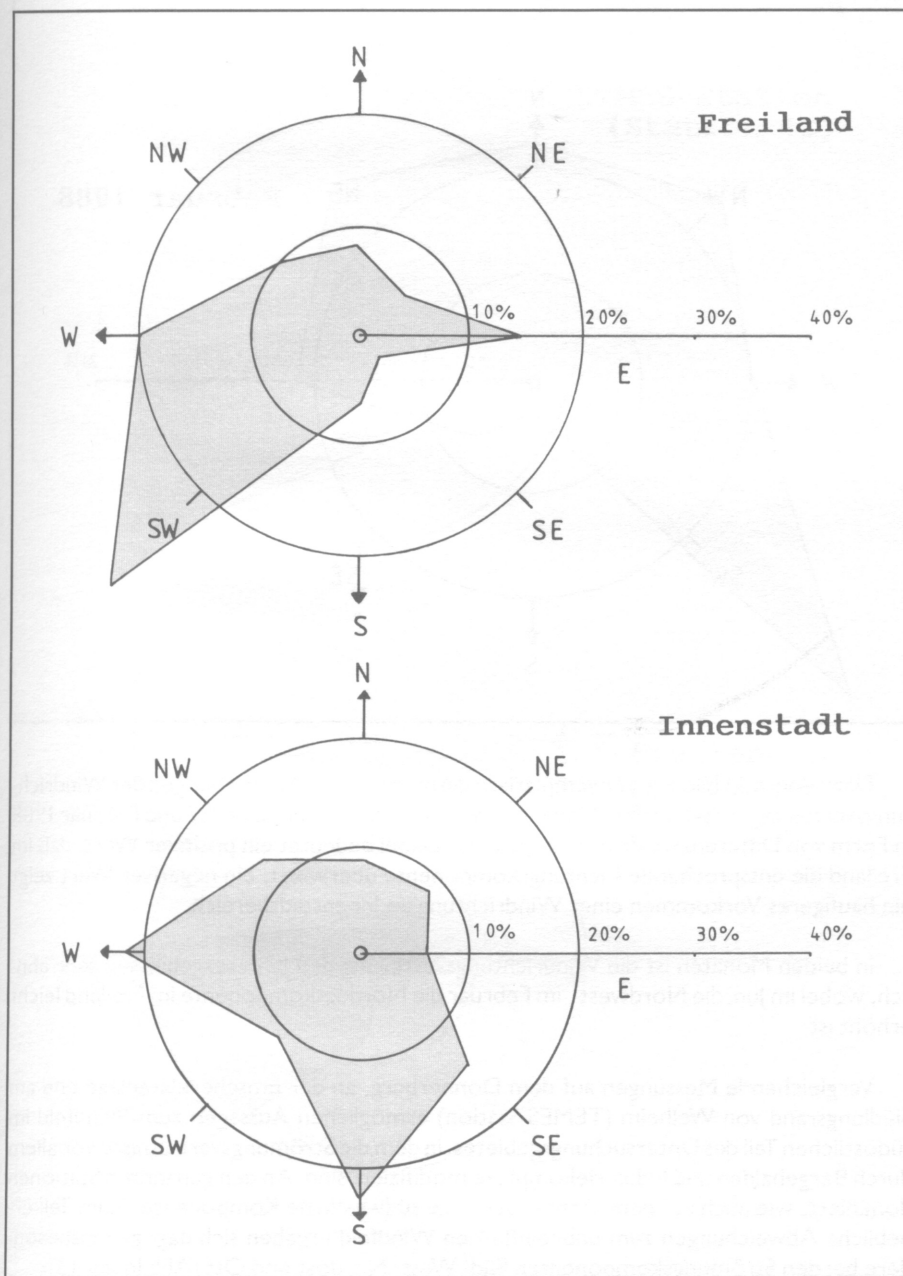
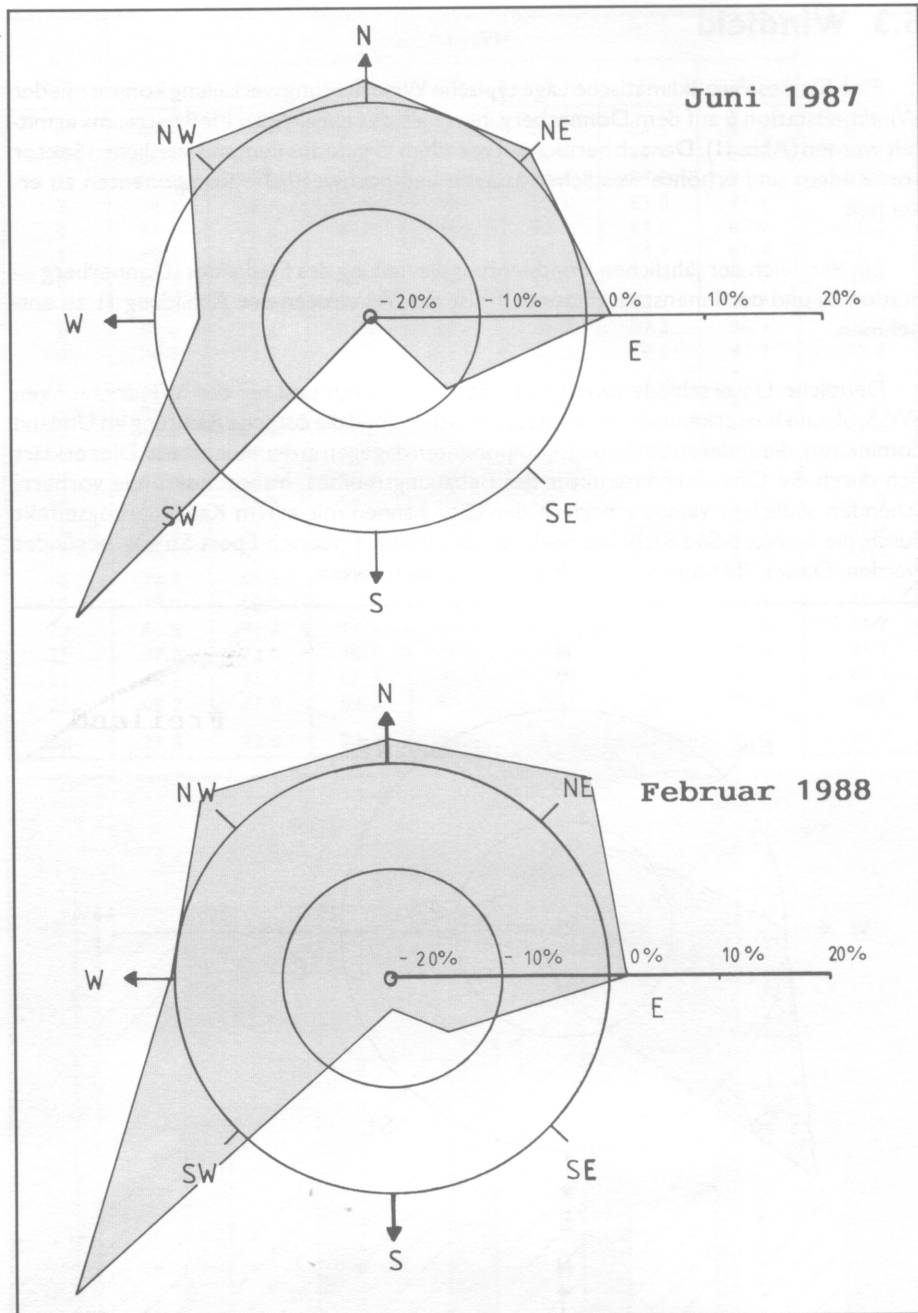


Abb. 11:
Jährliche Windrichtungsverteilungen (in %) im Freiland (Station 6) und im Innenstadtbereich (Station 10) im Bottroper Untersuchungsgebiet Meßzeitraum 5/1987 bis 4/1988

Abb. 12:
Windrichtungsdifferenzen (in %) zwischen Freiland (Station 6) und Innenstadtbereich (Station 10) im Botroper Untersuchungsgebiet für die Monate Juni 1987 und Februar 1988



Dazu sind in Abbildung 12 exemplarisch die monatlichen Abweichungen der Windrichtungsverteilung zwischen dem Umland und dem Stadtkern für Juni 1987 und Februar 1988 in Form von Differenzwindrosen dargestellt. Dabei bedeutet ein positiver Wert, daß im Freiland die entsprechende Richtungskomponente überwiegt; ein negativer Wert zeigt ein häufigeres Vorkommen einer Windrichtung im Innenstadtbereich.

In beiden Monaten ist die Windrichtungsverteilung den Jahresergebnissen sehr ähnlich, wobei im Juni die Nordwest-, im Februar die Nordostkomponente im Freiland leicht erhöht ist.

Vergleichende Messungen auf dem Donnerberg, an der Emscherkläranlage und am Siedlungsrand von Welheim (TEMES-Station) ermöglichen Aussagen zum Windfeld im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes, in dem die Strömungsverhältnisse vor allem durch Bergehalden und Industriekomplexe modifiziert sind. An den genannten Stationen dominiert, wie auch auf dem Donnerberg, die südwestliche Komponente. Zum Teil erhebliche Abweichungen zum unbeeinflussten Windfeld ergaben sich dagegen insbesondere bei den Strömungskomponenten Süd, West, Nordost und Ost (Abbildung 13).

Abb. 13:
Mittlere Windrich-
tungsverteilung an aus-
gesuchten Standorten
im Südosten des Bot-
troper Untersuchungs-
gebietes
Meßzeitraum II/1986
bis 3/1987

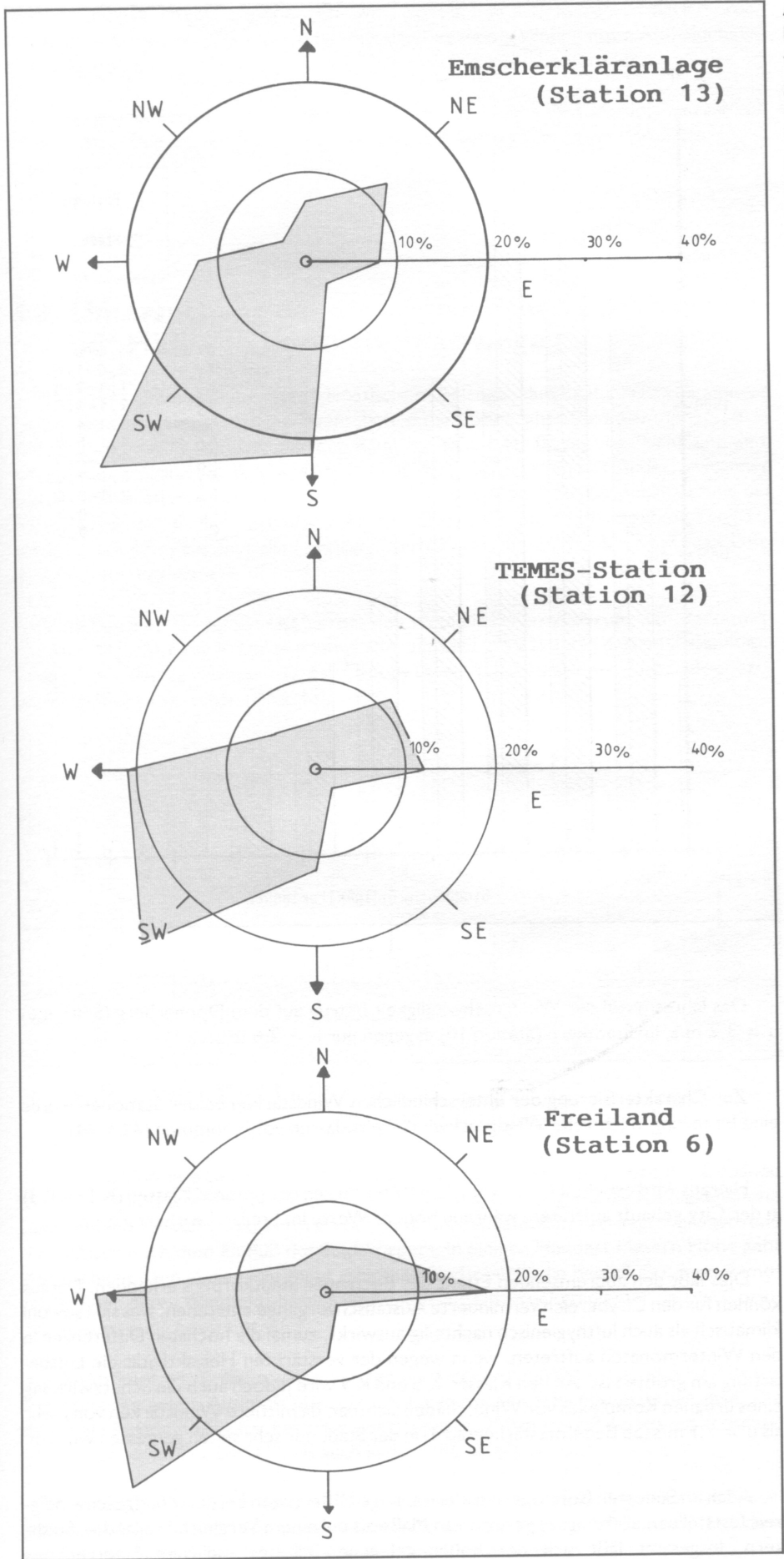
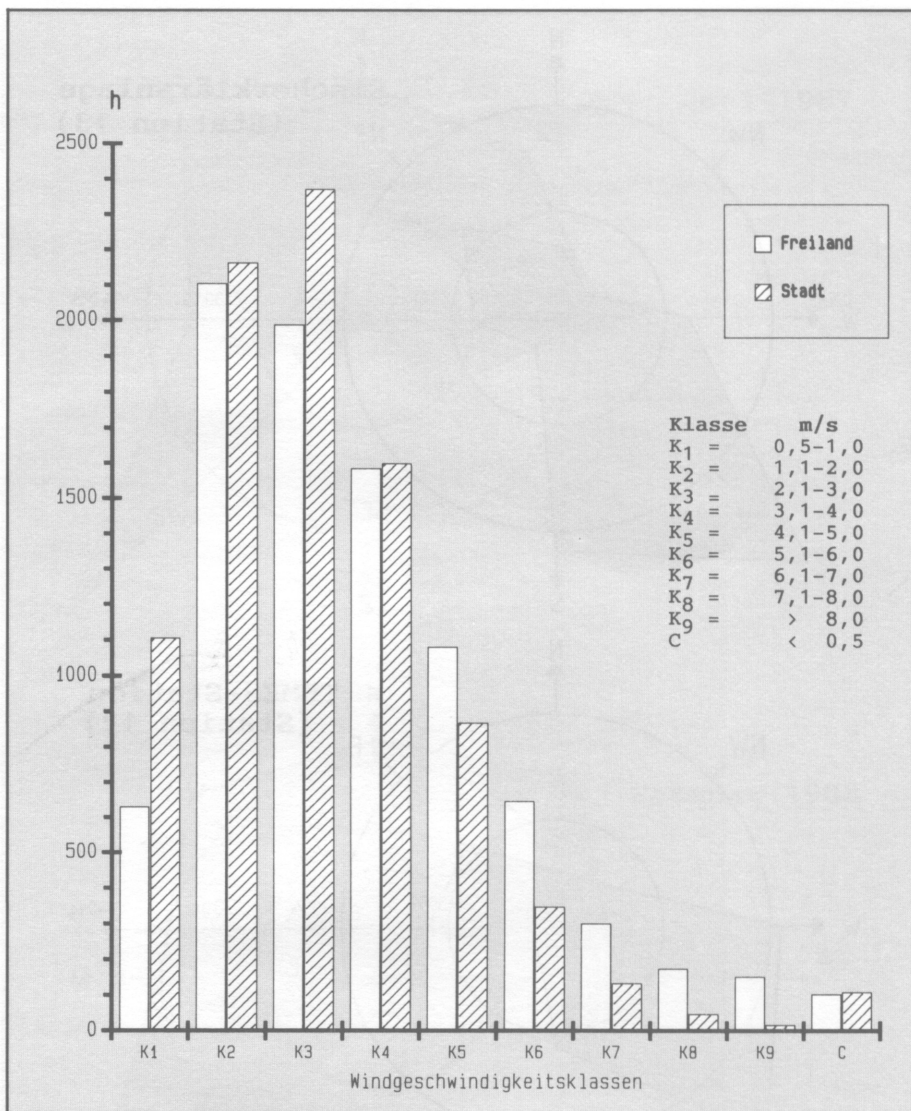


Abb. 14:
Windgeschwindigkeits-
klassen Freiland (Sta-
tion 6) und Stadt
(Station 10) im Bot-
troper Untersuchungs-
gebiet
Anzahl der Stunden =
8784 h
Meßzeitraum 5/1987
bis 4/1988



Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit betrug auf dem Donnerberg (Station 6) $u = 3,2 \text{ m/s}$, im Stadtkern (Station 10) dagegen nur $u = 2,6 \text{ m/s}$.

Zur Charakterisierung der unterschiedlichen Windstärken beider Stationen wurde eine Einteilung in jährliche Windgeschwindigkeitsklassen vorgenommen (Abb. 14).

Hieraus wird ersichtlich, daß vor allem Windstärken der unteren Klassen (K 1 bis K 3) in der City gehäuft auftraten, während höhere Werte im Freiland vorherrschten.

Dies läßt den abbremsenden Effekt des Bottroper Stadtkörpers erkennen. Daraus können für den Citybereich verminderte Austauschvorgänge entstehen, was sich sowohl klimatisch als auch lufthygienisch nachteilig auswirkt, zumal die höchsten Differenzen in den Wintermonaten auftreten, wenn wegen der verstärkten Heizaktivität die Luftbelastung am größten ist. An den Klassen K 8 und K 9 wird jedoch auch die Schutzwirkung eines urbanen Komplexes vor Windschäden sichtbar, da mittlere Windstärken von mehr als $u = 7,1 \text{ m/s}$ (ab Beaufortstärkegrad 4) in der Stadt nur sehr selten gemessen wurden.

Auch im Südosten Bottrops sind kleinräumige Differenzen bei der Windgeschwindigkeit feststellbar, allerdings in geringerem Maße als bei einem Vergleich Freiland — Stadtkern. Insgesamt läßt sich der höher gelegene Teil des südlichen Stadtgebietes

(Donnerberg) durch größere Windgeschwindigkeiten charakterisieren, die nach Norden und Osten entsprechend der hier zunehmenden Bebauung (Wohnhäuser, Aufhaldungen, Industriekomplexe) abnehmen.

Die Ergebnisse zeigen, daß auch kleinräumig von deutlichen Veränderungen des Windfeldes auszugehen ist, was bei Planungsmaßnahmen berücksichtigt werden sollte.

5.4 Untersuchung der atmosphärischen Schichtung mit Hilfe von Vertikalsondierungen

Die zur Untersuchung stadtklimatischer Belange durchgeführten Messungen beschreiben im wesentlichen die Eigenschaften der bodennahen Stadtatmosphäre, d. h. daß überwiegend Ergebnisse über den Raum zwischen der Bodenoberfläche und dem Dachniveau, mithin über den Bereich, in dem das tägliche Leben stattfindet, gewonnen werden. Insbesondere aus raumplanerischer Sicht sind jedoch zur Diagnostizierung des Wirkungskomplexes Temperaturschichtung / Strömungsfeld / Luftverschmutzung zusätzliche Erkenntnisse über die jeweiligen Verhältnisse in den darüber liegenden Luftschichten von Interesse.

Zum besseren Verständnis ist hierbei eine vertikale Schematisierung der Stadtatmosphäre in verschiedene Kompartimente sinnvoll. OKE (1983) hat in diesem Zusammenhang vorgeschlagen, von einer „Urban Canopy Layer“ (UCL) und einer „Urban Boundary Layer“ (UBL) zu sprechen (Abb. 15).

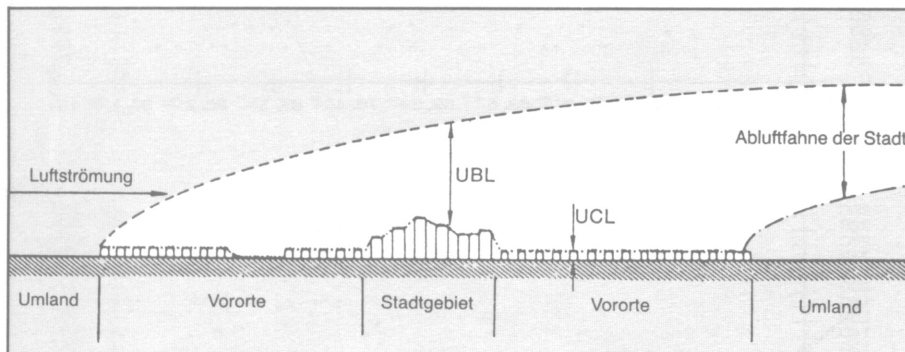


Abb. 15:
Einteilung der Stadtatmosphäre in „Urban Canopy Layer“ (UCL) und „Urban Boundary Layer“ (UBL)

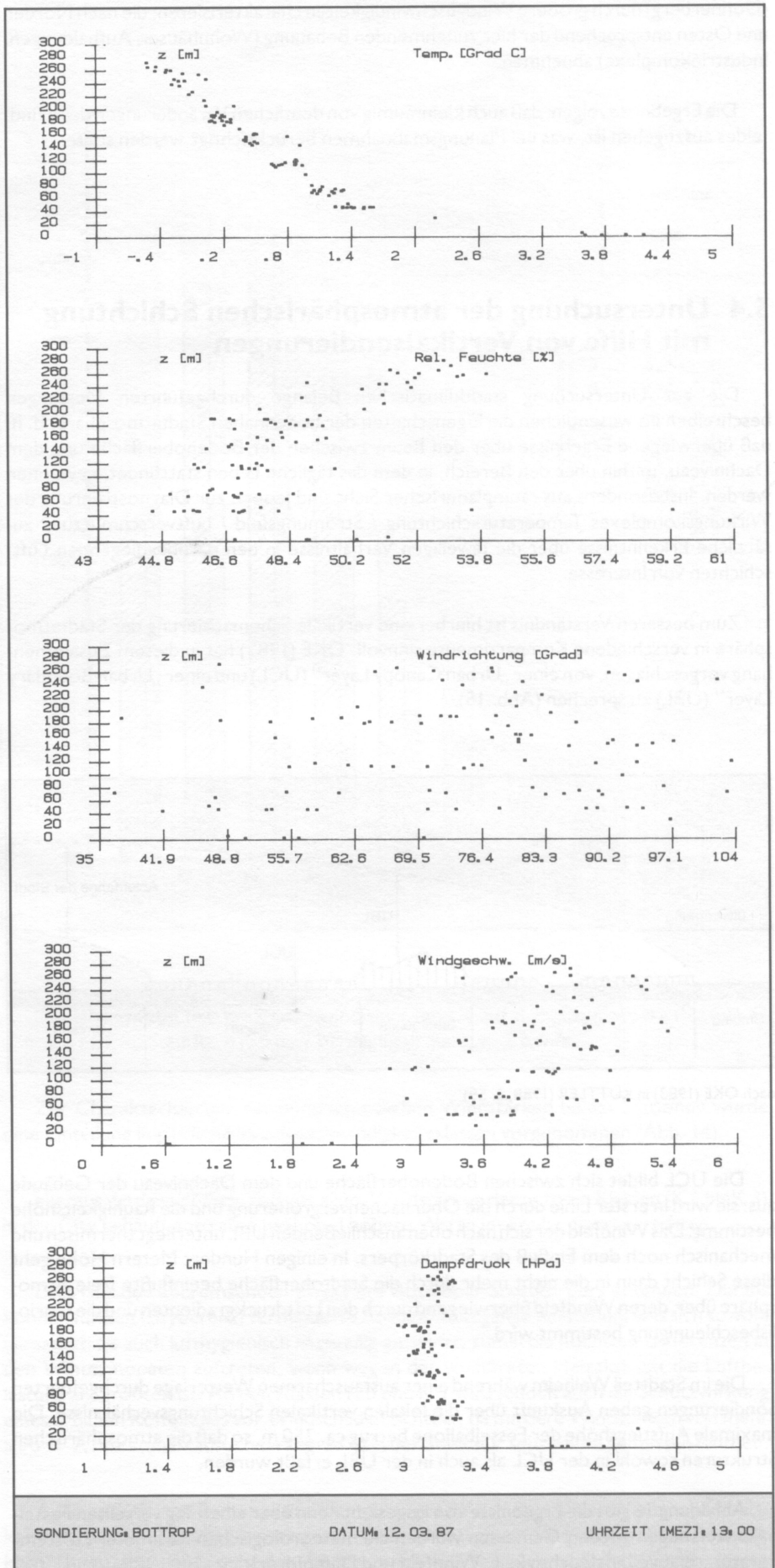
nach OKE (1983) in KUTTLER (1988, S. 59)

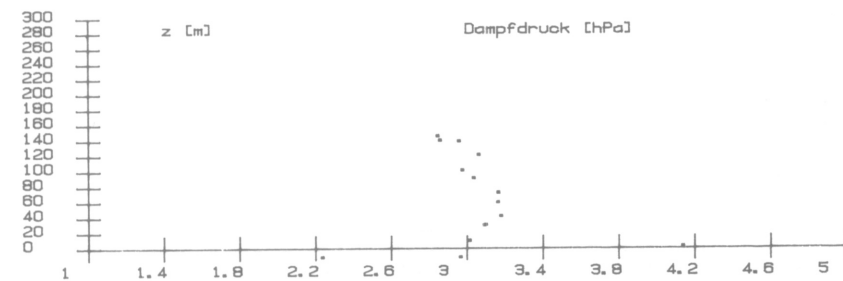
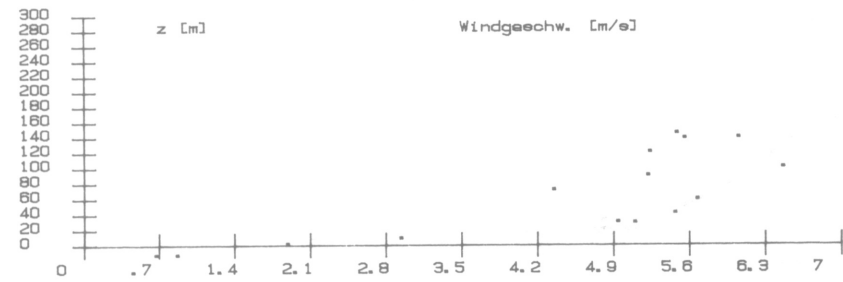
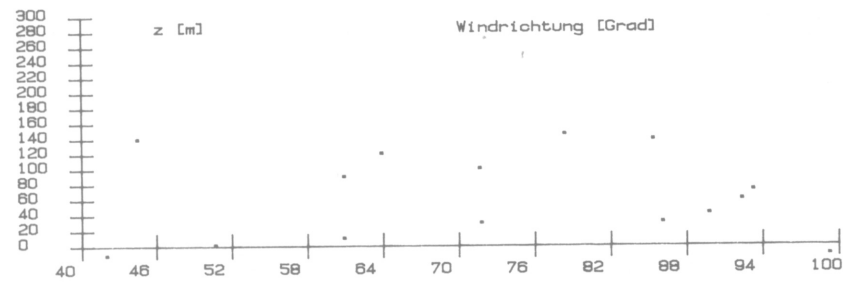
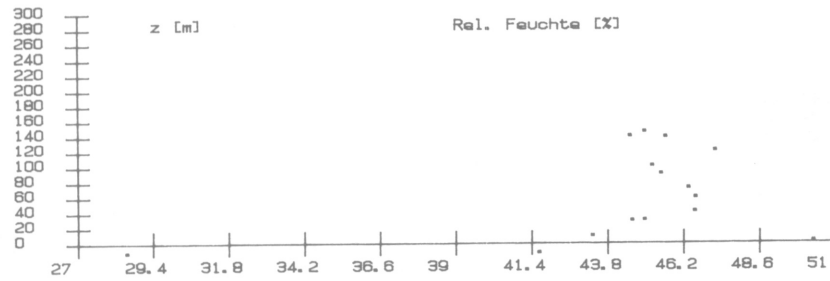
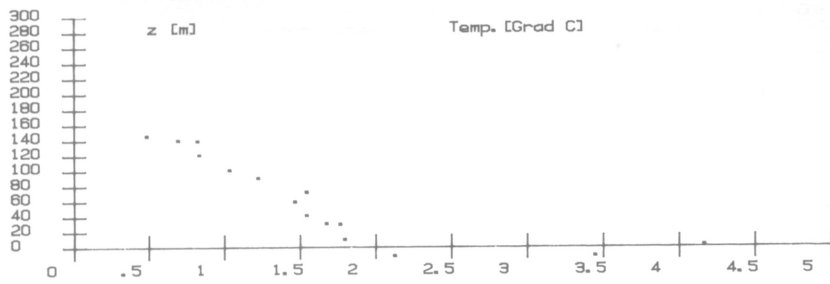
Die UCL bildet sich zwischen Bodenoberfläche und dem Dachniveau der Gebäude aus; sie wird in erster Linie durch die Oberflächenvergrößerung und die Rauigkeitshöhe bestimmt. Das Windfeld der sich nach oben anschließenden UBL unterliegt thermisch und mechanisch noch dem Einfluß des Stadtkörpers. In einigen Hundert Metern Höhe geht diese Schicht dann in die nicht mehr durch die Stadtoberfläche beeinflusste freie Atmosphäre über, deren Windfeld überwiegend durch den Luftdruckgradienten und die Coriolisbeschleunigung bestimmt wird.

Die im Stadtteil Welheim während einer austauscharmen Wetterlage durchgeführten Sondierungen geben Auskunft über die lokalen vertikalen Schichtungsverhältnisse. Die maximale Aufstiegshöhe der Fesselballone betrug ca. 250 m, so daß die atmosphärischen Strukturen sowohl in der UCL als auch in der UBL erfaßt wurden.

Abbildung 16 gibt die Ergebnisse von insgesamt neun über einen Tag verteilten Fesselballonaufstiegen wieder. Gemessen wurden die meteorologischen Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Windfeld und Dampfdruck.

Abb. 16:
Vertikaler Verlauf der
Lufttemperatur, der
relativen Luftfeuchtig-
keit, der Windrichtung
und Windgeschwindig-
keit sowie des Dampf-
drucks zu verschie-
denen Terminen am
12./13. 03. 1987 über
dem Bottroper Unter-
suchungsgebiet



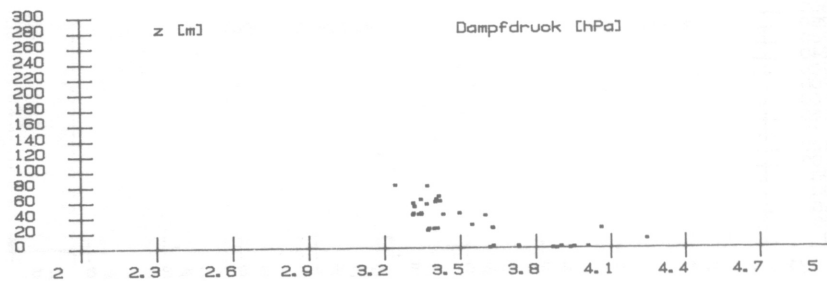
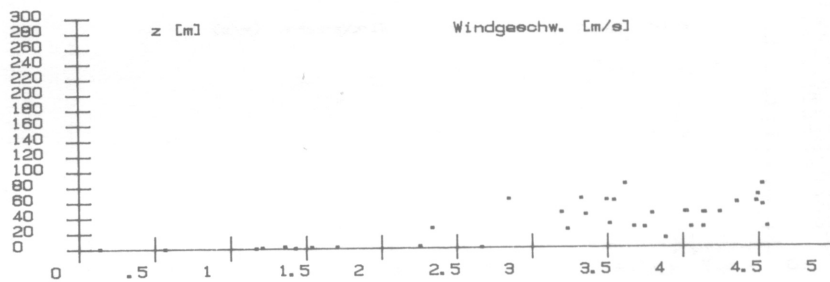
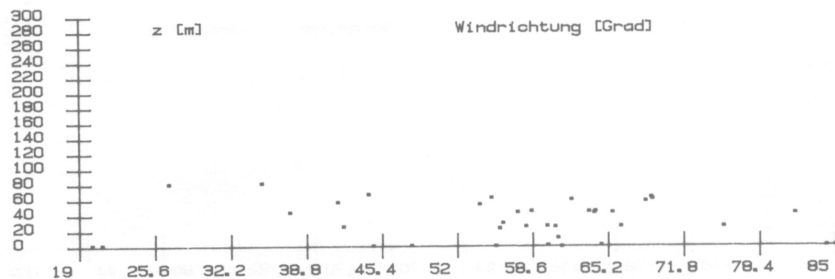
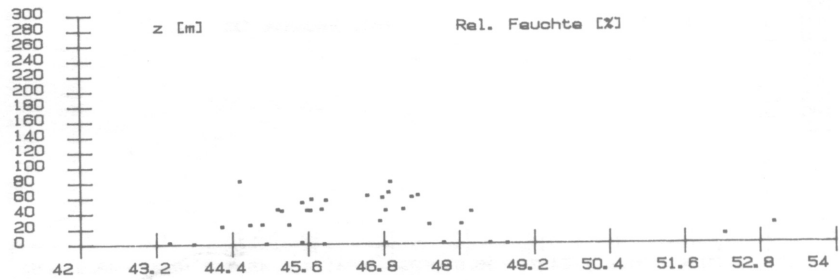
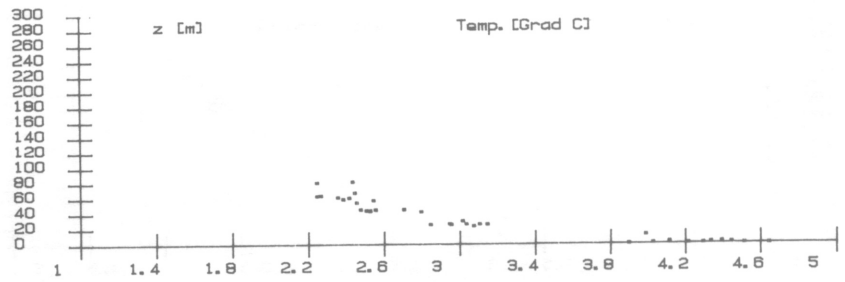


SONDIERUNG: BOTTRUP

DATUM: 12. 03. 87

UHRZEIT [MEZ]: 13: 40

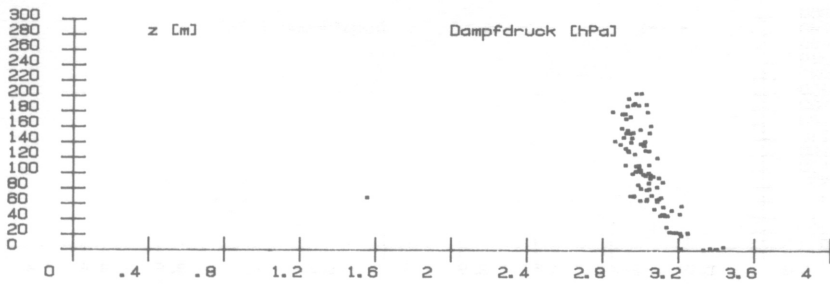
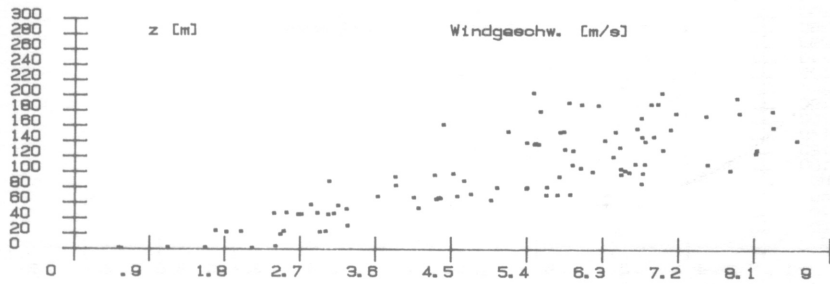
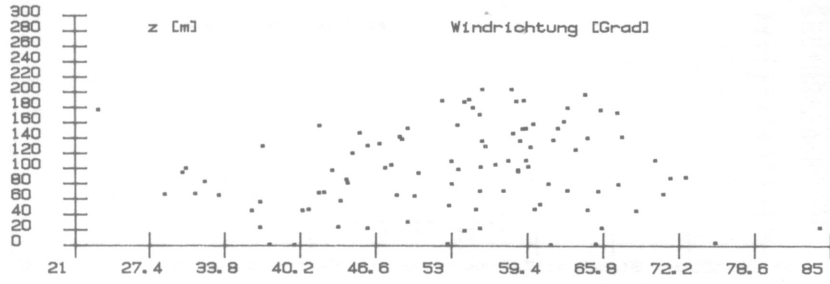
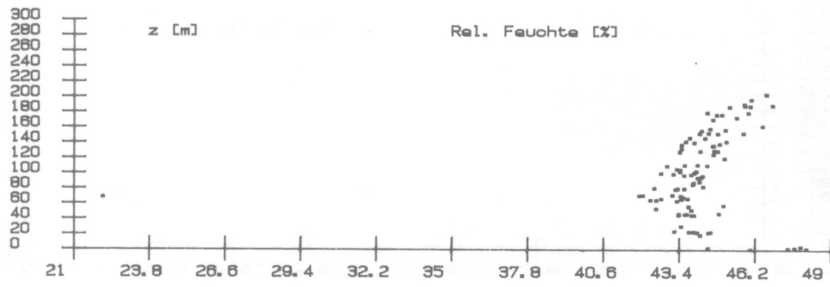
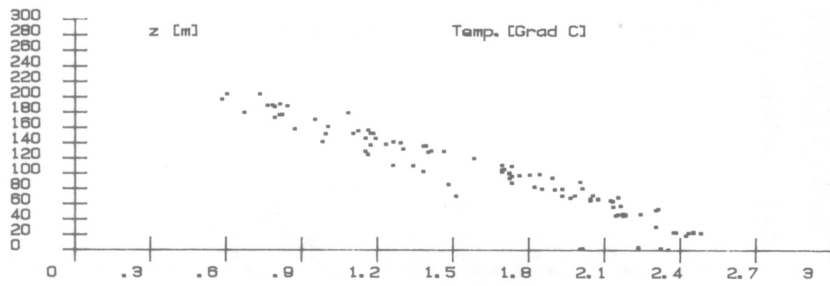
Abb. 16:
Vertikaler Verlauf der
Lufttemperatur, der
relativen Luftfeuchtigkeit,
der Windrichtung
und Windgeschwindigkeit
sowie des Dampf-
drucks zu verschie-
denen Terminen am
12./13. 03. 1987 über
dem Bottroper Unter-
suchungsgebiet



SONDIERUNG BOTTROP

DATUM 12. 03. 87

UHRZEIT [MEZ] 15. 01

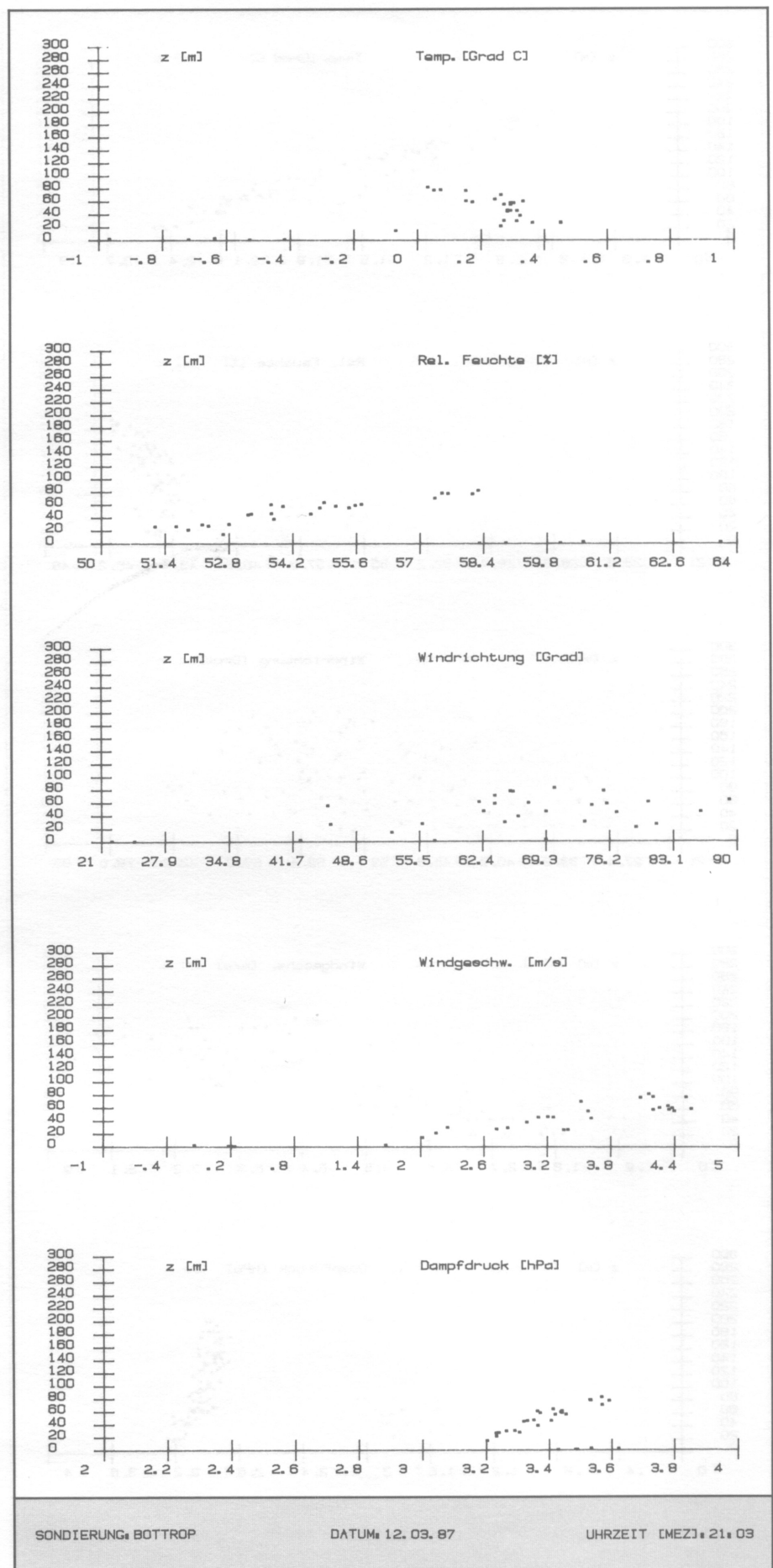


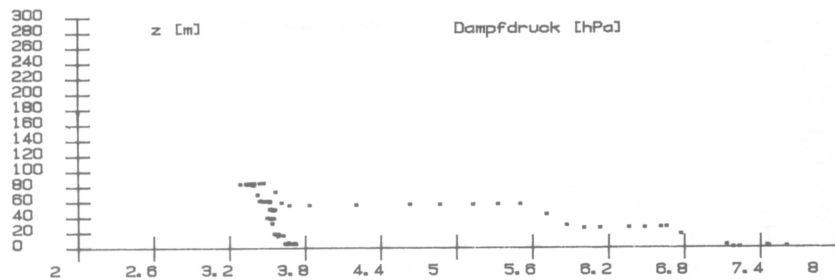
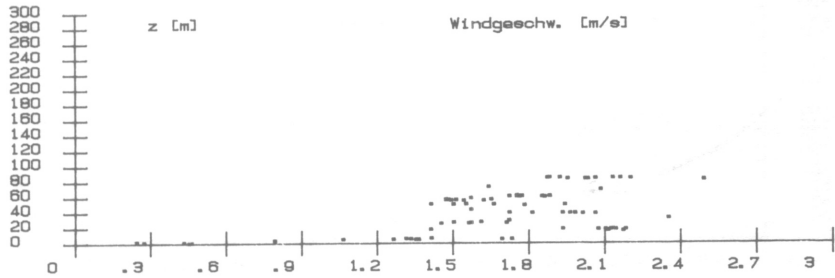
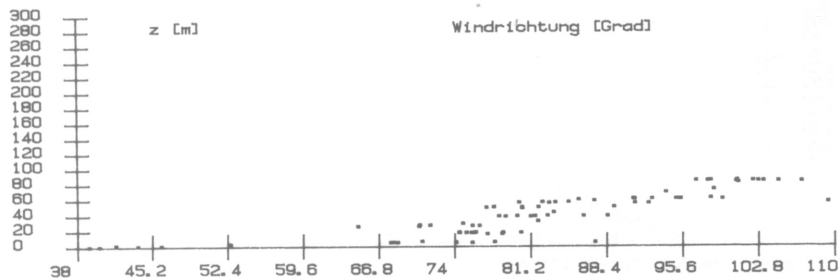
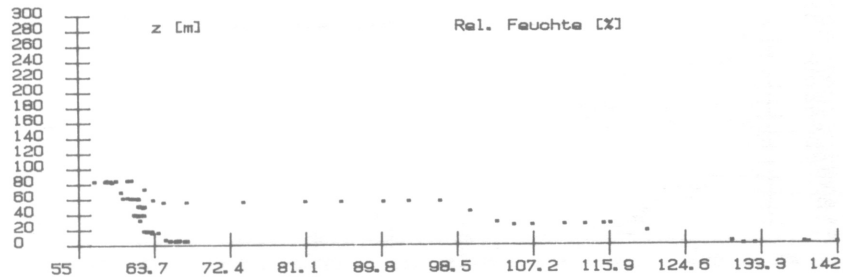
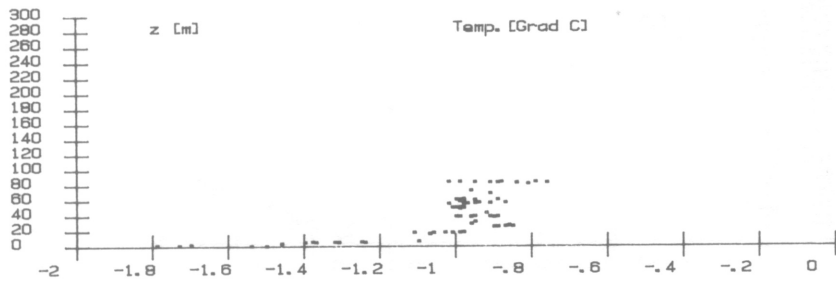
SONDIERUNG: BOTTRUP

DATUM: 12. 03. 87

UHRZEIT [MEZ]: 18: 03

Abb. 16:
Vertikaler Verlauf der
Lufttemperatur, der
relativen Luftfeuchtigkeit,
der Windrichtung
und Windgeschwindigkeit
sowie des Dampfdrucks
zu verschiedenen Terminen
am 12./13. 03. 1987 über
dem Bottroper Unter-
suchungsgebiet



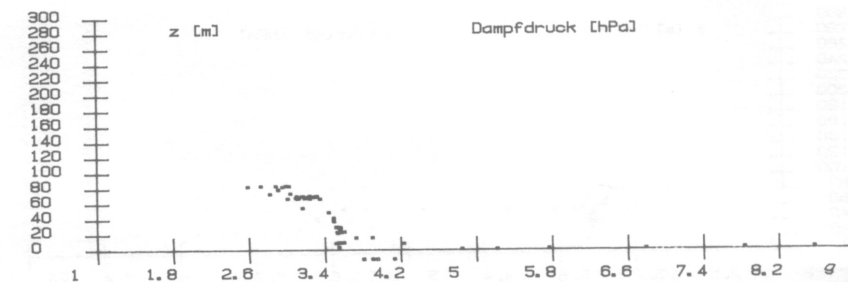
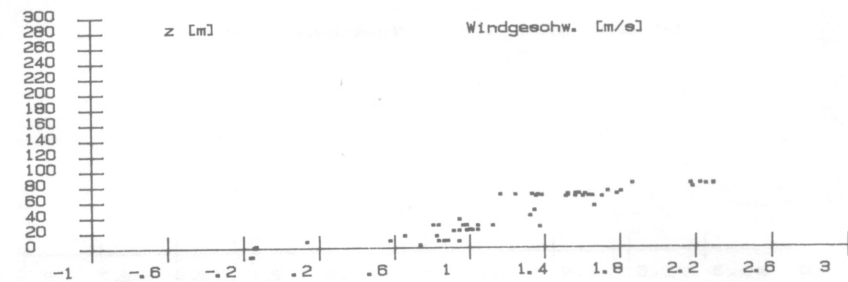
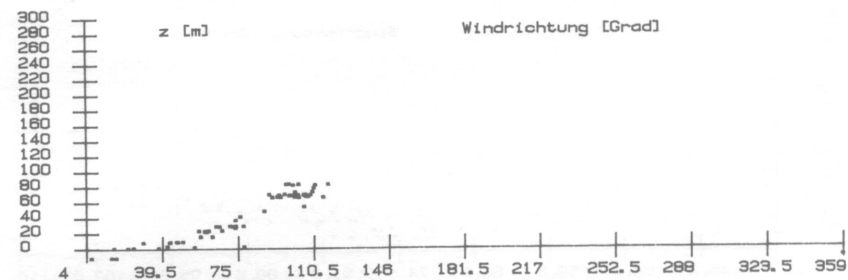
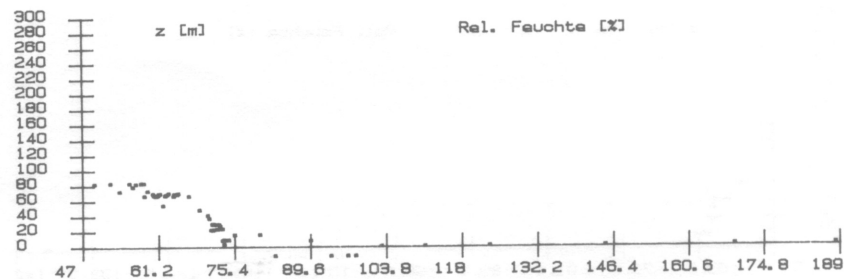
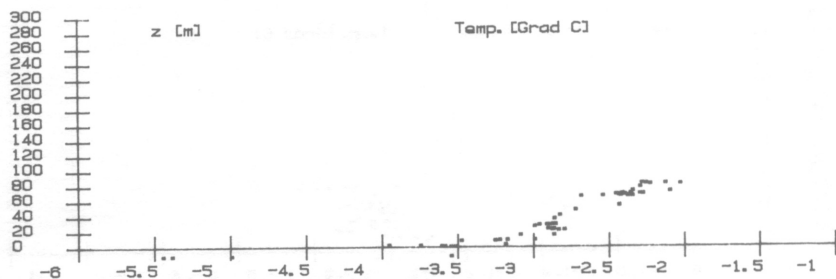


SONDIERUNG: BOTTRUP

DATUM: 13. 03. 87

UHRZEIT [MEZ]: 00: 06

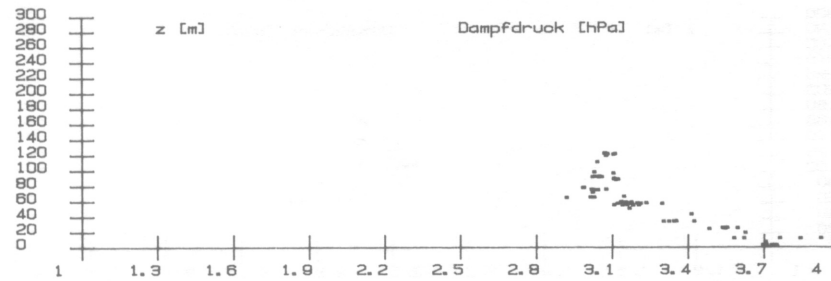
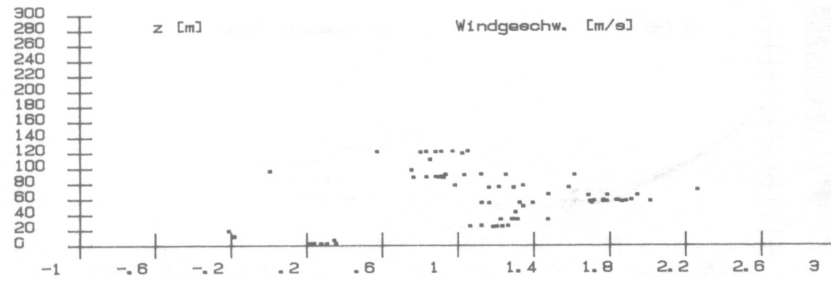
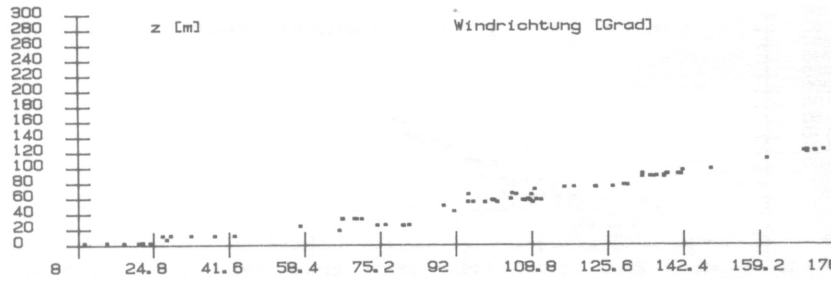
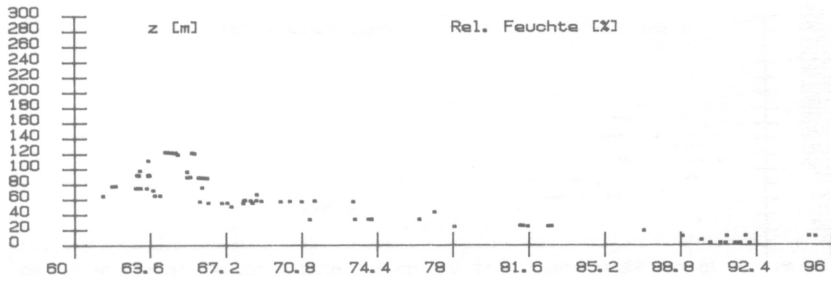
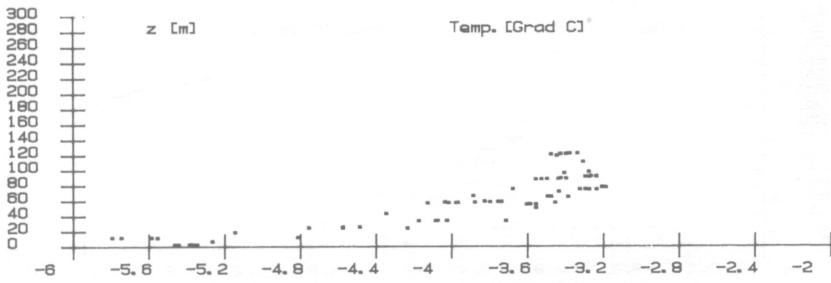
Abb. 16:
Vertikaler Verlauf der
Lufttemperatur, der
relativen Luftfeuchtig-
keit, der Windrichtung
und Windgeschwindigkeit
sowie des Dampf-
drucks zu verschie-
denen Terminen am
12./13. 03. 1987 über
dem Bottroper Unter-
suchungsgebiet



SONDIERUNG: BOTTROP

DATUM: 13. 03. 87

UHRZEIT [MEZ]: 2: 51

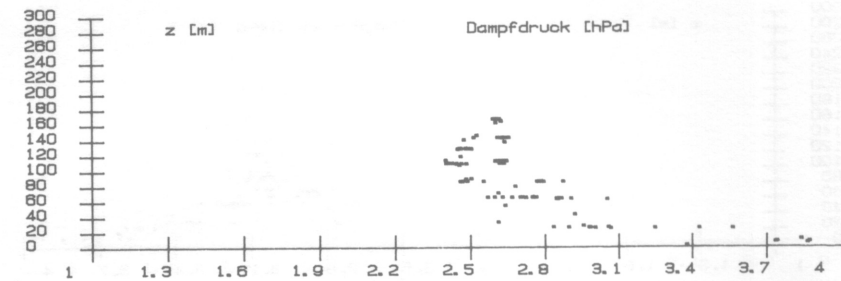
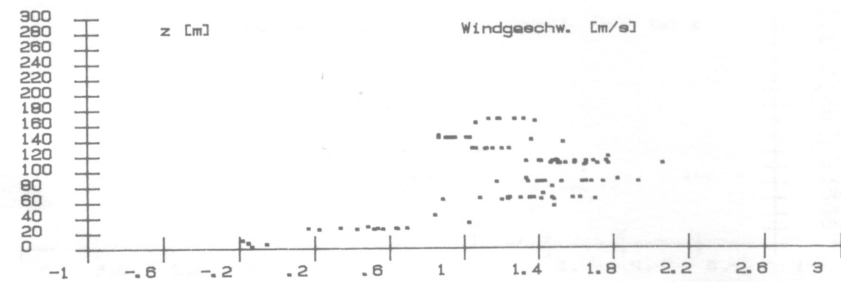
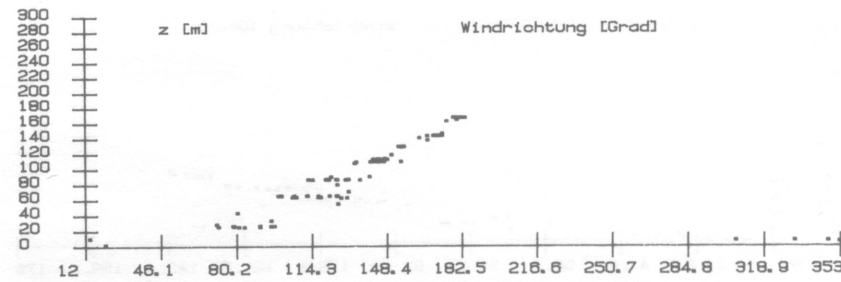
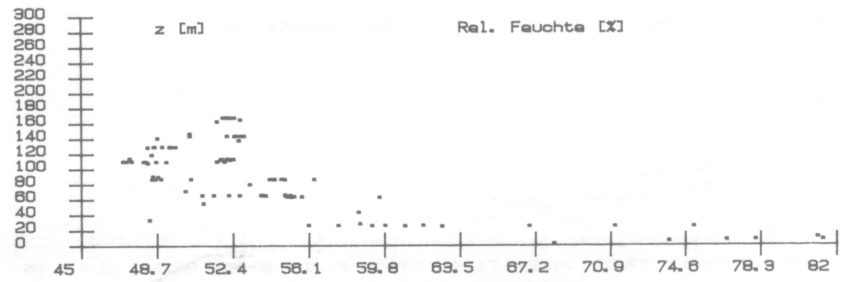
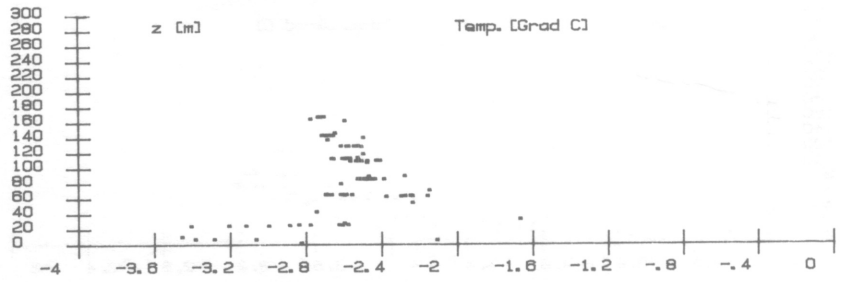


SONDIERUNG: BOTTROP

DATUM: 13. 03. 87

UHRZEIT [MEZ]: 7: 01

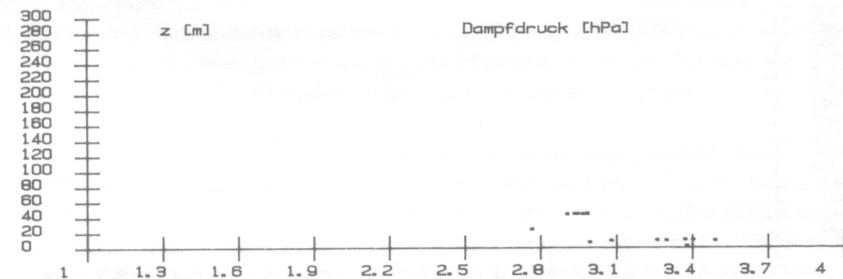
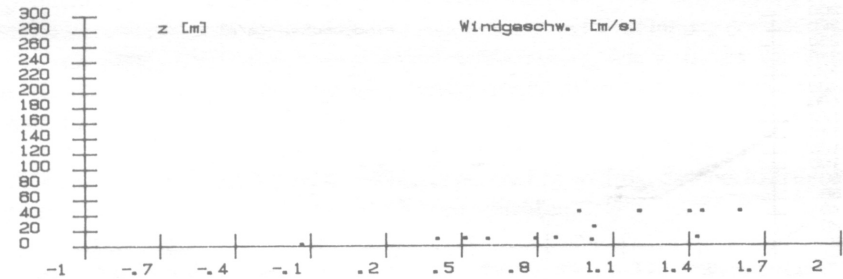
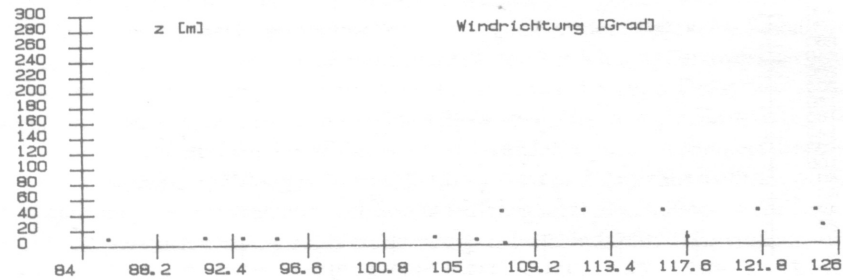
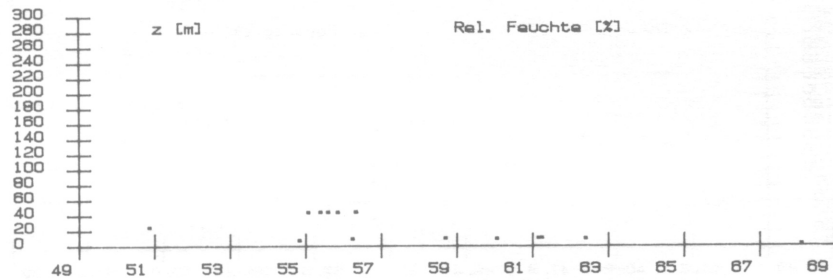
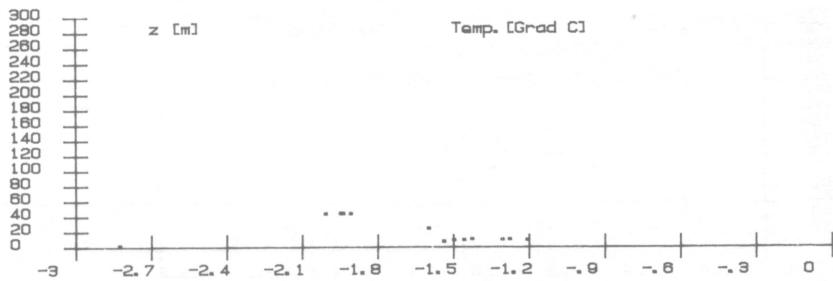
Abb. 16:
 Vertikaler Verlauf der
 Lufttemperatur, der
 relativen Luftfeuchtigkeit,
 der Windrichtung
 und Windgeschwindigkeit
 sowie des Dampfdrucks zu
 verschiedenen Terminen am
 12./13. 03. 1987 über
 dem Bottroper Unter-
 suchungsgebiet



SONDIERUNG: BOTTROP

DATUM: 13. 03. 87

UHRZEIT [MEZ]: 08: 28



SONDIERUNG: BOTTRUP

DATUM: 13. 03. 87

UHRZEIT [MEZ]: 09: 09

Abb. 16:
Vertikaler Verlauf der
Lufttemperatur, der
relativen Luftfeuchtigkeit,
der Windrichtung
und Windgeschwindigkeit
sowie des Dampfdrucks
zu verschiedenen
Terminen am
12./13. 03. 1987 über
dem Bottroper Unter-
suchungsgebiet

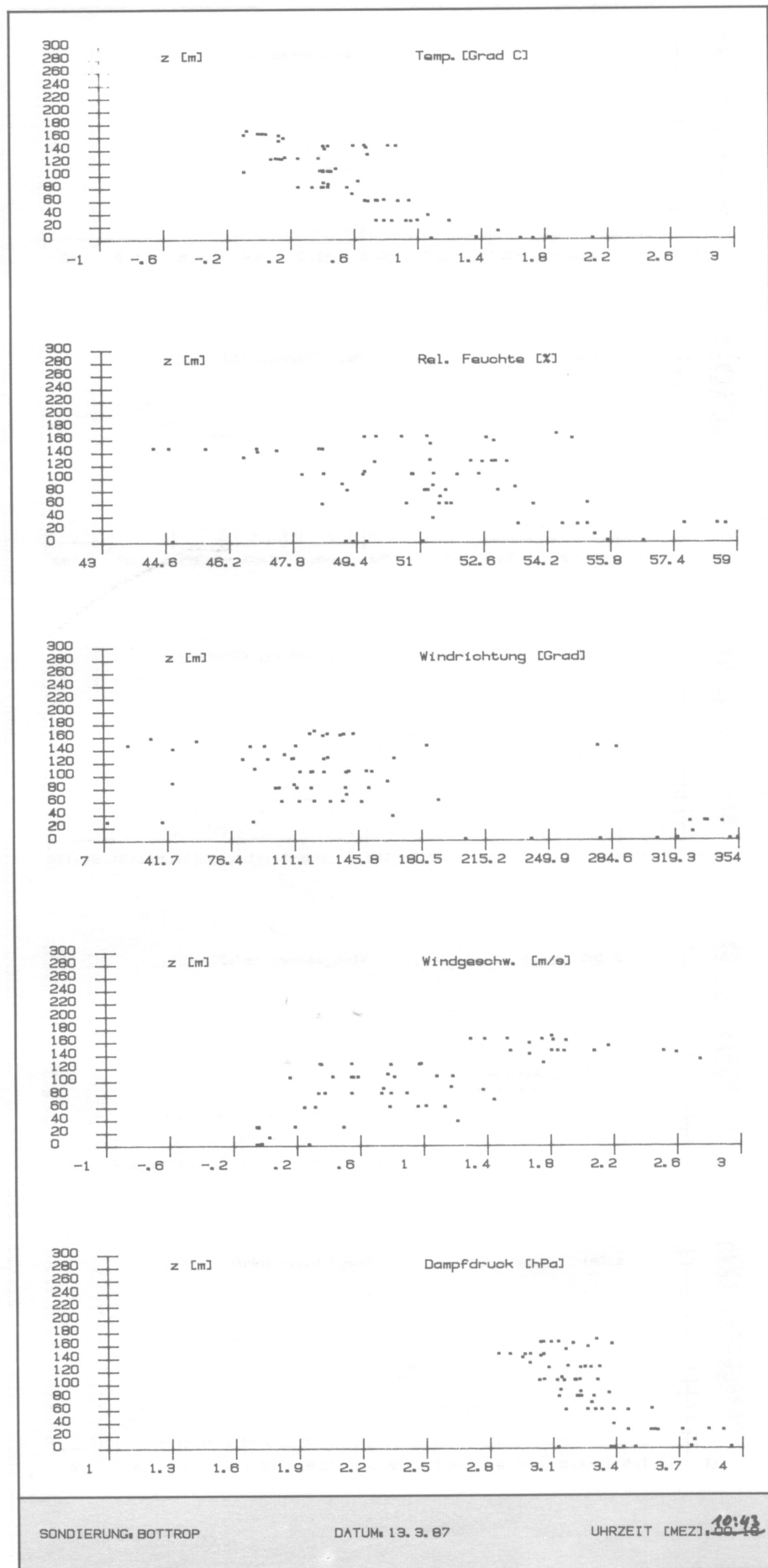


Abbildung 17 zeigt für die Lufttemperatur die entsprechenden Situationen, die mit Hilfe von Tautochronen dargestellt werden (eine Tautochrone ist eine graphisch dargestellte Kurvenschar, die jeweils für bestimmte Tagesstunden die vertikale Verteilung eines meteorologischen Elementes — hier die Lufttemperatur — in Abhängigkeit von der Höhe veranschaulicht).

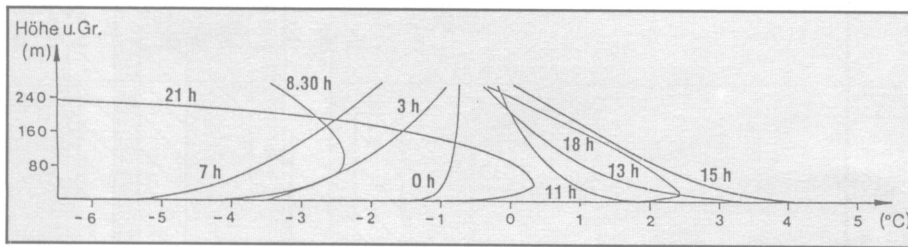


Abb. 17:
Tautochronen der
Lufttemperatur am
12./13. 03. 1987
über dem Bottroper
Untersuchungsgebiet

aus KUTTLER (1988, S. 61)

Anhand der Abbildungen werden der Auf- und Abbau einer Bodeninversion über dem Bottroper Südosten am 12./13. 03. 1987 deutlich.

Ab 18.00 Uhr baut sich infolge nächtlicher Abkühlung vom Boden her eine Inversion auf; die Temperatur in der UCL nimmt bis etwa 20 m ü. Gr. mit der Höhe zu. Dementsprechend kommt es zu einer Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit in diesem Bereich. Die in der Nacht deutlich reduzierte Windgeschwindigkeit fördert dabei eine Stabilisierung der unteren Atmosphäre. Mit zunehmender vertikaler Ausdehnung der Inversion geht die Streuung der Windrichtung in den einzelnen Höhenniveaus zurück. Die größte Ausdehnung erreicht die Inversion zwischen 3 und 7 Uhr in der Frühe, wobei in Bodennähe Windstille zu beobachten ist. Damit wird der Austausch von Luftmassen verhindert. In etwa 80 m ü. Gr. treten dagegen Windgeschwindigkeiten von bis zu 2,2 m/s aus östlicher Richtung auf. Mit beginnender Einstrahlung nach Sonnenaufgang setzt eine Auflösung der Bodeninversion ein, wobei gleichzeitig erhöhte Streuungen der Windrichtungsverteilung und zunehmende Windstärken zu beobachten sind.

Bei solchen für das Untersuchungsgebiet typischen Bodeninversionen kommt aus luft-hygienischer Sicht Emittenten niedriger Quellhöhen eine besondere Bedeutung zu, z. B. dem Hausbrand und dem Verkehr, da eine Ausbreitung und Verdünnung der emittierten Stoffe wesentlich herabgesetzt wird. Hohe Schornsteine, wie z. B. die der Zentralkokerei, dürften dagegen aufgrund ihrer Emissionshöhe dabei nicht zu einer Immissionssteigerung beitragen.

Für das Untersuchungsgebiet sind diese Erkenntnisse wichtig, da innerhalb des Meßzeitraums nahezu ganzjährig Bodeninversionen auftraten.

Abbildung 18 zeigt eine Häufigkeitsverteilung für Temperaturinversionen in den Monaten Juni 1987 bis April 1988. Als Kriterium findet die positive Temperaturdifferenz zwischen der Station 6 auf dem Donnerberg und derjenigen in der Welheimer Mark (Station 3; Höhenunterschied = 44 m) Verwendung. Nach dieser Auswertung konnten in jedem Monat Inversionen beobachtet werden. Die Graphik läßt zudem einen ausgeprägten Jahresgang erkennen mit maximalen Häufigkeiten in den Monaten Januar und April sowie minimalen Vorkommen in den Monaten Juni und September.

In Tabelle 3 ist die Stärke der jeweiligen Temperaturumkehr aufgeteilt auf die Monate dargestellt. Anhand dieser Auswertung läßt sich gut erkennen, daß die während des Beobachtungszeitraums aufgetretenen Inversionen in der überwiegenden Anzahl aufgrund ihrer Gradientstärke relativ schwache Sperrschichten darstellen; extreme Situationen ergeben sich dagegen nur äußerst selten, bevorzugt aber in den Monaten Februar, März und April. Je ausgeprägter eine Sperrschicht ist, desto reduzierter sind die dann herrschenden Austauschbedingungen, was gerade in der kalten Jahreszeit (Hausbrand mit geringen Emissionshöhen) zu erheblichen zusätzlichen Belastungen der Atemluft führen kann.

Abb. 18:
Jahresgang der Boden-
inversionen in Bottrop,
Häufigkeit in Prozent
Meßzeitraum 6/1987
bis 4/1988

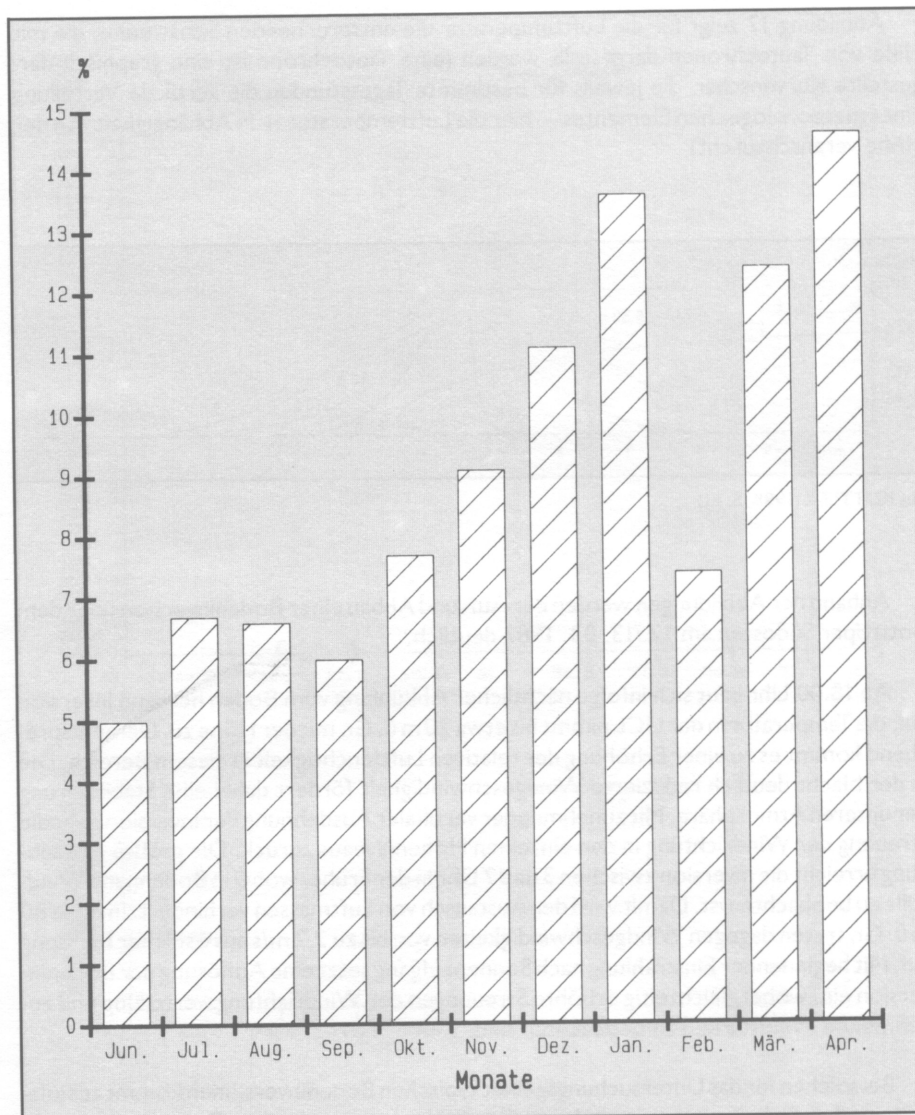


Tabelle 3:
Absolute monatliche
Häufigkeitsverteilung
(in Stunden) verschie-
dener Temperatur-
gradienten in Bottrop
Meßzeitraum:
5/1987 bis 9/1988

Temperaturgradient in K	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	April	total	%
>0-1.0	93	130	107	114	122	214	263	333	163	273	227	2039	72.2
1.1-2.0	39	32	43	47	51	27	34	32	26	38	100	469	16.6
2.1-3.0	6	14	16	2	32	13	11	17	2	7	22	142	5.0
3.1-4.0	1	10	10	2	13	2	5	1	1	13	18	76	2.7
4.1-5.0	1	4	7	3	—	—	—	—	6	10	19	50	1.8
5.1-6.0	—	—	2	—	—	—	—	—	3	8	13	26	0.9
6.1-7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	12	21	0.7

5.5 Lufthygiene

5.5.1 Spurenstoffkonzentrationen

Einen Überblick über die Immissionsituation im Stadtgebiet von Bottrop geben die an der TEMES-Station in Welheim auf der Basis kontinuierlicher Messungen gewonnenen Daten. Die Ergebnisse der Meßauswertung für die dort im Jahre 1986 erfaßten Spurenstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstoffe (SST), Stickstoffdioxid (NO₂), Stickstoffmonoxid (NO) und Kohlenmonoxid (CO) enthält Abbildung 19.

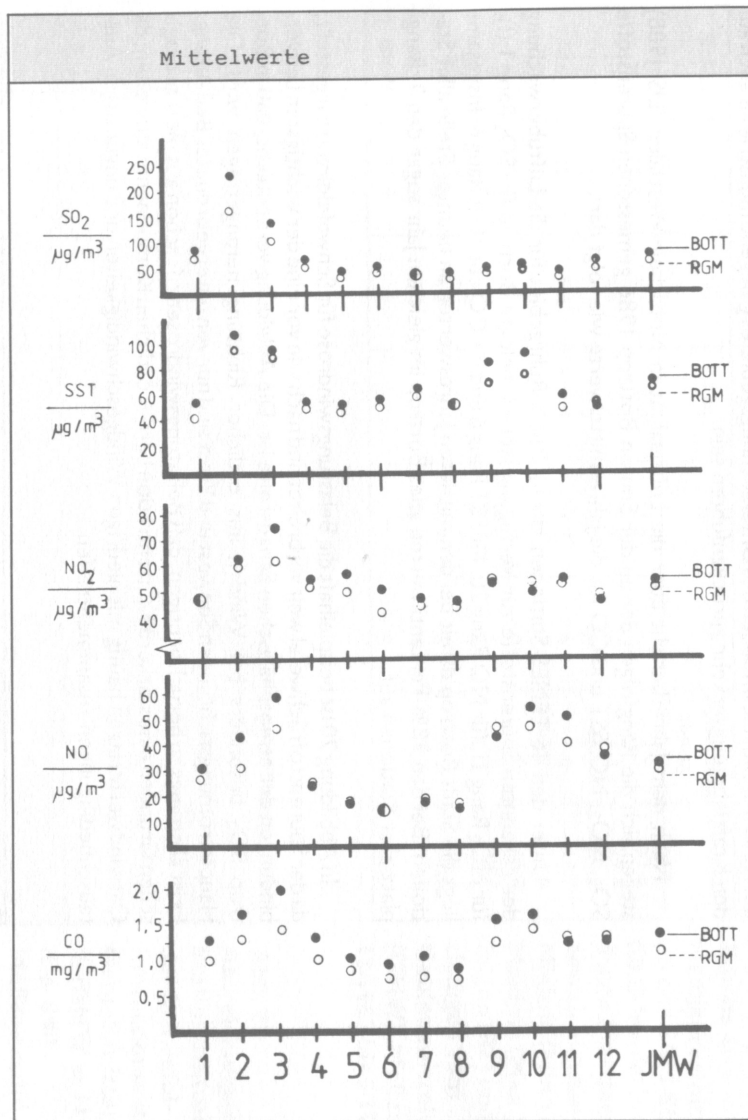
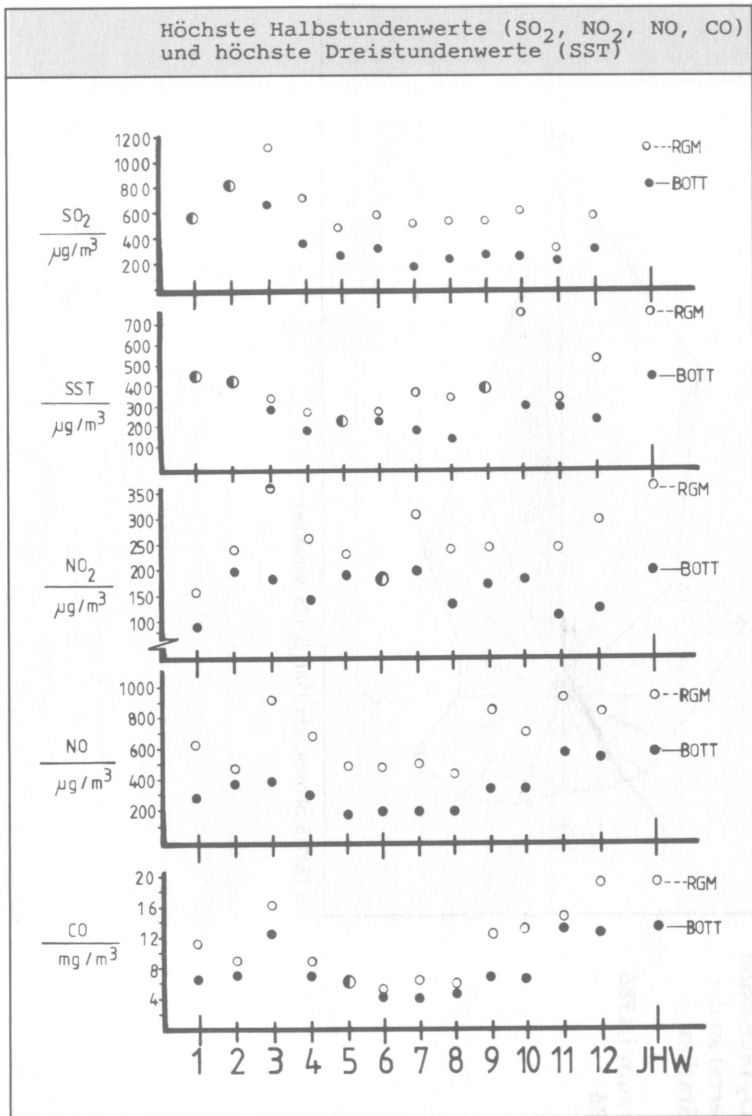


Abb. 19: Immissionskonzentrationen im Bottroper Untersuchungsgebiet nach den Ergebnissen der TEMES-Station in Welheim Meßzeitraum I/1986 bis 12/1986 (RGM = Belastungsgebiet Ruhrgebiet Mitte; BOTT = Bottrop; JHW = Jahreshöchstwert; JMW = Jahresmittelwert)

Sowohl die gemessenen Höchstwerte als auch die errechneten Mittelwerte der verschiedenen Spurenstoffe sind dort mit den entsprechenden Gebietsmitteln verglichen, die für das Belastungsgebiet Ruhrgebiet-Mitte (RGM) aus seinen 12 TEMES-Stationen errechnet wurden. Die Höchstwerte aller Schadstoffe liegen in Bottrop unter denen des gesamten RGM oder sie entsprechen ihnen, während die Mittelwerte die Gebietsmittel stets übertreffen.

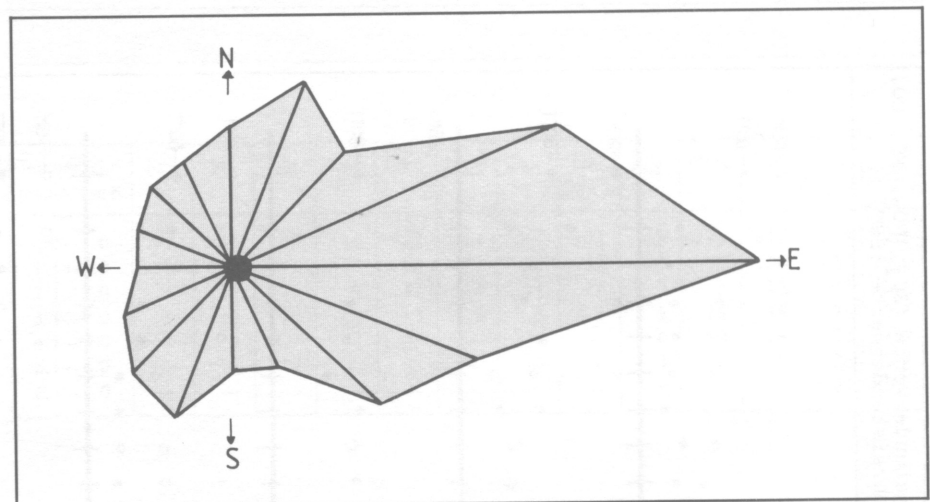
Hieraus resultiert, daß die höheren Monats- und das höhere Jahresmittel nicht auf einzelne Immissionsereignisse hoher Konzentration zurückgeführt werden können, sondern daß in diesem Gebiet eine vergleichsweise hohe Grundbelastung vorherrscht. Diese dürfte sowohl auf die im Süden des Untersuchungsgebietes gelegene Industrie als auch auf den Kraftfahrzeugverkehr zurückzuführen sein.

Nach dem Jahresbericht über die Luftqualität in Nordrhein-Westfalen (LIS 1988) stellen sich die Rangfolgen der an der Station Bottrop 1986 gemessenen Spurenstoffe SO_2 , NO_2 , NO , SST und CO für die Jahresmittelwerte wie folgt dar:

Unter den 46 TEMES-Stationen, die im Rhein-Ruhrgebiet für die Luftüberwachung der genannten Spurenstoffe zur Verfügung stehen, belegte Bottrop für SO_2 Rang 1 (!), für NO_2 Rang II, für NO Rang 20, für SST Rang 6 und für CO ebenfalls Rang 6. Insgesamt liegt die Stadt Bottrop damit bei den mittleren Jahreswerten an neunter Stelle aller Stationen. Bei den 98%-Perzentilwerten wies Bottrop im gleichen Jahr sogar den 3. Rangplatz aller Stationen auf.

In Abbildung 20 ist beispielhaft die Belastungswindrose für Schwefeldioxid dargestellt, da der Spurenstoff Schwefel weit verbreitet und nach wie vor eine der wichtigsten Leitverbindungen der atmosphärischen Schadstoffe ist. Die Abbildung verdeutlicht, daß in Bottrop SO_2 besonders bei Winden aus östlicher Richtung herangetragen wird. Die Hauptströmungsrichtungen Südwest und West sind nur von untergeordneter Bedeutung. Es ist allerdings zu berücksichtigen, daß Belastungswindrosen oft schon aus meteorologischen Gründen eine stärkere Konzentration bei der östlichen Komponente aufweisen, da Ostwindwetterlagen häufig mit niedrigen Windgeschwindigkeiten und ungünstigen Austauschbedingungen zusammentreffen.

Abb. 20:
Belastungswindrose
für die SO_2 -Immission
(Mittelwerte) an der
TEMES-Station
Bottrop
Meßzeitraum I/1986
bis 12/1986



aus TEMES-Jahresbericht 1986, S. 125, verändert

5.5.2 Schwefel-Immissionsraten

Da eine lufthygienische Charakterisierung einer so heterogen strukturierten Fläche wie der des Bottroper Stadtgebietes anhand einer Meßstation nicht möglich ist, wurde zusätzlich mit Hilfe von 10 über das Untersuchungsgebiet verteilten SAM-Stationen (SAM = Surface Active Monitoring) im Zeitraum Dezember 1987 bis Mai 1988 die lufthygienische Belastung anhand der Immissionsraten ebenfalls für den Spurenstoff Schwefel untersucht. Mittels der gewonnenen Ergebnisse konnte die räumliche Immissionsratenstruktur innerhalb des Stadtgebietes genauer analysiert werden (Tab. 4, Abb. 21).

Station	\bar{x}	SD	Min.	Max.	RF	Abweichungen vom GMW	
						absolut	%
6	16.4	6.1	5.0	28.0	1	4.5	37.8
10	15.4	4.8	6.3	23.4	2	3.5	29.4
15	5.9	3.1	0.6	10.7	10	-8.3	-69.9
16	10.3	5.2	2.4	19.7	6	-1.6	-13.5
17	10.2	5.2	1.0	16.7	7	-1.7	-14.3
18	10.0	3.5	3.6	16.9	8	-1.9	-16.0
19	15.4	6.0	5.1	23.8	2	3.5	29.4
20	8.7	2.9	2.9	12.8	9	-3.2	-26.9
21	12.8	4.7	3.5	20.4	5	0.9	7.6
22	14.2	5.3	4.8	23.8	4	2.3	19.3
GMW	11.9	—	—	—	—	—	—

Tabelle 4:
Halbjahresmittelwerte (\bar{x}) der SAM-Stationen für Schwefel in $\text{mg}/\text{m}^2 \text{ d}$, deren Standardabweichungen (SD), Minima (Min.) und Maxima (Max.), Rangfolgen (RF) und Abweichungen vom Gebietsmittelwert (GMW). Meßzeitraum 12/1987 bis 5/1988

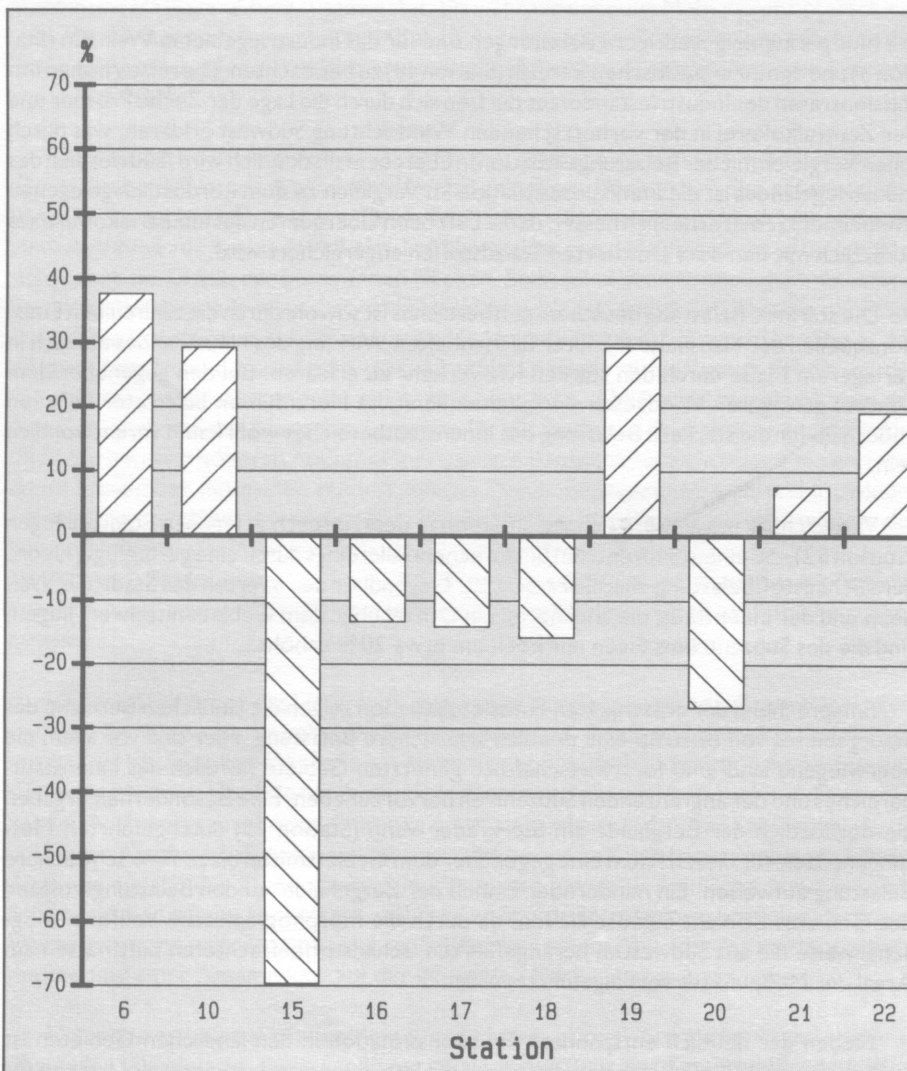


Abb. 21:
Abweichungen der Stationsmittelwerte der Schwefel-Immissionsraten vom Gebietsmittelwert in % (GMW = $11,9 \text{ mg}/\text{m}^2 \text{ d} \pm 0\%$)
Meßzeitraum 12/1987 bis 5/1988

Für die Höhe der Schwefel-Immissionsraten spielen sowohl die vorherrschende lokale Windgeschwindigkeit als auch die räumliche Verteilung der wichtigsten Emittenten im Stadtgebiet (Industrie, Hausbrand und Verkehr) eine entscheidende Rolle.

So zeigen der dicht besiedelte Bereich der Bottroper Innenstadt und der des Vorortes Eigen ebenso wie das industriell beeinflusste Welheimer Ortsgebiet eine wesentlich stärkere Belastung gegenüber den unbebauten und nur wenig bewohnten Regionen.

Ausnahmen dieser Belastungsverteilung bilden die Meßergebnisse für den im Osten des Untersuchungsgebietes gelegenen Stadtteil Boy sowie die am östlichen Stadtrand (Marienhospital) gewonnenen Werte, da hier die die Meßpunkte umgebende Vegetation eine schadstofffilternde Wirkung haben kann.

Im folgenden wird eine differenziertere Betrachtung des gesamten Stadtgebietes bezüglich seiner Spurenstoffbelastung anhand der insgesamt 10 Meßstandorte vorgenommen.

Die stärkste Belastung im gesamten Untersuchungsgebiet zeigen die auf der Kuppe des Donnerberges (Station 6) gewonnenen Meßergebnisse. Hier wird der Einfluß der gegenüber dem Windfeld offen exponierten Lage erkennbar, die höhere Depositionsgeschwindigkeiten ermöglicht, so daß von außerhalb herangetragene Luftverunreinigungen in verstärktem Maße angelagert werden können. Die in der Regel sehr hohen Standardabweichungen von den Mittelwerten belegen die großen Schwankungen zwischen den Ergebnissen der einzelnen Meßintervalle. Die Differenzen der Minimum/Maximum-Werte dürften auf einzelne meteorologische oder lufthygienische Ereignisse (Starkwinde, Inversionen, Smog) zurückzuführen sein.

Nur geringfügig niedrigere Belastungen sind für das Industriegebiet in Welheim (Station 3) und den innerstädtischen Bereich (Station 10) zu beobachten. Die relativ hohen Immissionsraten des Industriestandortes dürften sich durch die Lage der Zeche Prosper und der Zentralkokerei in der vorherrschenden Windrichtung Südwest erklären, was durch einen Vergleich mit der Belastungssituation in Ebel ebenfalls deutlich wird. Südwestlich des Industriegeländes ist die Immissionssituation im Vergleich zu dem nordöstlich gelegenen Welheimer Gebiet erheblich besser, da die Luft beim Überqueren des Industriekomplexes zusätzlich mit den dort emittierten Schadstoffen angereichert wird.

Die stärkere Belastung des Innenstadtbereiches ist sowohl durch die zahlreichen Emissionsquellen der Haushalte mit ihrer flächenhaften Wirkung des Hausbrandes als auch in geringerem Maße durch den starken Kfz-Verkehr zu erklären. Bei den gegenüber dem Umland geringeren Windgeschwindigkeiten kann das Heranführen belasteter Luft von außerhalb für die stärkere Belastung des Innenstadtbereiches wohl kaum verantwortlich sein.

Vergleichbar präsentiert sich die Situation in dem nördlich gelegenen Stadtteil Eigen (Station 22), die einem Subzentrum entsprechend allerdings durch eine geringfügig niedrigere Schadstoffbelastung charakterisiert ist. Gegenüber den Werten des Stadtteils Welheim und der Innenstadt, die annähernd ein Drittel über dem Gebietsmittelwert liegen, sind die des Subzentrums Eigen nur noch um etwa 20% erhöht.

Entsprechend der entschärften Emissionssituation zeigen die ländlichen Bereiche des Stadtgebietes von Bottrop eine deutlich schwächere Belastung. Hier sind vor allem die überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzten Gebiete nördlich des Innenstadtbereiches und der angrenzenden Subzentren hervorzuheben. Eine Besonderheit ergaben die nordöstlich der Berghalde am Sterkrader Venn (Station 15) durchgeführten Messungen, da sie für diesen Raum eine gegenüber dem Gebietsmittel bis zu 70% schwächere Belastung aufweisen. Ein mindernder Einfluß der Berghalde auf den Belastungszustand des Gebietes ist nicht auszuschließen, da durch die morphographische Vollform möglicherweise die aus Südwesten herangeführten, schadstoffbefrachteten Luftmassen am Areal des Meßpunktes vorbeigeführt wurden.

Neben der deutlich entspannten Emissionssituation in den ländlichen Gebieten ist auch der positive Einfluß der Vegetation auf die Immissionsratensituation als Ursache für

die relativ geringe Spurenstoffbelastung dieser Regionen anzusehen. So liegen die Schwefelimmisionsraten hier gut ein Drittel unter denen des Standortes auf der ehemaligen Mülldeponie am Donnerberg.

Im südlichen und südöstlichen Teil des Bottroper Stadtgebietes wurde die lufthygienische Situation im Winterhalbjahr 1986/87 gesondert mit Hilfe zweier SAM-Meßstationen erfaßt. Vergleichbar den Untersuchungen im gesamten Bottroper Stadtgebiet wurden auch hier die Immissionsraten des Luftschadstoffes Schwefel als Qualitätsmerkmal herangezogen.

Die Meßergebnisse zeigen, daß der exponierte Haldenstandort (Station 14) im Vergleich zu dem wesentlich tieferliegenden Gebiet der Welheimer Mark (Station 3) während des gesamten Meßzeitraumes im Mittel eine um 80% höhere Belastung aufwies. Diese Differenz zwischen den Meßpunkten ist vor allem auf den beträchtlichen Höhenunterschied von 73 m mit den daraus resultierenden unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten zurückzuführen.

5.5.3 Mobile Spurenstoffmessungen

Zur Erfassung der oft kleinräumig starken Schwankungen unterliegenden räumlichen Spurenstoffstruktur (KUTTLER 1979) wurden im Südosten Bottrops im Oktober und November 1986 sowie im März 1987 insgesamt neun Meßfahrten im Bereich der verschiedenen Siedlungsschwerpunkte und der unterschiedlichen Wald- und Freiflächen durchgeführt. Erfaßt wurden die Luftschadstoffe SO_2 (fünf Meßfahrten), und NO_x (NO , NO_2 ; vier Meßfahrten). Die Meßergebnisse wurden unter Berücksichtigung der Topographie und Flächennutzung ausgewertet. Da während der neun Meßfahrten unterschiedliche Wetterlagen vorherrschten, sind auch Aussagen über die Immissionsbelastung der Region für verschiedene Windrichtungen und -stärken sowie unterschiedliche Lufttemperaturen möglich.

Die höchsten Schwefeldioxidgehalte weisen stets die im Lee der Industriebetriebe (Zentralkokerei Prosper, Chemische Werke) gelegenen Flächen auf; dies gilt sowohl bei Südwest- als auch bei Ostwinden. Betroffen hiervon sind — je nach Windrichtung — die Siedlungskerne von Boy und Welheim. In Abhängigkeit von der Windstärke unterscheidet sich jedoch die Größe der betroffenen Flächen. So beschränkt sich die hohe Immissionskonzentration besonders bei Ostwindwetterlagen mit gegenüber SW-Lagen in der Regel nur schwachen Winden auf die unmittelbare Umgebung dieser Emittenten. Die in den Siedlungskernen und den diesen benachbarten Leelagen aufgetretene Erhöhung der SO_2 -Immissionskonzentrationen zeigt eine deutliche Abhängigkeit sowohl von der Tages- als auch von der Jahreszeit. So waren für die Stadtteile Boy, Welheim und Ebel im Oktober bei noch höheren Außentemperaturen die aufgetretenen Immissionen geringer als im November mit seinen schon kühleren Wetterbedingungen, während im wieder etwas wärmeren März die gemessenen Werte leicht zurückgingen. Unabhängig von der Jahreszeit liegen die Meßergebnisse nachts unter denen der tagsüber durchgeführten Meßfahrten. Beides spricht dafür, daß hier vorrangig der Hausbrand als Emissionsquelle anzusehen ist, zumal in diesen Stadtteilen ein relativ hoher Anteil an Kohleheizungen besteht.

Von den Freiflächen des Untersuchungsgebietes sind besonders das Kraneburger Feld und das Nierfeld als häufig belastete Flächen zu nennen. Beide sind landwirtschaftlich genutzt. Die bei fast allen Wetterlagen zu beobachtende hohe Immissionskonzentration dürfte jeweils sowohl auf die Nachbarschaft der Industriebetriebe als auch auf die angrenzenden Aufhaldungen zurückzuführen sein, von denen kalte Luftmassen abfließen, die die auf beiden Arealen häufigen Inversionen verstärken und zu Kaltluftansammlungen führen. Auch die südlich des Donnerberges in Vonderort gelegene Freifläche weist erhöhte Schwefeldioxidgehalte der Luft auf, während im Stadtteil Vonderort sonst eher geringere Werte gemessen wurden. Auch hier muß daher von einem Abfließen belasteter Kaltluftmassen und einer Ansammlung auf der genannten Fläche ausgegangen werden.

Die schon erwähnten häufigen Inversionen im gesamten Untersuchungsgebiet führen über allen Arealen zu einer Erhöhung des atmosphärischen Schwefeldioxidgehaltes,

woraus für die Industrieflächen dann besonders hohe Immissionskonzentrationen resultieren, während bei kräftigen Winden sofort eine allgemeine Entlastung zu verzeichnen ist.

Die Grundbelastung an Stickstoffmonoxid (NO) ist im gesamten Südosten Bottrops als sehr gering anzusehen; dabei liegt eine homogene Verteilung im Untersuchungsgebiet vor. Der atmosphärische Gehalt an Stickstoffdioxid (NO₂) liegt etwas höher, ist jedoch ebenfalls nahezu homogen verteilt. Lediglich der Stadtteil Boy weist gegenüber den anderen Flächen leicht erhöhte Immissionskonzentrationen auf. Besonders nachts liegen die gemessenen Werte für beide Spurengase sehr niedrig. Sie erhöhen sich aber in der Nähe stärker befahrener Straßen (A 42, B 224, Horster Straße) und nehmen dort mit Beginn des morgendlichen Berufsverkehrs deutlich zu. Dabei liegt das Maximum der Belastung etwa eine Stunde vor dem in der Bottroper Innenstadt beobachteten Höchstwert. Neben dem Kfz-Verkehr tritt der Hausbrand als Quelle der Stickoxidemissionen in Erscheinung, so daß vorrangig niedrige Quellhöhen den atmosphärischen NO_x-Gehalt im Bottroper Südosten bestimmen dürften. Daher tritt bei Inversionswetterlagen sofort eine Zunahme der Konzentrationen ein. Kräftige Winde können dagegen den Schadstoffgehalt bis zur Nachweisgrenze vermindern.

5.6 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der durchgeführten Meßkampagnen zeigen, daß im Gebiet der Stadt Bottrop erhebliche räumliche Unterschiede in der Ausprägung der klimatischen und lufthygienischen Situation bestehen. Diese entsprechen der zonalen Dreigliederung der Stadtfläche nach ihrer morphologischen Gestalt und Siedlungsstruktur in ein nördliches, landwirtschaftlich genutztes Areal, einen südlich angrenzenden kompakten Stadtkern und ein durch die spezielle Morphographie geprägtes Industrie- und Gewerbegebiet im Südosten der Stadt.

Bei den Freiflächen des nördlichen Teiles handelt es sich großräumig um eine relativ kühle Zone, die vereinzelt wärmere Bereiche enthält, z. B. den Siedlungskern von Kirchhellen und die Abraumhalde der Zeche Franz Haniel. Der Gehalt an Schadstoffen in der Luft ist in diesem Teil Bottrops durchgehend gering.

Der Innenstadtbereich von Bottrop bildet dagegen eine großflächig überwärmte Zone. Innerhalb dieser Einheit finden sich kleinere Wärmeinseln größerer Intensität, aber auch kleinräumige Bereiche deutlich kühlerer Prägung. Zu den besonders überwärmten Flächen gehören insbesondere der Citybereich, bei dem die künstlichen Oberflächen und die anthropogene Wärmezeugung als Ursachen des Phänomens zu nennen sind. Die als kühler in Erscheinung tretenden Areale sind dagegen größere Rasen- und Parkflächen.

Sowohl die privaten Haushalte als auch das hier vertretene Kleingewerbe sowie der Kfz-Verkehr sorgen für hohe Schadstoffbelastung der Luft. Dies konnte besonders für Schwefeldioxid und für die Stickoxide nachgewiesen werden.

Südlich und südöstlich an die ausgedehnte Wärmeinsel schließen sich kühlere Flächen an. Hier macht sich die Emscherniederung mit ihrer nur geringen Höhenlage bemerkbar, in der es häufig zur Ansammlung von Kaltluftmassen kommt. Dies wird noch gefördert durch mehrere Berggehalden sowie zahlreiche Eisenbahn- und Straßendämme, die ein Abfließen produzierter Kaltluft verhindern. Innerhalb dieser Zone treten die künstlichen Erhöhungen der Abraumhalden und die ehemalige Mülldeponie am Donnerberg als wärmere Gebiete in Erscheinung, da während der im Untersuchungsgebiet häufig auftretenden Inversionen diese Erhebungen aus der kalten bodennahen Luftschicht herausragen. Weitere Überwärmungszonen in diesem Bereich bilden die Industriebetriebe mit ihren Versiegelungsflächen und Wärmeemissionen.

Der Gehalt an atmosphärischen Spurenstoffen hängt in diesem Teil Bottrop sehr stark von der Windrichtungsexposition ab, ist aber auch stets dort erhöht, wo sich kalte Luft ansammelt und längere Zeit stagniert.

Im einzelnen läßt sich für die Stadtteile Bottrops folgendes Fazit ziehen:

Die Innenstadt erwies sich ganzjährig als überwärmter Bereich gegenüber Stadtrand und Umland, wobei die Differenzen besonders nachts und bei autochthonen Wetterlagen auftreten (maximale Überwärmung 4 K). Dabei lassen sich innerhalb des Stadtkörpers einzelne kühlere Bereiche erkennen. Gleichzeitig handelt es sich beim Stadtzentrum um einen verhältnismäßig trockenen Standort. Das städtische Windfeld unterscheidet sich von dem des Umlandes in Richtung und Stärke, wobei die Herabsetzung der Windgeschwindigkeit reduzierte Austauschbedingungen zur Folge hat, was bei Inversionswetterlagen noch verstärkt wird. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil durch die flächenhaft verbreiteten Emittenten Haushalt, Kleingewerbe und Kfz-Verkehr in besonderem Maße Spurenstoffe in den städtischen Luftkörper abgegeben werden.

Die östlich an die Innenstadt anschließenden Stadtteile Batenbrock, Boy und Welheim zeigen in ihren Siedlungsschwerpunkten ebenfalls Tendenzen der Überwärmung, lassen jedoch andererseits in Gebieten mit land- und forstwirtschaftlicher Nutzung auch lokale Temperaturminderungen erkennen. Die genannten Stadtteile enthalten gleichfalls flächenhaft wirkende Emittenten (Haushalte, Verkehr, Industrie und Gewerbe), die einen erhöhten Spurenstoffgehalt der Luft bewirken. Vor allem in den Gebieten im Lee der Chemischen Werke und der Zentralkokerei ist eine verstärkte Schwefeldioxid- und Stickoxidbelastung zu beobachten. Wegen der vorherrschenden Südwestwinde sind daher hauptsächlich die nordöstlich dieser Anlagen gelegenen Areale betroffen (Kraneburger Feld, Nierfeld). Diese Bereiche sind außerdem als Kaltluftsammlgebiete zusätzlicher Belastung ausgesetzt. Ebenso sind erhöhte Spurenstoffkonzentrationen innerhalb der Siedlungsbereiche dieser drei Stadtteile zu verzeichnen. Das gilt besonders für Schwefeldioxid, bei dem die Zechensiedlung in Boy und der Kern von Welheim etwa die in der Bottroper Innenstadt aufgetretenen Werte erreichen. Da die Anreicherung der Luft mit den genannten Schadgasen tagsüber stärker auftritt als nachts, dürfte sie vor allem auf den Hausbrand zurückzuführen sein.

Diese vier Stadtteile entsprechen etwa der großräumig auftretenden Wärmeinsel. Die übrigen Teile Bottrops bilden dagegen eher Gebiete geringerer Lufttemperatur mit nur vereinzelt überwärmten Flächen.

So ist die Welheimer Mark ein verhältnismäßig kühles, durch hohe relative Luftfeuchtigkeit ausgezeichnetes Gebiet, in dem gegenüber dem Umland u.a. reduzierte Häufigkeiten der Ostwinde beobachtet wurden.

Nach den Ergebnissen der Meßfahrten liegt die Schwefeldioxidkonzentration etwas über den im Stadtteil Welheim festgestellten Werten, der Gehalt an Stickoxiden überschreitet dagegen kaum die Nachweisgrenze.

In Ebel konnte eine leichte Überwärmung des Siedlungsgebietes festgestellt werden, die etwa der des Stadtrandes und der des Stadtteiles Welheim entspricht. Die gemessenen SO₂-Gehalte der Luft liegen geringfügig über den an der TEMES-Station in Welheim gemessenen Werten. Dagegen ist auch hier die Belastung mit Stickoxiden nur sehr gering. Lediglich in der Nähe der A 42 ist eine leichte Erhöhung nachzuweisen.

Der Donnerberg an der Grenze zwischen Lehmkuhle und Vonderort, der das Umland um etwa 30 m überragt, weist ganzjährig eine recht niedrige Temperatur auf und erscheint mit nur geringer relativer Luftfeuchtigkeit als ein trockener Standort. Der Wind weht hier vornehmlich aus Südwesten und Osten und repräsentiert das ungestörte Windfeld im Bereich der Stadt Bottrop. Die Schwefel-Schadstoffexposition erreicht hier, wie auch an den anderen hochgelegenen Standorten (Bergehalden), die höchsten nachgewiesenen Werte.

Der Stadtteil Vonderort erweist sich als ein gegenüber dem Umland leicht überwärmter Siedlungsbereich. Die südlich des Donnerberges gelegenen, landwirtschaftlich genutzten Flächen weisen einen gegenüber der TEMES-Station in Welheim erhöhten SO₂-Gehalt der Luft auf. Vom Donnerberg abfließende Kaltluft könnte zu stabil gelagerter, schadstoffhaltiger Luft führen.

Ähnlich ist die Situation für den Siedlungsbereich von Kirchhellen. Die Temperaturerhöhung gegenüber dem Umland ist hier aber schon deutlich schwächer. Gleichwohl ist auch die Ortsmitte dieses Stadtteiles ein relativ trockener Standort.

Die Kirchheller Heide ist dagegen als freie, vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Fläche kühler und feuchter. Das Fehlen nahegelegener Emittenten macht sich durch merklich geringere Spurenstoffgehalte der Luft bemerkbar.

Die Klimaanalyse der Stadt Bottrop hat gezeigt, daß die bestehende Struktur des Stadtgebietes die durch das Makroklima vorgegebene Situation modifiziert und neben der durch die Lage im nördlichen Ruhrgebiet vorgegebenen Schadstoffbelastung insbesondere örtliche Emittenten die Qualität der Bottroper Luft beeinflussen.

6. Planungshinweise

6.1 Ansätze für klimaökologische Planungsempfehlungen

Die Stadtplanung bezieht sich heute weniger auf Bau und Gestaltung großflächiger neuer Raumnutzungen, als vielmehr auf den Umgang mit bestehenden Nutzungs- und Baustrukturen, die fortentwickelt, ergänzt und erneuert werden müssen. Dabei obliegt es weitgehend den Kommunen, durch gezielte Maßnahmen eine Verbesserung der urbanen klimatisch-lufthygienischen Situation herbeizuführen. Ferner sind auf kommunaler Planungsebene auch bei raumbedeutsamen Maßnahmen die Belange von Klima und Lufthygiene zu berücksichtigen und gegebenenfalls durch entsprechende Eingriffe auszugleichen oder zu mindern.

Zu klimatisch-lufthygienisch planungsrelevanten Maßnahmen zählen insbesondere:

- Förderung des horizontalen und des vertikalen Luftaustausches durch Auflockerung der Bebauungsstruktur bzw. durch das Verplanen noch vorhandener Freiflächen im o.g. Sinne
- Verminderung der Überwärmung vor allem des Innenstadtbereiches z. B. durch Verwendung stark reflektierender Oberflächenmaterialien sowie Begrünung der Oberflächen und Reduzierung des Versiegelungsgrades
- Herabsetzung der Immissionsbelastung, wobei dieses Ziel von stadtklimatischer Ebene her durch Maßnahmen entsprechend der o. a. Punkte unterstützt werden kann. Eine Verflechtung bestehender Freiflächen in zusammenhängende Areale fördert dabei die Effektivität.

Zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen bedarf es nicht nur konkreter Beschlüsse seitens der Planungsträger, es sollte auch auf rechtliche Grundlagen zur Absicherung der Vorhaben zurückgegriffen werden können. Im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) sind seit längerem lufthygienische Belange verankert und finden u.a. durch die Festsetzung von Grenzwerten Berücksichtigung. Auch der Schutz des Klimas als ein anzustrebendes Ziel der Stadtplanung ist im neuen Baugesetzbuch (BauGB; § 1, Abs. 5, Nr. 7) enthalten, so daß bei Begründungen von Bebauungsplänen auf klimatische Gesichtspunkte Rücksicht genommen werden muß.

6.2 Allgemeine Planungshinweise aus klimaökologischer Sicht

Zur Bearbeitung der Planungshinweise ist eine Einteilung des Bottroper Stadtgebietes in drei Zonen sinnvoll. Danach ergibt sich folgendes Bild:

Der Norden Bottrops (Zone 1)

Von der nördlichen Stadtgrenze bis zur A 2 weist das Untersuchungsgebiet eine überwiegend landwirtschaftliche Nutzung mit eingeschalteten großflächigen Waldarealen auf. Der ländliche Siedlungsschwerpunkt Kirchhellen liegt ebenfalls in dieser Zone. Grundlage der Planungshinweise bildet Karte 2 (Verteilung der Lufttemperatur; Anlage).

Der Stadtkern Bottrops (Zone 2)

Südlich der A 2 schließt sich der kompakte Siedlungsbereich Bottrops an. Dieser reicht im Süden bis zum Süd- bzw. Ostring und wird im Südosten und Osten durch die Eisenbahnlinie nach Gladbeck eingegrenzt.

Grundlagen der Planungshinweise bilden Karte 2 (Verteilung der Lufttemperatur; Anlage) und Karte 5 (Ökologische Auswirkungen ausgewählter Freiflächen; Anlage).

Der Südosten Bottrops (Zone 3)

Südlich und östlich der Zone 2 beginnt der stark durch Industrie- und Gewerbeansiedlungen sowie durch Industriebrachen und Bergehalden geprägte Raum der Emscherniederung.

Grundlagen der Planungshinweise bilden Karte 3 (Verteilung der Lufttemperatur; Anlage) und Karte 5 (Klimaökologische Bewertung von Freiflächen; Anlage).

6.2.1 Der Norden Bottrops (Zone 1)

Diese Zone bedarf aufgrund ihrer überwiegenden land- und forstwirtschaftlichen Nutzung keiner klimameliorierenden Maßnahmen. Karte 2 (Anlage) zeigt keine großflächigen Überwärmungsbereiche. Auch die lufthygienische Situation stellt sich wegen der geringen Emissionen sowie infolge des hohen Flächenanteils schadstofffilternder Vegetation als nur gering belastet dar.

Diesem Gebiet kommt jedoch für bioklimatische Ausgleichsfunktionen eine bedeutende Stellung zu. Obwohl aufgrund der nördlichen Lage dieses Terrains zum Bottroper Stadtkern (Bottrop hat lediglich ca. 8% Stundenanteil an Nordwinden pro Jahr) und der schwachen Reliefierung sowie des in West-Ost-Richtung verlaufenden Straßendamms der A 2 bodennahe Ausgleichsströmungen zum Stadtkern und in die Industriegebiete Bottrops nur bedingt stattfinden, ist dieses Frischluftreservoir unbedingt zu erhalten. Es dient nicht zuletzt auch der Verbesserung der Umweltqualität der Nachbarstädte Gladbeck und Gelsenkirchen.

Besonderer Wert sollte auf die Erhaltung der vorhandenen, ausgedehnten Waldgebiete gelegt werden. Ihre bioklimatischen und luftregenerierenden Eigenschaften sind von großer Bedeutung. Zudem kommt den Waldflächen eine wichtige Naherholungsfunktion für die Bevölkerung zu. Bei zukünftigen Bauvorhaben sollten weitere West-Ost verlaufende Aufschüttungen in diesem Gebiet, insbesondere in der Nähe des Stadtkerns, vermieden werden.

Der ländliche Siedlungsschwerpunkt Kirchhellen weist zwar gegenüber dem Umland eine leichte Überwärmung auf, ist aber wegen der geringen Intensität und Flächenausdehnung der Überwärmung nicht planungsbedürftig. Aus klimaökologischer Sicht ist daher eine weitere Verbauung und eine damit verbundene Zersiedelung nicht zu empfehlen.

6.2.2 Der Stadtkern Bottrops (Zone 2)

Karte 2 (Anlage) zeigt eine großflächige Wärmeinsel, die die gesamte Bottroper Innenstadt sowie Teile der Vororte Eigen, Boy, Welheim und Lehmkuhle überdeckt und durch Bereiche unterschiedlich starker Überwärmung charakterisiert ist.

Nach außen schließen sich Areale mit Stadtrandklima an, in denen eingeschaltete kühlere Gebiete liegen (Parkklima).

Die lufthygienische Situation entspricht in etwa der thermischen Verteilung. Der Innenstadtbereich weist im Mittel gegenüber der Stadtrandlage höhere Luftverschmutzungen auf.

Aus der thermischen und lufthygienischen Situation ergibt sich für den Bottroper Stadtkörper die Notwendigkeit, Ausgleichsströmungen aus den Stadtrandbereichen und dem sich anschließenden Umland ins Stadttinnere zu ermöglichen. Aufgrund der Siedlungsstruktur und des in Richtung Süden leicht abfallenden Geländes können diese großflächig nur aus dem Westen, Norden und Osten des Stadtgebietes erfolgen. Da bodennahe Ausgleichsströmungen aus nördlicher Richtung ins Stadtzentrum hinein wegen des West-Ost verlaufenden Straßendamms der A 2 nur bedingt zu erwarten sind und das Stadtgebiet im Westen und Osten an Nachbarstädte grenzt, ist es von Bedeutung, daß Freiflächen innerhalb des Stadtzentrums bzw. am Stadtrand vorhanden sind. Zur Steigerung der klimaökologischen Wirkung solcher Freiflächen ist es zudem außerordentlich wichtig, daß vorhandene Ausgleichsareale möglichst zusammenhängende Grüngürtel bilden. Als Kaltluftbahnen und Kaltluftentstehungsgebiete sowie luftfilternde Areale können sie dann für einen überörtlichen Klimaausgleich und für eine Verbesserung der lufthygienischen Situation sorgen.

Anhand Karte 5 (Anlage) sind ausgewählte Freiflächen mit klimaökologischen Wirkungen innerhalb des Stadtgebietes zu erkennen, die westlich und östlich des Stadtzentrums liegende Grüngürtel bilden. Dies ist bezüglich der Lebensqualität der Bevölkerung positiv zu bewerten. Diese Grüngürtel sollten nach Möglichkeit nicht noch weiter zergliedert werden (s. Planungshinweise der Zone 3). Tabelle 5 gibt eine kurze Charakterisierung der einzelnen Flächen wieder.

Die jeweils vorherrschende Vegetationsstruktur der ausgewiesenen Areale hat Einfluß auf die Kaltluftproduktion, auf die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und die Luftfiltrierung. Die Karte weist einen großen Teil der Flächen als sehr gute Kaltluftproduzenten aus, allerdings mit nur mäßiger lufthygienischer Wirkung. Aufgrund der hohen Immissionsbelastung in Bottrop wäre zur Verbesserung der Luftqualität deshalb eine generelle Umstrukturierung vorhandener Freiflächen von landwirtschaftlicher Nutzung in Wald bzw. Grünanlagen zu befürworten. In diesem Zusammenhang sind z.B. die Flächen im Nordosten (34, 35), im Osten (38), im Südosten (43) und im Süden (50, 51, 52, 53) zu nennen.

Die klimaökologische Wirkung von Freiflächen auf den Stadtbereich hängt wesentlich von den jeweiligen Ausbreitungsbedingungen ab. Die Windmessungen ergaben für den Bottroper Innenstadtbereich reduzierte Windgeschwindigkeiten, woraus verminderte Austauschverhältnisse resultieren. Zudem erlaubt die in Bottrop vorherrschende geschlossene Bebauung nur ein mäßiges Vordringen kühler, unbelasteter Luft in den Stadtkern. Daher ist zu beachten, daß nach Möglichkeit noch vorhandene Baulücken nicht geschlossen werden. Ebenfalls austauschhemmend wirken die Bahndämme einiger Eisenbahnlinien, z. B. derjenigen von Oberhausen nach Dorsten im Westen des Stadtkerns.

Bei Nichtbeachtung dieser Hinweise bleiben als Belüftungsbahnen in der Regel nur noch Straßenzüge übrig, die jedoch durch den Kfz-Verkehr immissionsbelastet sind.

Kleinere, in der Nähe des Stadtzentrums isoliert liegende Freiflächen haben bezüglich ihres klimaökologischen Einflusses auf umliegende Areale nur geringe Bedeutung. Dies ist zum einen in der nur schwachen Ausbildung eines eigenen Luftkörpers begründet, zum anderen in der Behinderung von Ausbreitungsmöglichkeiten durch die geschlossene Bebauung ihrer nächsten Umgebung. Das gilt z. B. für die Flächen 28, 29, 79, 81 und 82. Trotzdem ist die Erhaltung und Förderung derartiger Areale wichtig, da auch ein durch diese Bereiche induzierter „Oaseneffekt“ für die Bevölkerung von Nutzen ist.

Zur Verbesserung der klimatischen Situation im Stadtkern ist außerdem eine Reduzierung des hohen Versiegelungsgrades zu empfehlen bei gleichzeitiger Erhöhung des innerstädtischen Grünanteils. Von einer weiteren Bebauung dieses Bereiches ist aus klimaökologischer Sicht abzuraten.

Tabelle 5: Ökologische Auswirkungen untersuchter Freiflächen im Bottroper Untersuchungsgebiet

Nr.	Größe (ha)	Geschätzter Versiegelungsgrad (%)	Morphologische Struktur	Vegetationsstruktur Nutzung	Horizontüberdeckung durch Gehölze	Anschluß an andere Freiflächen
1	1,1	0	Tal	Wiese/Brache	unerheblich	Teil eines Grünzuges
2	1,3	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
3	1,7	0	Tal	Wiese	unerheblich	Teil eines Grünzuges
4	0,4	0	Tal	Brache	unerheblich	Teil eines Grünzuges
5	0,2	0	Tal	Wiese/Brache	unerheblich	Teil eines Grünzuges
6	6,8	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
7	4,3	0	Ebene	Acker/Wiese	unerheblich	Teil eines Grünzuges
8	2,0	0	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
9	0,2	2	Ebene	Parkanlage	erheblich	Teil eines Grünzuges
10	23,1	0	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
11	9,6	0	Tal	Wiese	unerheblich	Teil eines Grünzuges
12	9,1	0	Tal	Brache	unerheblich	Teil eines Grünzuges
13	4,1	5	Tal	Parkanlage/Brache	erheblich	Teil eines Grünzuges
14	2,9	2	Tal	Wiese mit Bäumen	unerheblich	Teil eines Grünzuges
15	22,4	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
16	1,4	2	Tal	Parkanlage	erheblich	Teil eines Grünzuges
17	9,5	0	Tal	Wald/Wiese/Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
18	0,8	10	Ebene	Parkanlage	erheblich	relativ isoliert
19	28,6	2	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
20	6,4	10	Tal	Kleingärten	erheblich	Teil eines Grünzuges
21	6,0	0	Tal	Teich/Wiese/Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
22	2,1	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
23	3,0	0	Tal	Brache	erheblich	Teil eines Grünzuges
24	17,2	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
25	21,1	10	Ebene	Kleingärten/Friedhof	erheblich	Teil eines Grünzuges
26	2,1	0	Ebene	Äcker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
27	1,1	5	Ebene	Garten/Grünanlage	unerheblich	relativ isoliert
28	1,8	2	Ebene	Grünanlage	unerheblich	isoliert
29	3,4	0	Ebene	Grünanlage	unerheblich	isoliert
30	0,4	5	Ebene	Grünanlage	erheblich	isoliert
31	8,1	10	Ebene	Kleingärten	erheblich	isoliert
32	9,5	5	Ebene	Friedhof	erheblich	isoliert
33	2,6	0	Ebene	Grünanlage	unerheblich	Teil eines Grünzuges
34	28,5	1	Tal	Acker	unerheblich	isoliert
35	12,4	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
36	97,0	0	Ebene	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
37	31,1	1	Tal	Wiese/Brache	unerheblich	Teil eines Grünzuges
38	13,2	0	Tal	Wiese	unerheblich	Teil eines Grünzuges
39	2,3	1	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
40	24,2	5	Ebene	Park	erheblich	Teil eines Grünzuges
41	32,2	10	Ebene	Friedhof	erheblich	Teil eines Grünzuges
42	11,1	10	Ebene	Wiese/Kleingärten	unerheblich	Teil eines Grünzuges
43	14,9	1	Ebene	Wiese/Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
44	27,6	1	Ebene	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
45	8,6	5	Ebene	Parkplatz/Wald	unerheblich	Teil eines Grünzuges
46	7,5	7	Tal	Friedhof/Wiese	erheblich	Teil eines Grünzuges
47	18,8	2	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
48	4,4	6	Kuppe	Kleingärten	unerheblich	Teil eines Grünzuges
49	1,1	0	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
50	5,3	0	Hang	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
51	5,5	0	Hang	Wiese	unerheblich	Teil eines Grünzuges
52	3,9	0	Hang	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
53	8,2	2	Hang	Acker/ Wiese mit Bäumen	unerheblich	Teil eines Grünzuges
54	0,9	5	Ebene	Garten/Spielplatz	unerheblich	Teil eines Grünzuges
55	0,7	0	Ebene	Grünanlage/Rasen	unerheblich	isoliert
56	0,9	0	Ebene	Grünanlage/Rasen	unerheblich	isoliert
57	6,5	2	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
58	7,1	2	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
59	2,7	4	Tal	Wiese	unerheblich	Teil eines Grünzuges
60	4,7	0	Kuppe	Halde (Park)	erheblich	isoliert
61	2,3	0	Tal	Brache	unerheblich	isoliert
62	1,1	0	Tal	Wald	erheblich	isoliert
63	5,4	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
64	3,4	0	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
65	2,3	2	Tal	Garten/Brache	erheblich	Teil eines Grünzuges
66	1,2	0	Tal	Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
67	1,1	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges

Tabelle 5: Ökologische Auswirkungen untersuchter Freiflächen im Bottroper Untersuchungsgebiet

Nr.	Größe (ha)	Geschätzter Versiegelungsgrad (%)	Morphologische Struktur	Vegetationsstruktur Nutzung	Horizontüberdeckung durch Gehölze	Anschluß an andere Freiflächen
68	12,2	0	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
69	1,1	0	Tal	Wiese	unerheblich	Teil eines Grünzuges
70	6,1	5	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
71	1,0	2	Tal	Acker	unerheblich	Teil eines Grünzuges
72	3,4	5	Tal	Brache	erheblich	Teil eines Grünzuges
73	4,5	0	Kuppe	Halde/Wald	erheblich	Teil eines Grünzuges
74	3,4	2	Ebene	Parkanlage	unerheblich	Teil eines Grünzuges
75	6,1	5	Ebene	Parkanlage	unerheblich	Teil eines Grünzuges
76	32,8	1	Kuppe	Halde, Gras	unerheblich	Anschluß an andere Grünflächen
77	29,2	0	Kuppe	Halde (Gehölze und Gras)	erheblich	Anschluß an andere Grünflächen
78	19,9	5	Ebene	Park	unerheblich	Anschluß an andere Grünflächen
79	1,7	10	Ebene	Friedhof	erheblich	isoliert
80	1,4	5	Ebene	Park	erheblich	isoliert
81	3,4	2	Hang	Wald	erheblich	isoliert
82	4,6	2	Ebene	Park	unerheblich	isoliert
83	8,2	0	Kuppe	Halde/Gehölze	erheblich	isoliert

6.2.3 Der Südosten Bottrops (Zone 3)

Diese Zone stellt den eigentlichen Problembereich des Stadtgebietes dar. Im Zusammenhang mit der morphographischen Situation, die durch die Flußniederung der Emscher geprägt wird und das häufige Auftreten von austauschhemmenden Bodeninversionen verursacht, bilden die hier angesiedelten Industrie- und Gewerbekomplexe ein hohes Emissionspotential. Da in dieser Zone auch Siedlungsbereiche vorhanden sind, ist die hohe Schadstoffbelastung der bodennahen Atmosphäre negativ zu bewerten.

Sowohl die belastete lufthygienische Situation als auch der hohe Versiegelungsgrad innerhalb dieses Gebietes sprechen gegen ein weiteres Zergliedern der noch in Ansätzen zusammenhängenden Freiflächen des Grünzuges C. Hier muß vielmehr aus klimatisch-lufthygienischer Sicht die von der Stadt Bottrop und vom Kommunalverband Ruhrgebiet geplante Erweiterung des Grünzuges C als Pufferzone zwischen den Städten Essen, Gelsenkirchen und Bottrop nachhaltig gefordert werden. Dazu sollte auch eine Renaturierung der eingedeichten Boye in Angriff genommen werden, die als offener Schmutzwasservorfluter zur Emscher genutzt wird. Hieraus resultieren u. a. erhebliche Geruchsbelästigungen.

Karte 3 (Anlage) zeigt in Zone 3 eine großflächige leichte Überwärmung. Zudem sind Wärmeinseln stärkerer Ausprägung im Norden der Welheimer Mark und westlich sowie nordwestlich Welheims zu erkennen. Die auf Versiegelung, aber auch auf Wärmeemissionen der Industrie- und Gewerbebetriebe und privater Haushalte beruhenden Temperaturanomalien wirken sich auch auf umliegende Areale aus (z. B. Welheimer Mark). Zur Vermeidung starker, großflächiger Überwärmungen sind innerhalb der betroffenen Bereiche klimaökologische Maßnahmen zu empfehlen. Das ist bei großen Industriearealen wie dem der Ruhrkohle AG durch Schaffung von klimaökologisch ausgleichenden Freiflächen möglich, denn hier sind genügend nicht beanspruchte Bereiche vorhanden. Da von den Betrieben neben Wärmeemissionen in erheblichem Maße auch Schadstoffabgaben ausgehen, sollte bei der Einrichtung derartiger Flächen zur Förderung luftfilternder Eigenschaften eine entsprechende Vegetationsstruktur (Rasenflächen mit lockerer Mischvegetation) in möglichst zusammenhängenden Arealen Verwendung finden.

Der südöstliche Teil Bottrops weist mehrere Gebiete niedriger Lufttemperaturen auf. Diese lokalen Temperaturerniedrigungen entstehen durch Kaltluftabfluß in morphologische Senken. Dadurch kann es zu bestimmten Zeitpunkten zu Schadstoffakkumulationen kommen. Dies gilt z. B. für das Gebiet östlich eines Tanklagers in der Welheimer Mark. Hier sind Sportplätze und sonstige Freizeiteinrichtungen nicht zu empfehlen.

Die im Gebiet vorherrschende Kleinkammerung des Geländes durch Bahndämme etc. beinhaltet ein zusätzliches Gefahrenpotential. Eine Überprüfung der Notwendigkeit dieser Bauwerke ist empfehlenswert, da die Möglichkeit besteht, daß einige keine Funktion mehr erfüllen. In diesen Fällen wäre es sinnvoll, den Verlauf der Dämme durch Schneisen zu unterbrechen, um Abflußbahnen für Kaltluftmassen zu schaffen.

Generell treten in Zone 3, also im südlichen Teil des Bottroper Stadtgebietes, ganzjährig nächtliche Bodeninversionen auf, die ebenfalls zu stark eingeschränkten Austauschbedingungen führen. Danach resultieren vor allem aus den Emissionen bodennaher Emittenten (Kfz-Verkehr, Hausbrand, Gewerbe) Schadstoffgehalte der Luft, die durch die Anreicherung unter der Inversionsobergrenze hohe Konzentrationen erreichen können. In diesen Situationen kann auch vorhandene Vegetation wegen mangelnder Luftbewegung lediglich reduzierte Filterwirkungen erzielen. Deshalb muß vorrangige Zielsetzung für den südlichen Teil des Bottroper Stadtgebietes sein, die Emissionen bodennaher Emittenten zu vermindern.

6.3 Schlußfolgerung

Die aufgeführten generellen Planungshinweise zeigen die Schwierigkeiten der Kommunen hinsichtlich notwendiger ökologischer Verbesserungen. Gerade in dem zum neu konzipierten „Emscher-Park“ gehörenden südöstlichen Teil Bottrops ist die Planung der zu ändernden Nutzung restlicher Freiflächen problematisch. Zum einen ist eine Erhaltung dieser Bereiche zur Sicherung der Umweltqualität für die klimatisch-lufthygienische Situation von besonderem Interesse, zum anderen müssen die Ruhrgebietsstädte auch auf eine Verbesserung ihrer Infrastruktur sowie Ausweisung von Wohn-/Gewerbeflächen Wert legen. Eine sorgfältige Abwägung der privaten und öffentlichen Belange unter besonderer Berücksichtigung der klimatisch-lufthygienischen Fragestellungen ist daher unerlässlich.

Literaturverzeichnis

Dege, W.; Dege, W.:

Das Ruhrgebiet. = Geocolleg 3. 3. Auflage. Berlin 1983

Finke, L.:

Zuordnung und Mischung von bebauten und begrünten Flächen. = Schr. R. Städtebauliche Forschung d.BM.f. Raumordnung, Bauwesen u. Städtebau, H. 03.044. Bonn 1976

Gräfe, H.:

Computerbewertung klimaökologischer Wirkungen von Freiflächen — eine Beurteilungshilfe für die Bauleitplanung. Vortrag auf der 18. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie vom 25.9.-30.9.1988, Universität Essen; im Druck

Klimaatlas Nordrhein-Westfalen:

Hrsg. Deutscher Wetterdienst. Offenbach/M. 1960

Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.):**Lohmeyer, A.; Plate, E.:**

Windfeld und Abgasausbreitung an Bergehalden. = Arbeitshefte Ruhrgebiet, A 026. Essen 1986

Regionales Freiraumsystem Ruhrgebiet. RFR 85. Essen 1986

Städte- und Kreisstatistik Ruhrgebiet 1987. Essen 1987

Stock, P.; Beckröge, W.; Kiese, O.; Kuttler, W.; Lüftner, H.:

Klimaanalyse Stadt Dortmund. = Planungshefte Ruhrgebiet, P 018. Essen 1986

Kuttler, W.:

Einflußgrößen gesundheitsgefährdender Wetterlagen und deren bioklimatische Auswirkungen auf potentielle Erholungsgebiete am Beispiel des Ruhrgebietes und des Sauerlandes. = Bochumer Geographische Arbeiten, Heft 36. Bochum 1979

Kuttler, W.:

Stadtklima. Struktur und Möglichkeiten zu seiner Verbesserung. In: Geographische Rundschau 37 (1985), H. 5, S. 226-233

Kuttler, W.:

Lufthygienische und stadtklimatologische Aspekte des Rhein-Ruhr-Raumes. In: Geographische Rundschau 40 (1988), H. 7-8, S. 56-62

Landsberg, H. E.:

The Urban Climate. = International Geophysics Series, Vol. 28. New York 1981

LIS (Landesanstalt für Immissionsschutz) (Hrsg.):

Berichte über die Luftqualität in Nordrhein-Westfalen. TEMES-Jahresbericht 1986. Ergebnisse aus dem Telemetrischen Immissionsmeßnetz TEMES in Nordrhein-Westfalen. Essen 1988

OKE, T. R.:

City Size and the Urban Heat Island. In: Atmospheric Environment, Vol. 7. 1973

OKE, T. R.:

The Energetic Basis of the Urban Heat Island. In: Quart. J. R. Met. Soc. (1982), Nr. 108, S. 1-24

OKE, T. R.:

Boundary Layer Climates. London, New York 1983

Schirmer, H.:

Betrachtungen zum Stadtklima. In: Die Mittelstadt (I. Teil: Stadtforschung I) = Forsch. u. Sitz. Ber. 52: S. 79-97. Akad. f. Raumforschung u. Landesplanung. Hannover 1969

VDI — Kommission Reinhaltung der Luft (Hrsg.):

Stadtklima und Luftreinhaltung. Berlin 1988

Die Meßergebnisse basieren u. a. auf folgenden Untersuchungen:

Hartkemper, C.:

Die Bedeutung diskontinuierlicher luftchemischer Analysen für die Planung in industriellen Ballungsräumen — dargestellt am Beispiel des Stadtgebietes Bottrop-Südost. Bochum 1988 (Unveröff. Dipl.-Arbeit, erstellt am Geogr. Institut der Ruhr-Universität Bochum)

Kuttler, W.; Bangert, H.:

Klimatologisch-lufthygienische Untersuchungen im Raum Bottrop-Südost, 2. Zwischenbericht. Essen 1987 (Unveröff. Gutachten im Auftrag des Kommunalverbandes Ruhrgebiet)

Kuttler, W.; Barlag, A.-B.:

Klimatologische Untersuchungen im Raum Bottrop, Abschlußbericht. Essen 1988 (Unveröff. Gutachten im Auftrag des Kommunalverbandes Ruhrgebiet)

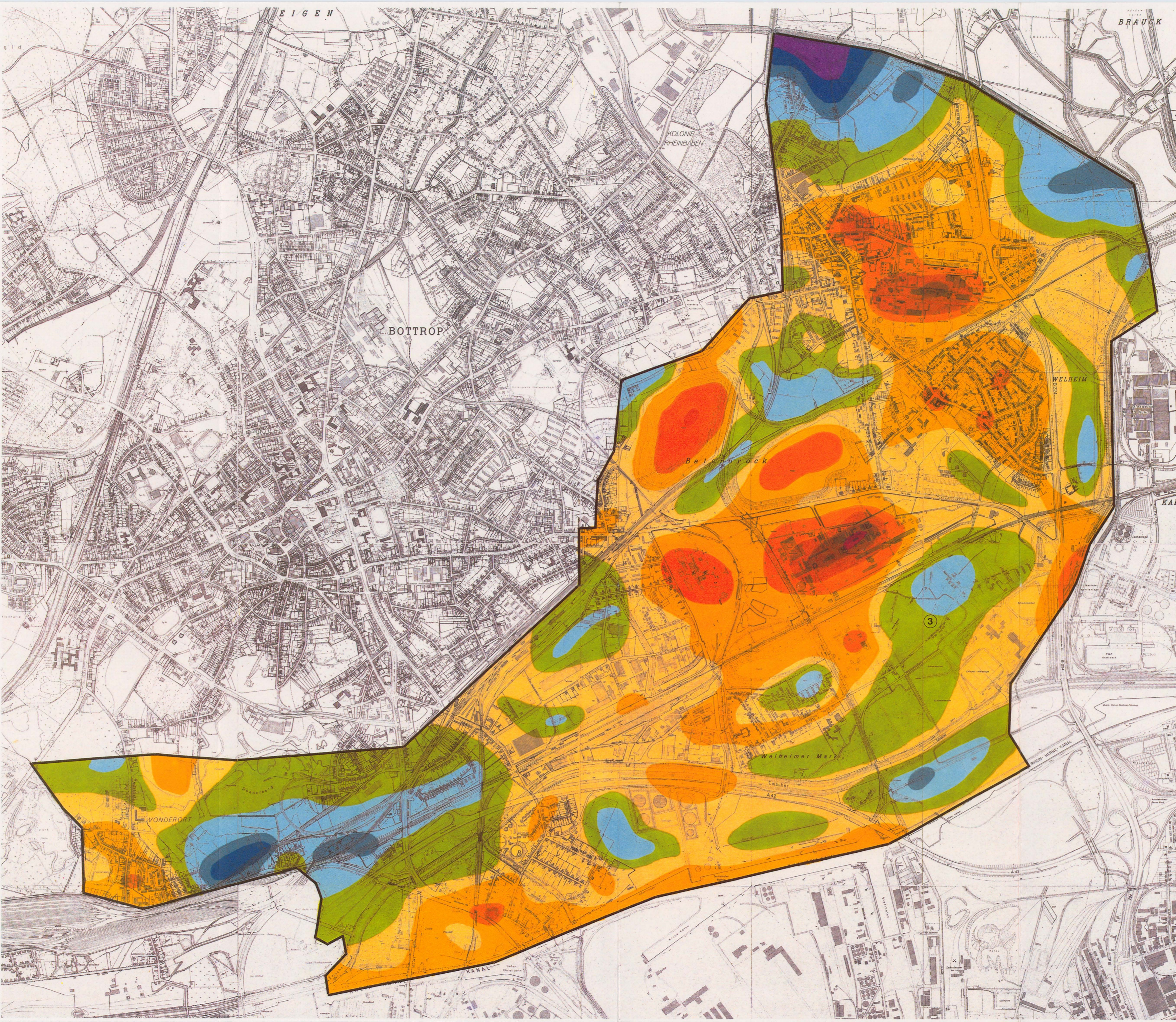
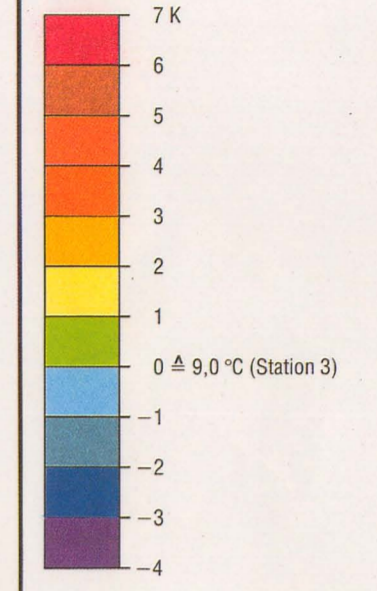
KLIMAANALYSE STADT BOTTROP

Maßstab 1 : 15.000

Verteilung der Lufttemperatur (Nachtsituation)
vom 23./24.04.1987, 21.00 – 01.10 Uhr MEZ

Isanomalen der Lufttemperatur (K)
zur Station 3 (Welheimer Mark)

LEGENDE



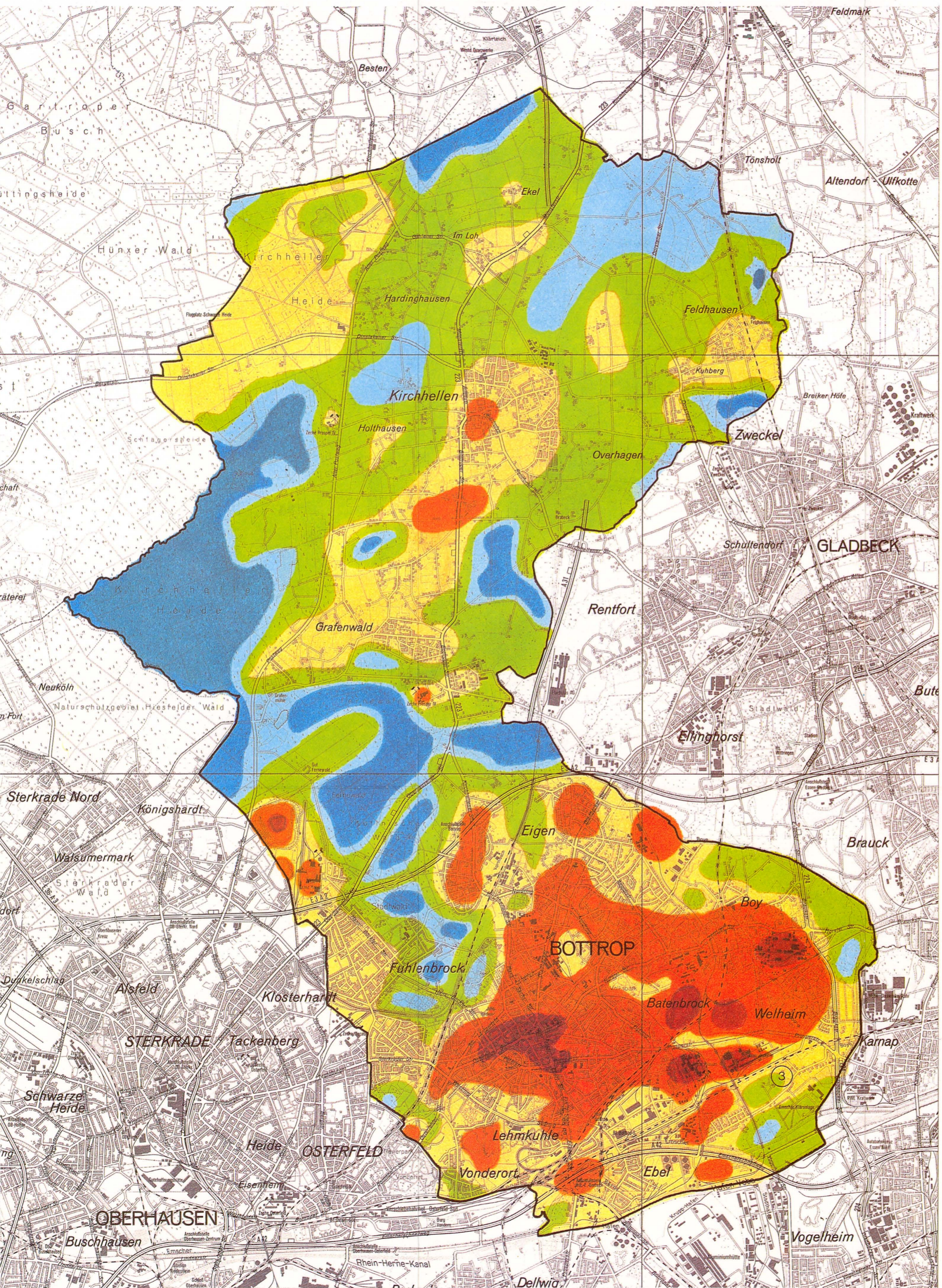
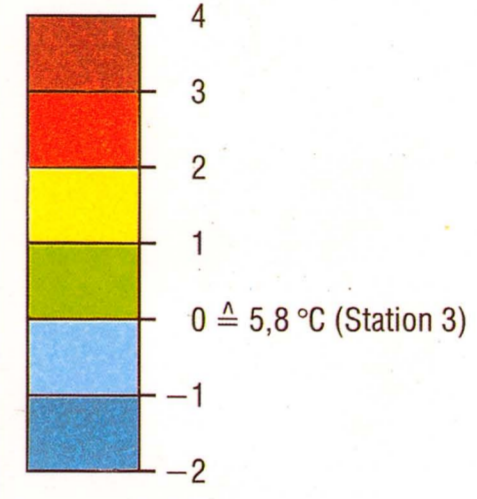
KLIMAANALYSE STADT BOTTROP

1:50 000
0 1 2 3 4 km

Verteilung der Lufttemperatur (Nachtsituation)
vom 03./04.10.1987, 22.00 – 02.08 Uhr MEZ

Isanomalien der Lufttemperatur (K)
zur Station 3 (Welheimer Mark)

LEGENDE



Kommunalverband
Ruhrgebiet
Abteilung Karten-/Luftbildwesen und Stadtklimatologie

KLIMAANALYSE STADT BOTTROP

Maßstab 1 : 15.000

Klimaökologische Wirkung ausgewählter Freiflächen

Legende

- Kaltluftproduktion/Luftfeuchtigkeit**
- Sehr gute Kaltluftproduktion (Acker, Wiese: am Tage Erwärmung, nachts Abkühlung durch Ausstrahlung). Mäßige Erhöhung der Luftfeuchte aufgrund guter Wasserversorgung (bei Ackerstandorten nur während der Vegetationsperiode).
 - Gute Kaltluftproduktion (Mischpark: tagsüber rel. kühl durch Strahlungsschutz der Vegetation und Verdunstung, nachts kühlend durch Kaltluftproduktion der Rasenflächen). Starke Erhöhung der Luftfeuchte aufgrund ausreichender Mischung zwischen Rasenflächen u. Holzstrukturen.
 - Mäßige Kaltluftproduktion (Wald: am Tage Temperaturerniedrigung, nachts Kaltluftproduktion geringerer Intensität). Sehr starke Erhöhung der Luftfeuchte aufgrund der geschlossenen Vegetationsstruktur.
- Lufthygiene**
- Sehr gute Luftfiltration durch die Vegetationsstruktur (Wald, Mischpark mit Bäumen und Sträuchern).
 - Gute bis mittlere Luftfiltration durch die Vegetationsstruktur (Park mit geringer Baum- und Strauchstruktur).
 - Hang- oder Kuppenlage mit hohem Belüftungsgrad. Nächtlicher Kaltluftabfluß mit Immissionsgefährdung am Haldenfuß.
 - Tal- und Muldenlage mit Kaltluftbildung. Mögliche Immissionsgefährdung!
 - Die angegebenen Grunddaten der Fläche lassen keine klimaökologische Wirkung für die nähere Umgebung erwarten.
 - Flächennummer

Computergestützte Bewertung (D-base II)
Bearbeitet von R. Pudwill, Universität-GHS-Essen
Herausgegeben vom Kommunalverband Ruhrgebiet,
Essen 1988

