



DWD

AMTLICHES GUTACHTEN

STADTKLIMA GIESSEN

Mai 1995

Deutscher Wetterdienst

Wetteramt Frankfurt

DEUTSCHER WETTERDIENST
WETTERAMT FRANKFURT



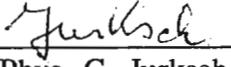
AMTLICHES GUTACHTEN
STADTKLIMA GIESSEN

Auftraggeber: Stadt Gießen

Anzahl der Seiten	88
Anzahl der Tabellen	28
Anzahl der Abbildungen	7
Anzahl der Karten	11
Anhang	-

wissenschaftliche Bearbeitung: Dipl.-Met.'in E. Penda
Regierungsrätin

Offenbach am Main, den 24.05.1995


Dipl.-Phys. G. Jurksch
Leitender Regierungsdirektor



Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt; außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhaltes, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

EDV-Kennung

532-35353-05-0595

Inhaltsverzeichnis



Seite

1	EINLEITUNG	1
2	BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGBIETES	1
2.1	Ist-Zustand	1
2.2	Planungsgebiete	2
3	METHODEN DER DATENGEWINNUNG UND KLIMADARSTELLUNG	4
4	VERWENDETES DATENMATERIAL UND UNTERSUCHUNGS- METHODE	5
5	ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN ZUM STADTKLIMA	6
6	KLIMATISCHE VERHÄLTNISSE IN GIESSEN UND UMGEBUNG	9
6.1	Niederschlag, Sonnenscheindauer und Lufttemperatur	9
6.2	Windverhältnisse	10
6.2.1	Allgemeine Betrachtungen	10
6.2.2	Windgeschwindigkeit und Windrichtung	11
7	AUSTAUSCHVERHÄLTNISSE IM UNTERSUCHUNGSGBIET	12
7.1	Definitionen von austauscharmen Wetterlagen	13
7.2	Häufigkeit und Andauer von austauscharmen Wetterlagen	14
8	ERGEBNISSE DER WINDMESSUNGEN IM UNTERSUCHUNGSGBIET	14
8.1	Windgeschwindigkeit	15
8.2	Windrichtung	16
8.3	Repräsentanz der Meßdaten	18
9	ERGEBNISSE DER LUFTTEMPERATURMESSUNGEN IM UNTERSUCHUNGSGBIET	19
10	KLIMAFUNKTIONEN	21



Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

11	PLANUNGSHINWEISE FÜR DIE BELANGE IN DER RÄUMLICHEN PLANUNG	24
11.1	Bewertungsverfahren	24
11.2	Allgemeine Ziele und Empfehlungen der klimaorientierten Stadtplanung	24
11.3	Planungshinweise für vorgesehene Baumaßnahmen	28
11.3.1	Nördliches Lahntal: Erweiterung der Weststadt	28
11.3.2	Nördliches Lahntal: Baugebiet westlich der Marburger Straße	29
11.3.3	Nördliches Lahntal: Heuchelheimer Straße	30
11.3.4	Nördliches Lahntal: Kleingärten/Brückenbau Lahn	32
11.3.5	Kugelberg	32
11.3.6	Lützellinden	33
11.3.7	Kleinlinden	35
11.3.8	Allendorf	35
11.3.9	Schlangenzahl/Gleisdreieck	36
11.3.10	Schiffenberger Tal	37
11.3.11	Wieseckau: US-Depot	38
11.3.12	Wieseckau: Rödgen	40
11.3.13	Wieseckau: Krebsacker	41
12	ZUSAMMENFASSUNG	42
13	LITERATURVERZEICHNIS	44
14	VERZEICHNIS DER TABELLEN, ABBILDUNGEN UND KARTEN	47
15	KLIMATISCHE WIRKUNGEN VON DACH- UND FASSADEN-BEGRÜNUNGEN SOWIE VON GRÜNZÜGEN	52



1 EINLEITUNG

Zu einer umweltgerechten Planung gehört die Berücksichtigung des Planungsfaktors "Klima". Seine Beachtung ist von Bedeutung, um eventuell negativen Auswirkungen der durch die Stadtentwicklung verursachten, spezifisch urbanen Klimaveränderungen auf Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen gezielt begegnen zu können.

Die Stadt Gießen beauftragte daher in Absprache mit der Hessischen Landesanstalt für Umwelt (HLfU) die Technische Hochschule Darmstadt, die klimatischen Verhältnisse im Stadtgebiet und dem näheren Umland zu untersuchen. Dabei sollten die im Zusammenhang mit anstehenden Planungen erwarteten kleinräumigen Veränderungen aufgezeigt werden. Das von der Technischen Hochschule Darmstadt vorliegende Gutachten beinhaltet dabei im wesentlichen die Beschreibung des gewonnenen umfangreichen Datenmaterials. Planungsrelevante Aussagen zu den einzelnen Planungsräumen sind jedoch nur ansatzweise im Gutachten enthalten, d. h. die für den Anwendungszweck klimatisch bedeutungsvollen Vorgänge sind nicht in notwendiger Ausführlichkeit dargestellt.

Aus diesem Grunde beauftragte das Stadtplanungsamt Gießen das Wetteramt Frankfurt eine Nachinterpretation des bereits vorliegenden Datenmaterials vorzunehmen, wobei vor allem die derzeitigen thermischen und strömungsmechanischen Verhältnisse detaillierter diskutiert werden sollten.

Ziel dieses letzteren Gutachtens ist es also, eine Bewertung der gesamt-klimatischen Situation zu geben und insbesondere die lokalklimatisch bedeutsamen Strömungsverhältnisse herauszuarbeiten. Weiterhin werden Planungshinweise zur strukturellen Entwicklung der fünf Planungsgebiete aus dem aktuellen klimatologischen Kenntnisstand sowie aus den vorliegenden Messungen abgeleitet.

2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

2.1 Ist-Zustand

Das Stadtgebiet Gießen erstreckt sich entlang der Lahn im Gießener Becken. Dabei hat die Lahn im Stadtgebiet eine Flußlänge von ca. 6,5 km. Das Gießener Becken ist von den Ausläufern des Vogelsberg im Osten, des Taunus im Südwesten und des Westerwaldes im Nordwesten umgeben. Ferner wird es durch das Marburger Bergland im Norden, von der Wetterau im Südosten und vom Weilburger Lahntal im Westen begrenzt.



Das Stadtzentrum von Gießen liegt ca. 159 m über NN. Der niedrigste Punkt im Stadtgebiet mit 155 m über NN befindet sich in den Lahnwiesen zwischen Gießen-Kleinlinden und Heuchelheim, der höchste ist mit 304 m über NN der Hangelstein als Ausläufer des Vogelsberg.

Die Fläche des Stadtgebietes umfaßt ca. 72,5 km² (Stand 12/1992). Davon werden ca. 23 km² landwirtschaftlich genutzt. Die größte Waldfläche liegt im Südosten von Gießen. Es handelt sich dabei um den Gießener Stadtwald, den Staatsforst Gießen und den Bergwerkswald.

Die folgende Tabelle zeigt die Flächenanteile unterschiedlicher Nutzungsarten für das Stadtgebiet Gießen:

Nutzungsart	in ha	%
Gebäude/Freifläche	1.537	21,2
Betriebsflächen	92	1,3
Erholung	209	2,9
Verkehr	861	11,9
Landwirtschaft	2.297	31,7
Waldfläche	1.682	23,2
Wasserfläche	101	1,4
Sonstige	477	6,6

(Quelle: Statistischer Jahresbericht 1992, Magistrat der Universitätsstadt Gießen)

2.2 Planungsgebiete

In den verschiedenen Bereichen des Untersuchungsgebietes ist die Ansiedlung von Wohnbebauung und Gewerbe vorgesehen (Karten 1 bis 4).



Nördliches Lahntal (Karte 1)

- Erweiterung der Weststadt (Mischgebiet/Wohngebiet 3-4geschossig)
- westlich der Marburger Straße (Gewerbegebiet/Mischgebiet/Wohngebiet, 2-4geschossig)
- Heuchelheimer Straße (Gewerbegebiet)

Ferner soll untersucht werden, welche klimatischen Auswirkungen bei Querung der Lahn in Verlängerung der Sudetenlandstraße durch ein Brückenbauwerk für Fußgänger und Radfahrer zu erwarten sind. Darüber hinaus ist grundsätzlich die klimatische Funktion der Kleingärten im nördlichen Lahntal zu beurteilen. Zusätzlich sind die Flächen zwischen der Licher Straße und Grünberger Straße entlang der Straße Kugelberg auf ihre Belüftungsfunktion zu untersuchen.

Kleinlinden/Allendorf/Lützellinden (Karte 2 und 3)

- Gewerbepark Lützellinden (Gewerbegebiet)
- Ortserweiterung Kleinlinden im Westen (Wohngebiet)
- Schlangenzahl (Wohngebiet, 4geschossig)
- Ortserweiterung Allendorf (Wohngebiet)

Schiffenberger Tal (Karte 3)

- Flächen der ehemaligen Tongrube (Gewerbegebiet, 3geschossig)

Wieseckaue (Karte 4)

- US-Depot
- Rödgen (Wohngebiet, 2geschossig)
- Krebsacker (Gewerbegebiet, 4geschossig)



3 METHODEN DER DATENGEWINNUNG UND KLIMADARSTELLUNG

Für eine umweltgerechte Planung müssen Landschaftsfaktoren und ihr Wirkungsgefüge mit den menschlichen Nutzungsansprüchen in Verbindung gebracht und bewertet werden. Zu den Landschaftsfaktoren gehört neben dem Geländere relief, der Bodenbeschaffenheit und der Vegetation auch das Klima.

Unter dem Klima eines Ortes, einer Landschaft oder eines Landes wird die Gesamtheit aller meteorologischen Zustände und Vorgänge während eines längeren Zeitraumes (Periode) verstanden. Diese Periode muß genügend lang sein, um die charakteristischen Gesamteigenschaften sicher festzulegen. Die Auswirkungen des Wettergeschehens auf die Biosphäre gehören ebenfalls in den Begriff "Klima".

Das Klima und seine unterschiedlichen Ausprägungen entstehen unter dem Einfluß der natürlichen und anthropogenen klimatischen Wirkungsfaktoren. Zu den natürlichen Klimafaktoren gehören beispielsweise die geographische Breite, die Art des Untergrundes, die Höhenlage. Anthropogene Faktoren sind Bebauung, Industrie- und Verkehrsanlagen sowie Nutzungsänderungen.

Das Klima eines Ortes läßt sich zusammengefaßt und übersichtlich durch Darstellung statistischer Kenngrößen in Tabellen und Abbildungen beschreiben. Die im Verlaufe vieler Jahre gesammelten Meß- und Beobachtungsdaten geben somit, zusammengefaßt in Mittel- und Extremwerte, Andauerstatistik und Häufigkeitsverteilungen, einen Überblick über die örtlichen klimatischen Verhältnisse. Die grundlegenden Messungen und Beobachtungen sind nach einheitlichen Verfahren und mit standardisierten Meßgeräten durchzuführen. Bei der Auswahl der Beobachtungsstationen wird großer Wert auf die Übertragbarkeit der Meßwerte auf die Umgebung gelegt.

Für viele Fragen der angewandten Klimatologie sind jedoch die aus Standardmeßnetzen gewonnenen Daten nicht ausreichend. Dieses gilt besonders bei kleinräumigen Maßstäben, d. h. für Begutachtungen von Standorten im Zusammenhang mit Planungen von Gebäuden, Kraftwerken, Industriebetrieben usw. Für diese Zwecke sind ergänzende Sondermessungen notwendig. Sie umfassen in der Regel den etwa zweijährigen Betrieb eines Temporärstationsnetzes und werden durch Profilmessfahrten sowie durch wetterlagenabhängige kleinaerologische Messungen ergänzt. Da temporäre Messungen, Profilmessfahrten



und Kleinsondenaufstiege nur einen kurzen Zeitraum überdecken, müssen diese Messungen mit den langjährigen Datenreihen sinnvoll verknüpft werden.

Die gewonnenen Meßdaten lassen sich zur Interpretation beispielsweise in Form von tageszeitlichen Windrosen, windrichtungsabhängige Schadstoffverteilungen sowie als Tages- und Jahrgänge der einzelnen Klimaelemente zusammengefaßt darstellen.

Ferner können sie als Eingangsdaten für Modellrechnungen verwendet und gleichzeitig zur Verifikation der Modellergebnisse herangezogen werden. So können zum Beispiel Zusammenhänge klimasteuernder Prozesse mittels mathematisch-physikalischen Stadtklimamodellen simuliert werden. Der Vorteil der Modellsimulation liegt darin, daß sowohl Ist-Zustände als auch Planungszustände erfaßt werden können. Ein Vergleich der Modellergebnisse zwischen Planungszuständen und Ist-Zuständen liefert dann in guter Näherung Aussagen zu den Auswirkungen der Bebauung. Zur Berücksichtigung des Parameters "Klima" liegen im Deutschen Wetterdienst das Stadtklimamodell MUKLIMO (MikrostaIiges Urban KLIma-MOdelI, Sievers und Zdenkowski, 1986) und das Stadtbioklimamodell UBIKLIM (Urbanes BIoKLIma Modell) vor.

4 VERWENDETES DATENMATERIAL UND UNTERSUCHUNGSMETHODE

Für die Beurteilung der klimatischen Situation im Stadtgebiet Gießen steht umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung. Dies umfaßt zum einen langjährige Messungen aus dem klimatologischen Meßnetz des Deutschen Wetterdienstes. Zum anderen sind zur detaillierten Erfassung der klimatischen Verhältnisse auch die Meßdaten der Technischen Hochschule Darmstadt verfügbar.

In Zusammenarbeit mit dem Amt für Umwelt und Natur der Stadt Gießen richtete die Technische Hochschule Darmstadt zudem fünf Meßstationen im Untersuchungsgebiet ein, die im Zeitraum von Oktober 1990 bis November 1991 betrieben wurden. Die Lage der Stationen ist der Karte 5 zu entnehmen. Die gewonnenen Rohdaten dieser Stationen wurden dem Wetteramt Frankfurt zur Verfügung gestellt, erneut aufbereitet und für Statistiken verarbeitet. Die erstellten Statistiken geben Aufschluß über die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet und zeigen tagesperiodische Unterschiede im Windfeld auf.



Ferner wurden von der Technischen Hochschule Darmstadt während ausgewählter Strahlungswetterlagen im Zeitraum Juli bis Dezember 1991 Punktmessungen im Stadtgebiet von Gießen vorgenommen, um kleinräumige und lokalklimatisch bedeutende Erscheinungen zu untersuchen. Für das vorliegende Gutachten wurden die Temperaturmessungen der einzelnen Meßfahrten für Monate gemittelt und zur Erfassung des Wärmeinseleffektes verwendet. Die Meßfahrten fanden an folgenden Tagen statt:

am 22. und 23. Juli 1991
am 29. und 30. Juli 1991
vom 05. bis 07. August 1991
vom 28. bis 31. Oktober 1991
vom 10. bis 13. Dezember 1991.

Wegen der allgemeinen Bedeutung von Dachbegrünung und Grünzügen für Bauvorhaben wurde dem Gutachten als Kapitel 13 ein Anhang beigelegt, der sich allgemein mit den klimatischen Auswirkungen von Dach- und Fassadenbegrünung sowie mit den Grünzügen befaßt.

5 ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN ZUM STADTKLIMA

Die Berücksichtigung klimatischer Gegebenheiten und lufthygienischer Gesichtspunkte ist - wie einleitend schon hervorgehoben - bei allen bedeutsamen Planungen, vor allem in der Stadt- und Landschaftsplanung, besonders wichtig.

Fragen des Stadtklimas mit den meteorologischen Besonderheiten einer durch Bauwerke veränderten Erdoberfläche gehören im Falle ausgedehnter Stadtlandschaften dem sogenannten Mesoscale an, dessen charakteristische horizontale Erstreckung zwischen 10 km und 200 km liegt. Beim Übergang zum einzelnen Stadtteil, d. h. in den Geltungsbereich eines Bebauungsplanes oder bei der Begutachtung eines Standortes gelangt man in den "lokalen Scale", dessen typische Maßstabslängen zwischen 100 m und 10 km liegen.

"Das Stadtklima ist das durch die Wechselwirkung mit der Bebauung und deren Auswirkungen (einschließlich Abwärme und Emission von luftverunreinigenden Stoffen) modifizierte Klima" (Definition der World Meteorological Organization 1981). Verursacht wird dies durch die Art und Dichte der



Bebauung, das Wärmespeichungsvermögen der Baustoffe, die Versiegelung des Bodens, das Fehlen der Vegetation, durch einen veränderten Wasserhaushalt und die vermehrte Emission von Abgasen, Aerosolen und Abwärme. Wechselseitig bedingend ergeben sich daraus markante Phänomene des Stadtklimas, etwa die Entstehung einer Wärmeinsel, erhöhte Lufttrübung, in der Regel reduzierte Windgeschwindigkeit und Windzirkulation, vermehrte Niederschläge und verminderte Ultraviolett-einstrahlung (SCHIRMER ET AL., 1987). Infolge der unterschiedlichen lokalklimatischen Verhältnisse sowie der unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheit und des Geländereiefs prägt jede Stadt ihr eigenes Stadtklima.

So sind beispielsweise die erhöhten Lufttemperaturen innerhalb einer städtischen Bebauung unter anderem auch auf die verwendeten Baumaterialien und Hochhäuser zurückzuführen. Beton besitzt zum Beispiel eine etwa zehnmal größere Wärmekapazität als Ziegelsteine. Ferner vergrößert sich durch Hochhäuser die für Energieumsatzprozesse zur Verfügung stehende Fläche um einen Faktor bis zu sechs (KUTTLER, 1985), so daß hierdurch höhere Lufttemperaturen verursacht werden. Darüber hinaus trägt der Straßenverkehr mit seinen Abgas- und Wärmeemissionen zur Lufttemperaturerhöhung bei.

Besonders bei Wetterlagen mit geringem horizontalen Druckgradienten und starker nächtlicher Ausstrahlung des Bodens werden die Klimaelemente wie Lufttemperatur, Wasserdampfgehalt der Luft (Feuchte), Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Strahlung und Bewölkung durch lokale und anthropogene Faktoren in der Stadt beeinflusst. Diese windschwachen Strahlungssituationen kommen im Rhein-Main-Gebiet im Mittel zu etwa 35 % bis 40 % eines Gesamtjahreszeitraumes vor (HESS, BREZOWSKY, 1977). Mit einem gleichen Anteil ist auch im Gießener Lahntal zu rechnen.

Bei solchen Wettersituationen spielen lokalklimatische Besonderheiten, wie beispielweise die Frischluftzufuhr innerhalb eines Stadtgebietes, eine bedeutende Rolle. Vor allem bei windschwachen Hochdruckwetterlagen, die häufig mit Bodeninversionen (Temperaturzunahme mit der Höhe) verbunden sind, kommt der thermisch bedingten lokalen Windzirkulation eine große Bedeutung zu, da sich durch Zufuhr von "Frischluft" die Anreicherung von emittierten Schadstoffen aus Industrie, Hausbrand und Verkehr in und über den Wohngebieten verringert. Die lokalen Windströmungen unterschiedlicher Intensität und Mächtigkeit werden jedoch durch dichte Bebauung sehr schnell gemindert. Jedoch können lokale Luftströmungen in den Randbezirken oder außerhalb des Stadtkerns eine merkliche klimatische Verbesserung bringen.



Wetterlagen mit höheren Windgeschwindigkeiten zeigen diese Problematik nicht, da bei ihnen im allgemeinen die horizontale Durchmischung ausreicht, um Frischluft heranzuführen und eventuelle, in die Atmosphäre gelangte Schadstoffe zu verdünnen und abzutransportieren.

Ein besonderes Phänomen ist bei den windschwachen, wolkenarmen Wetterlagen die Überwärmung der Stadt (städtischen Wärmeinsel) in den Nachtstunden. Vor allem im Sommerhalbjahr, etwa zwischen Mai und Oktober, können in Ballungsräumen Unterschiede der Lufttemperatur von 10 K¹ und mehr zwischen Stadtzentren und Freiland beobachtet werden (DWD, 1975 bis 1979). Ursache hierfür sind Art und Dichte der Bebauung, Besonnung und Beschattung der Flächen, die Wärmekapazität der Baustoffe, die Versiegelung des natürlichen Bodens und die wegen der geringen Grünflächen verminderte Verdunstung. Der Unterschied der Lufttemperatur zwischen bebauten und unbebauten Flächen ist bei Strahlungswetterlagen in den Abend- und Nachtstunden am größten, da wegen der erhöhten langwelligen Gegenstrahlung in der Stadt und wegen der tagsüber in den Bauwerken gespeicherten Wärme die nächtliche Abkühlung verzögert wird. Dies spiegelt sich im mittleren Tagesgang der Lufttemperatur wider, der für die Nachtstunden den größten Unterschied der Lufttemperatur zwischen bebautem und weniger bebautem Gelände aufweist. Tagsüber ist der Unterschied nur gering, da die vertikale und horizontale Durchmischung für eine Angleichung der Lufttemperatur sorgt.

Probleme der Stadtklimatologie stehen in unmittelbarer Beziehung zur Bioklimatologie, denn das Klima zählt zu den natürlichen Lebensgrundlagen, deren Erhaltung und Sicherung bei jeglicher Art von Planungsmaßnahmen zu berücksichtigen sind. Besonders in großen Städten und Industriegebieten ist das zeitweise Auftreten von sommerlicher Überwärmung, die herbstliche und winterliche Naßkälte in stagnierender Luft, der verminderte Strahlungsgenuß infolge Dunstes oder Nebels sowie die erhöhten Luftbeimengungen bei austauscharmen Wetterlagen belastend für den Menschen. Ferner können Gebäude, die die Bauwerke der Umgebung wesentlich überragen, die Windverhältnisse in ihrer Umgebung stark beeinflussen. Dabei können nicht nur unangenehme, sondern sogar Menschen gefährdende Windgeschwindigkeiten in Bodennähe auftreten. Daher interessieren im Bereich der Stadtplanung insbesondere die Einflüsse der Baustruktur auf die meteorologischen Felder in den unteren 1 m bis 2 m einer Straße, eines Parks oder eines Innenhofes (VDI, 1988).

¹ Einheitszeichen K = Kelvin; Für die Umrechnung eines Temperaturwertes von K in °C und umgekehrt gilt: $T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15$; $t(^{\circ}C) = T(K) - 273,15$



In Verdichtungsgebieten, wie es Stadtgebiete darstellen, entwickelt sich in Verbindung mit der engen Verflechtung von Wohnen, Gewerbe, Industrie und Freiräumen ein ausgeprägtes Klima, dessen Auswirkungen zu Belastungen für den Menschen führen. Bioklimatische Belastungsfaktoren sind Wärmebelastung, fehlende nächtliche Abkühlung, Kältebelastung, anhaltender Strahlungsmangel, Nebel, Naßkälte, Luftverschmutzung und ungünstige Ausbreitungsbedingungen.

6 KLIMATISCHE VERHÄLTNISSE IN GIESSEN UND UMGEBUNG

6.1 Niederschlag, Sonnenscheindauer und Lufttemperatur

Das Gießener Becken ist innerhalb Deutschlands ein niederschlagarmes Gebiet (KLIMA VON HESSEN, 1981). Die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen der Stationen des Deutschen Wetterdienstes in Gießen und Umgebung schwanken zwischen 550 und 660 mm. So beträgt die Jahressumme des Niederschlags im langjährigen Mittel an den Niederschlagsstationen in Münzenberg-Gambach 548 mm, in Buseck-Alten Buseck 655 mm (Tab. 1).

Die mittleren monatlichen Niederschlagshöhen zeigen den für dieses Gebiet typischen Jahresgang mit relativ niedrigem Niederschlag in den Monaten Februar, März und April sowie September und Oktober. Neben dem sommerlichen Maximum der Niederschläge, häufig durch zeitlich wie örtlich sehr variable Schauertätigkeit verursacht, zeigen sich für die Monate November und Dezember ebenfalls relativ hohe mittlere monatliche Niederschlagshöhen. In diesen Monaten bestimmt, überwiegend der Durchzug von Tiefdruckgebieten das Wettergeschehen, wobei feuchte Luftmassen aus westlicher bis südwestlicher Richtung herantransportiert werden.

Im langjährigen Mittel beträgt die mittlere Sonnenscheindauer im Raum Gießen etwa 1.540 Stunden. Die sonnenscheinreichsten Monate mit mehr als 200 Stunden sind im Durchschnitt die Monate Mai bis Juli, die sonnenärmsten die Monate November bis Januar (Tab. 2). Die geringe Sonnenscheindauer in diesen Monaten ist nicht nur astronomisch bedingt, sondern wird auch durch die große Häufigkeit einer geschlossenen Wolkendecke (vielfach Hochnebel) verursacht.

Der Raum Gießen ist mit einer mittleren jährlichen Lufttemperatur von etwa 9°C relativ warm. Dabei ist der Monat Januar mit einer mittleren Lufttemperatur von etwa 0°C am kältesten, der Monat Juli mit Werten zwischen 17°C und 18°C am wärmsten (Tab. 3).



Wie bereits in Kapitel 5 erläutert, modifiziert die Stadt das bodennahe Temperaturfeld. So ist die mittlere Lufttemperatur in den Monaten März bis Oktober an der Wetterstation Gießen um 0,4 bis 0,5 K höher als an der Station Gießen-Lahntal (Tab. 3). Diese langjährigen Lufttemperaturmessungen im Stadtgebiet von Gießen geben bereits einen eindeutigen Hinweis auf den bekannten Wärmeinselseffekt. Die Lage der beiden Stationen des Deutschen Wetterdienstes ist der Karte 5 zu entnehmen. Es wird deutlich, daß besonders in den Sommermonaten die Bebauung in unmittelbarer Nähe der Wetterstation das Temperaturfeld beeinflusst. Die Station Gießen-Lahntal dagegen liegt am westlichen Stadtrand im Bereich von lockerer Bebauung und Freiflächen.

6.2 Windverhältnisse

6.2.1 Allgemeine Betrachtungen

Wind entsteht als Folge des Ausgleichs von Luftdruckunterschieden in der Atmosphäre. Diese werden vor allem durch Strahlungs- und thermodynamische Vorgänge hervorgerufen (MÖLLER, 1973). Sie lösen Zirkulationssysteme unterschiedlicher Größenordnung aus.

Großräumige Luftbewegungen werden durch die Großwetterlage, d. h. durch die hemisphärische Verteilung der Hoch- und Tiefdruckgebiete bestimmt (LILJEQUIST und CEHAK, 1979). Die für ein Gebiet typischen Großwetterlagen unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen und halten aber meist über einige Tage hinweg an (DWD-BERICHT NR. 113, 1977). Die großräumigen Luftströmungen zeichnen sich häufig durch relativ hohe Windgeschwindigkeiten aus, so daß in der Regel gute Austauschverhältnisse gegeben sind.

Regionalwindsysteme sind Luftströmungen, deren Ausdehnung in der Größenordnung von 10 km bis 100 km liegt. Sie sind überwiegend thermisch bedingt und treten bei Strahlungswetterlagen auf, das heißt bei windschwachen und wolkenarmen Wetterlagen in orographisch gegliedertem Gelände. Zu diesen gehören beispielsweise auch die Berg- und Talwindzirkulationen. Obwohl in dieser Zirkulationsform in der Regel die Windgeschwindigkeiten nicht so ausgeprägt sind wie bei großräumigen Luftströmungen, ist auch hier mit guten Austauschverhältnissen in der bodennahen Luftschicht zu rechnen.



Lokalwindssysteme, die kleinräumigen Formen der Zirkulation, haben eine vertikale Mächtigkeit von einigen Metern bis Dekametern. Sie entstehen ebenfalls bei Strahlungswetterlagen und sind für die Belüftung von Ortschaften nicht zu vernachlässigen. Zu ihnen gehören die Hangauf- und Hangabwinde. Hangaufwinde entstehen während der Tagesstunden aufgrund der unterschiedlichen Erwärmung von Hang- und Tallagen durch die Sonneneinstrahlung. Während der Nachtstunden führt die langwellige Ausstrahlung des Erdbodens zur besonders kräftigen Abkühlung der bodennahen Luftschicht. Der Abkühlungseffekt hängt von den physikalischen Eigenschaften des Erdbodens sowie vom Bewuchs ab. In geneigtem Gelände fließt die entstehende Kaltluft dem Gefälle folgend ab. Der Kaltluftabfluß macht sich dabei als Hangabwind bemerkbar.

Flurwinde sind ebenfalls thermisch bedingte kleinräumige Ausgleichströmungen, die durch horizontale Lufttemperaturdifferenzen zwischen benachbarten Gebieten entstehen, zum Beispiel zwischen Stadt und Umland. Sie sind allgemein schwach ausgeprägt und zum wärmeren Gebiet hingrichtet. Die Strömung erfolgt meist schubweise mit einer vertikalen Mächtigkeit von einigen Metern, hauptsächlich in den Abend- und Nachtstunden.

Zur Beurteilung der Strömungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet wurde die mittlere Windgeschwindigkeit, die mittlere relative Häufigkeit von Windrichtungen und das Vorhandensein von lokalen Windsystemen untersucht. Datengrundlage hierfür sind die einjährigen Windmessungen an fünf Stationen im Untersuchungsgebiet (Karte 5) sowie langjährige Meßreihen aus dem Standardmeßnetz des Deutschen Wetterdienstes.

6.2.2 Windgeschwindigkeit und Windrichtung

Meteorologische Untersuchungen des Deutschen Wetterdienstes zeigen, daß sich der Raum Gießen durch mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten von 2 m/s bis 3 m/s auszeichnet (DWD-BERICHT NR. 147, 1989). Untersuchungen im Raum Gießen zeigen, daß der Anteil der Windgeschwindigkeiten unter 2 m/s im Jahresdurchschnitt mit 65 % relativ hoch ist und auf die zeitweise schwache Belüftung des Gießener Beckens hinweist (DWD, 1980).

In den Tabellen 4 und 5 sind die mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten von verschiedenen Stationen des Deutschen Wetterdienstes im Raum Gießen enthalten. Im jahrszeitlichen Verlauf werden



die höchsten mittleren monatlichen Windgeschwindigkeiten in den Monaten November bis April, die niedrigsten in den Monaten Mai bis Oktober registriert. Die relativ hohen Windgeschwindigkeiten werden durch die in unseren Breiten vorherrschende Westströmung mit häufigem Durchzug von Tiefdruckgebieten und damit gekoppelten spätherbstlichen und winterlichen Stürmen verursacht (Tab. 5).

Üblicherweise werden in den Windrichtungsverteilungen die einzelnen Windrichtungen in 30-Grad-Sektoren zusammengefaßt. Der Sektor 90 Grad entspricht dabei der Richtung Osten, der Sektor 180 Grad der Richtung Süden, der Sektor 270 Grad der Richtung Westen und der Sektor 360 Grad der Richtung Norden (Anhang).

Aufgrund der naturräumlichen Lage des Gießener Beckens sind im wesentlichen zwei Strömungsrichtungen zu erwarten: die südwestliche bis westliche und die südliche bis südöstliche Strömung, was durch die relativen Häufigkeiten der Windrichtung bestätigt wird (Tab. 6). So beträgt im langjährigen Durchschnitt an der Wetterstation Gießen der Anteil von Südwest bis Westwinden (Sektoren 240 und 270 Grad) etwa 21 %, d. h. ca. 1.840 Jahresstunden, der von südlichen bis südöstlichen Winden (Sektoren 180 Grad und 150 Grad) ebenfalls etwa 21 %. Darüber hinaus wurden an der Wetterstation mit ca. 18 % (ca. 1.577 Jahresstunden) als weiteres Maxima Winde aus nord- bis nordöstlicher Richtung (Sektoren 360 Grad und 30 Grad) registriert. Die Aufschlüsselung der langjährigen Windmessungen der Wetterstation Gießen in Tages- und Nachtstunden läßt keine wesentlichen tagesperiodischen Schwankungen im Windfeld erkennen. die Analyse der Windrichtungsverteilung der Station Gießen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit zeigt den höchsten Anteil von Schwachwinden aus südöstlicher Richtung mit ca. 6 % (ca. 530 Jahresstunden (Tab. 6a).

7 AUSBREITUNGSVERHÄLTNISSE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Die vertikale Temperaturschichtung der Atmosphäre hat einen großen Einfluß auf die Schadstoffkonzentration in der Luft, da durch sie der vertikale Luftaustausch weitgehend bestimmt wird. Bei austauscharmen Wetterlagen ist der Austausch bzw. die Durchmischung der Luft stark eingeschränkt, so daß es zu einer erheblichen Anreicherung der Luft mit Schadstoffen und somit zur Belastung des Menschen kommen kann.



7.1 Definitionen von austauscharmen Wetterlage

Zur Erläuterung von austauscharmen Wetterlagen muß zunächst der Inversionsbegriff definiert werden. Insbesondere für Fragen des Immissionsschutzgesetzes sind Inversionen mit niedriger Untergrenze über der Erdoberfläche und Mächtigkeiten von einigen 100 Metern von Bedeutung. Man unterscheidet dabei:

Absinkinversionen im Bereich eines Hochdruckgebietes. Sie entstehen infolge dynamischer Abwärtsbewegung bei gleichzeitiger Erwärmung der Luft. Sie sind in der freien Atmosphäre zu finden und haben - wie alle Temperaturinversionen - eine kalte Untergrenze und eine "wärmere" Obergrenze.

Bei **advektiv bedingten Inversionen** wird durch das großräumige Wettergeschehen wärmere Luft horizontal über kältere, in den unteren Atmosphärenschichten liegende Luft transportiert.

Strahlungsinversion und deren häufigste Variante: die **Bodeninversion**. Diese entstehen zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang bei schwachem Wind und gering bewölktem oder klarem Himmel dadurch, daß Wärme von der Erdoberfläche in die Atmosphäre transportiert wird. Dabei kühlt sich die bodennahe Luftschicht ab. Dies führt zu einer Temperaturzunahme von der Erdoberfläche bis zur Inversionsobergrenze. Nach Sonnenaufgang führt die morgendliche Einstrahlung häufig zu einer raschen Erwärmung der bodennächsten Luftschicht. Diese Aufheizung bewirkt ein Ansteigen der Inversionsuntergrenze und verringert die vertikalen Temperaturgegensätze. Es bildet sich dann eine sogenannte **abgehobene Inversion**.

Einen Inversionssonderfall stellt die **austauscharme Wetterlage** dar. Sie liegt vor, wenn in einem ausgewiesenen Smoggebiet in einer Luftschicht unterhalb 700 m über Grund die Temperatur der Luft mit der Höhe mindestens um 2 K zunimmt und die Windgeschwindigkeit in Bodennähe im Mittel kleiner als 1,5 m/s ist.

Die austauscharme Wetterlage stellt somit einen Zustand der bodennahen Atmosphäre dar, in der Austausch- bzw. Durchmischungsvorgänge sowohl in der Vertikalen durch das Vorhandensein einer Sperrschicht (Inversion), als auch in der Horizontalen, durch die geringe Luftbewegung (Schwachwind), stark eingeschränkt sind (KASSEL, 1985). Im Extremfall kommt es - häufig in Verbindung mit Nebel - zur SMOG-Situation, falls sich innerhalb bzw. an der Unterseite der Inversion anthropogene Luftverunreinigungen (Rauch, Staub, Abgase etc.) zunehmend ansammeln.



7.2 Häufigkeit und Andauer von austauscharmen Wetterlagen

Nach der Definition von 1976 wurden die Häufigkeit und Andauer austauscharmer Wetterlagen während des zehnjährigen Zeitraumes Januar 1981 bis Dezember 1990 für die Meßstelle " Gießen" des Deutschen Wetterdienstes berechnet (Tab.26 bis 28). Es ist somit davon auszugehen, daß im Mittel in Gießen in etwa 9 % eines Jahreszeitraumes, d. h. an ründ 34 Tagen pro Jahr, mit austauscharmen Wetterlagen gerechnet werden muß.

Bedingt durch die jahreszeitlichen Schwankungen in der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation ergibt sich dabei ein ausgeprägter Jahresgang im Vorkommen austauscharmer Wetterlagen. Besonders häufig sind sie in den Herbstmonaten September, Oktober und November. Allein in diesen Monaten werden im Untersuchungszeitraum solche Wetterlagen an durchschnittlich 341,1 Stunden (entsprechend 14,2 Tage) von insgesamt 820,3 Stunden pro Jahr festgestellt (Tab. 27). Im Frühjahr und Sommer dagegen sorgt die kräftige Sonneneinstrahlung für eine in der Regel gute vertikale Durchmischung der bodennahen Atmosphäre. Dadurch sinkt in diesen Jahreszeiten die Zahl der Tage mit austauscharmen Wetterlagen auf lediglich 4 bis 5 Tage.

Neben einem jahreszeitlichen Gang ist bei den austauscharmen Wetterlagen auch ein tageszeitlicher Gang festzustellen. Erwartungsgemäß ist ihre Häufigkeit in den Nachmittagsstunden am geringsten und in der 2. Nachthälfte am größten (Tab. 28). Dieses Ergebnis ist auf die Ein- und Ausstrahlungsprozesse zurückzuführen. Im Jahresdurchschnitt fielen im Bezugszeitraum lediglich etwa 10 % aller Stunden mit austauscharmen Wetterlagen in die Nachmittagszeit (12 bis 18 Uhr). 00 und 06 Uhr (2. Nachthälfte) betrug der entsprechende Anteil dagegen 36 %. Dieser relativ hohe Anteil ist auf die Beckenlage von Gießen zurückzuführen.

8 ERGEBNISSE DER WINDMESSUNGEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Wie bereits erwähnt, wurden im Untersuchungsgebiet einjährige Windmessungen durchgeführt. Die Lage der fünf Windmeßstellen im Stadtgebiet Gießen können der Karte 5 entnommen werden.



8.1 Mittlere Windgeschwindigkeit

In Kapitel 6.2.2 wurde bereits erwähnt, daß für den Raum Gießen mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten zwischen 2 m/s und 3 m/s typisch sind. Die mittlere Windgeschwindigkeit für die Einzelmonate und das Jahr im Stadtgebiet Gießen sind in der Tabelle 10 aufgeführt. An den fünf Windmeßstellen der Technischen Hochschule Darmstadt wurden während des einjährigen Meßzeitraumes von Oktober 1990 bis November 1991 mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten zwischen 1,7 m/s und 2,1 m/s registriert. Es wird deutlich, daß die Oberflächenrauigkeit des Stadtgebietes einen beträchtlichen Einfluß auf das bodennahe Windfeld hat; d. h. die mittleren Windgeschwindigkeiten im Stadtgebiet sind gegenüber dem Umland deutlich reduziert. Die niedrigsten mittleren Windgeschwindigkeiten wurden im Schiffenberger Tal (Station 21) gemessen, wobei in den Monaten Februar, August, September und Oktober die Windgeschwindigkeit lediglich 1,4 m/s bzw. 1,3 m/s erreichte. Die höchsten Windgeschwindigkeiten dagegen wurden erwartungsgemäß am Westrand des Dorfes Lützellinden (Station 25) registriert. Aufgrund der exponierten Lage wurden hier mittlere monatliche Windgeschwindigkeit zwischen 1,7 m/s und 2,5 m/s gemessen.

Hervorzuheben ist, daß allgemein in den Monaten August und September relativ niedrige Windgeschwindigkeiten im Stadtgebiet Gießen herrschten. Dies ist auf die vorherrschenden Hochdruckwetterlagen in diesen Monaten zurückzuführen (DWD, 1991).

Darüber hinaus zeigen die Windmessungen für das Stadtgebiet, daß Westwindwetterlagen in der Regel mit hohen Windgeschwindigkeiten verbunden sind. Die niedrigen Windgeschwindigkeiten dagegen deuten auf lokale bzw. stadt eigene Zirkulationssysteme hin, so daß kein einheitlicher Richtungssektor für alle Stationen angegeben werden kann (Tab. 11). Die tagesperiodischen Veränderungen der auf Richtungssektoren bezogenen mittleren Windgeschwindigkeiten sind an den einzelnen temporären Meßstationen nicht sehr stark ausgeprägt. Zwar ist in den Nachtstunden die Windgeschwindigkeit in allen Richtungssektoren gegenüber den Tagesstunden geschwächt, der Hinweis auf tagesperiodische bzw. lokale stadt eigene Windsysteme ist jedoch nicht eindeutig. Die Reduzierung der Windgeschwindigkeit in den Nachtstunden wird im wesentlichen durch den meist geringen vertikalen Impulstransport verursacht, der auf die in der Regel dann stabile thermische Schichtung der bodennahen Atmosphäre zurückzuführen ist.



8.2 Mittlere Häufigkeit der Windrichtung

Wie bereits eingangs betont, werden die vorherrschenden Winde in der atmosphärischen Grenzschicht, die eine Mächtigkeit von ca. 1000 m besitzt, durch die Oberflächenrauigkeit der Stadt beeinflusst. In den Karten 6 bis 8 sind die relativen Häufigkeiten der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren der fünf Windmeßstellen der Technischen Hochschule Darmstadt, aufgeschlüsselt nach Tages- und Nachtstunden, durch Windrosen dargestellt. Zusätzlich sind die relativen Häufigkeiten tabellarisch aufgeführt (Tab. 14 bis Tab. 19).

Ferner wurden relative Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung für Strahlungstage berechnet, die in den Karten 9 bis 11 und tabellarisch (Tab. 20 bis 25) ebenfalls aufgeschlüsselt nach Tages- und Nachtstunden dargestellt sind. Diese Auswertung wurde vorgenommen, da sich thermisch bedingte Zirkulationssysteme bei Strahlungswetterlagen besonders deutlich ausprägen und somit für die Belüftung der umliegenden Siedlungsgebiete von großer Bedeutung sind.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Windmessungen beschrieben und interpretiert.

Die Windrichtungsverteilung der Station 21 zeigt, daß im Schiffenberger Tal die Richtungen 120 Grad bis 180 Grad (Südost bis Süd) mit ca. 37 % aller Jahresstunden überwiegen (Tab. 15, Karte 6). Die südwestliche bis westliche Strömungsrichtung (210 Grad bis 270 Grad), die im Raum Gießen eine Hauptströmungsrichtung ist, wird dagegen nur zu 27 % aller Jahresstunden angetroffen. Darüber hinaus treten markante Unterschiede zwischen den Windrichtungsverteilungen für Tagesstunden und Nachtstunden auf (Karte 7). Während der Tagesstunden wehte der Wind mit einem Anteil von ca. 23 % (entsprechend ca. 1.000 Tagesstunden) aus südwestlicher Richtung (240 Grad bis 270 Grad), mit einem Anteil von ca. 15 % (ca. 660 Tagesstunden) aus südöstlicher Richtung (120 Grad bis 150 Grad). In den Nachtstunden dagegen überwiegt mit ca. 34 % (ca. 1.490 Nachtstunden) der Anteil der Winde aus südöstlicher Richtung (Karte 8). Diese Zunahme läßt sich durch die vom nahegelegenen Schiffenberg induzierten hangabwärts gerichteten Winde erklären. Die Hangabwinde sind besonders gut bei Strahlungswetterlagen ausgeprägt. Aus der Tabelle 21 ist zu entnehmen, daß während des Meßzeitraumes an dieser Station 152 Strahlungstage herrschten, an denen in 34 % aller Fälle (entsprechend ca. 1.240 Strahlungstagstunden) der Wind allein aus dem Sektor 120 Grad (südöstlicher Richtung) wehte. Besonders bei Strahlungswetterlagen ist daher in den Nachtstunden



der Hangabwind (Sektor 120 Grad bis 150 Grad) mit ca. 50 % (ca. 910 Nachtstunden) sehr stark ausgeprägt. Während der Tagesstunden dagegen dominiert in 26 % (ca. 470 Tagesstunden) aller Fälle ein Wind aus den Sektoren 360 Grad bis 30 Grad, d. h. aus nördlicher bis nordöstlicher Richtung (Karten 9 bis 11).

- Die Häufigkeitsverteilungen der Station 22 in der Wieseckau weisen erwartungsgemäß einen hohen Anteil an Winden aus südwestlicher bis westlicher (240 bis 270 Grad) und nordöstlicher bis östlicher (60 bis 90 Grad) Richtung auf (Tab. 16, Karte 6). Den Einfluß der Orographie auf das bodennahe Windfeld verdeutlichen die Häufigkeitsverteilungen der Tages- und Nachtstunden. So wehte der Wind tagsüber in ca. 28 % aller Fälle (ca. 1.230 Tagesstunden) aus den Sektoren 240 bis 270 Grad und in ca. 16 % aller Fälle (ca. 700 Tagesstunden) aus den Sektoren 60 bis 90 Grad. Nachts stieg der Anteil der Winde aus nordöstlicher bis östlicher Richtung auf 28 % (ca. 1.230 Nachtstunden) an, der Anteil der Sektoren 240 bis 270 Grad dagegen reduzierte sich auf ca. 19 % (ca. 830 Nachtstunden). Die Zunahme der Winde aus den Sektoren 60 bis 90 Grad läßt sich durch die kanalisierende Wirkung des Wiesecktales erklären. Dieses lokale Windsystem, das durch das Geländereief verursacht wird, läßt sich durch die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung für Strahlungstage noch deutlicher darstellen (Tab. 22, Karten 9 bis 11). Tagsüber betrug der Anteil der Winde aus den Sektoren 60 bis 90 Grad lediglich 23 % (ca. 460 Tagesstunden), nachts dagegen stieg dieser Anteil auf ca. 38 % aller Fälle (ca. 760 Nachtstunden) an. Es wird deutlich, daß die Luftströmung nachts talabwärts gerichtet ist. Der in den Tagesstunden erwartete Talaufwind tritt allerdings aufgrund der dominierenden Grundströmung weniger signifikant in Erscheinung.

- Die Station 23 liegt im Einflußbereich des kanalisierenden Lahntales. Die Maxima der Häufigkeitsverteilungen entfallen mit 27 % aller Fälle (ca. 2.360 Jahresstunden) auf die Richtungssektoren 210 bis 240 Grad, mit 25 % aller Fälle (ca. 2.190 Jahresstunden) auf die Sektoren 360 bis 30 Grad (Tab. 17). Darüber hinaus zeigen die Unterschiede der Windrichtungsverteilung für Tages- und Nachtstunden tagesperiodische Schwankungen im Windfeld auf. So überwiegt in den Nachtstunden ein Wind aus südlichen Richtungen (180 bis 210 Grad), während tagsüber häufig im wesentlichen Winde aus südwestlicher bis westlicher Richtung (240 bis 270 Grad) registriert werden (Karten 6 bis 8). Während Strahlungstagen überwiegt der Anteil der Winde aus nördlicher bis nordöstlicher Richtung (360 bis 30 Grad) mit ca. 35 % aller Fälle, bzw. etwa 980 Stunden. Winde aus südwestlicher bis westlicher Richtung werden dagegen nur



zu ca. 22 % aller Fälle angetroffen (Tab. 23, Karten 9 bis 11). Die tagesperiodischen Schwankungen sind jedoch für die Richtungssektoren 180 Grad und 330 Grad am größten.

Die Station 24 liegt ebenfalls im Einflußbereich der durch die Lahn-kanalisierten Bodenströmung. Somit fällt hier das Maximum der Häufigkeitsverteilung auf den Richtungssektor 360 Grad (Tab. 18). Während der Tagesstunden wehte der Wind im wesentlichen aus nordwestlicher Richtung (Sektoren 300 bis 330 Grad). In den Nachtstunden dagegen dominierte mit ca. 22 % (ca. 960 Nachtstunden) der Nordwind (Karten 6 bis 8). Die tagesperiodischen Schwankungen im Windfeld verdeutlichen die Häufigkeitsverteilungen für Strahlungstage (Tab. 24). Tagsüber wehte der Wind lediglich in 12 % aller Fälle (ca. 210 Tagesstunden) aus Norden, während in den Nachtstunden dagegen in 32 % aller Fälle (ca. 560 Nachtstunden) ein der Lahn parallel gerichteter Talwind registriert wurde (Karte 9 bis 11).

In der Häufigkeitsverteilung der am Ortsrand von Lützellinden gelegenen Station 25 spiegelt sich der Einfluß der Landschaftsform wider. Hier traten bevorzugt Winde aus südwestlicher bis westlicher Richtung auf (Tab. 19). Dabei wurden während der Tagesstunden in ca. 23 % aller Fälle (ca. 1.000 Tagesstunden), in den Nachtstunden dagegen in ca. 32 % aller Fälle (ca. 1.400 Nachtstunden), Winde aus den Sektoren 210 bis 240 Grad registriert. Die Zunahme läßt sich durch hangabwärts gerichtete Winde erklären (Karten 6 bis 8). Dabei sind diese Hangabwinde besonders gut bei Strahlungswetterlagen ausgeprägt, bei denen infolge der nächtlichen Ausstrahlung die dem Hang aufliegende Luft stärker abgekühlt wird als die in gleicher Höhe in der freien Atmosphäre befindliche Luft und katabatisch abfließt. Die Häufigkeitsverteilung für Strahlungstage zeigt, daß in den Nachtstunden ca. 30 % der Fälle (entsprechend ca. 565 Nachtstunden der registrierten Strahlungstage) Winde aus den Sektoren 210 bis 240 Grad dominieren (Tab. 25, Karten 9 bis 11).

8.3 Repräsentanz der Meßdaten

Um beurteilen zu können, ob die im Stadtgebiet Gießen durchgeführten Messungen auch zeitlich repräsentativ waren, werden die vorhandenen Meßdaten der Wetterstation Gießen. Für einen langen Meßzeitraum 1939 bis 1988 als auch für den Vergleichszeitraum Oktober 1990 bis November 1991 analysiert (Tab. 6, Tab. 12 bis 14).



Hinsichtlich der mittleren monatlichen Windgeschwindigkeiten zeigt sich, daß die berechneten Werte in beiden Zeiträumen recht gut übereinstimmen (Tab. 12 und Tab. 13).

Der Vergleich der relativen Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren beider Zeiträume zeigt übereinstimmend für die Station Gießen einen hohen Anteil an Winden aus südwestlicher bis südlicher Richtung. Im wesentlichen betragen die Abweichungen für die Richtungssektoren von den Werten des Bezugszeitraumes weniger als 2 %. Lediglich für den Richtungssektor 180 Grad sind die Abweichungen mit 2,3 % geringfügig höher.

Insgesamt spiegelten sich jedoch im Untersuchungszeitraum die langfristigen Strömungsverhältnisse hinreichend gut wider.

9 ERGEBNISSE DER LUFTTEMPERATURMESSUNGEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Wie bereits eingangs erwähnt, bilden sich die typischen Eigenheiten des Stadtklimas primär bei Strahlungswetterlagen aus. Die auf engem Raum bestehenden Unterschiede zwischen bebauten und unbebauten Flächen innerhalb eines Stadtgebietes bewirken durch ungehinderte kurzweilige Sonneneinstrahlung tagsüber und langwelliger Ausstrahlung in den Abend- und Nachtstunden eine unterschiedliche räumliche Verteilung der Lufttemperatur. Während über freien Flächen die Bodenabkühlung spontan einsetzt und eine markante Abnahme der Lufttemperatur in den ersten Nachtstunden zu beobachten ist, verläuft die nächtliche Abkühlung innerhalb des bebauten Stadtgebietes erheblich langsamer. So ist in den Straßenzügen der Stadt die Wärmestrahlung einer Hauswand gegen eine gegenüberliegende etwa gleicher Temperatur gerichtet. Die Wärmestrahlung der senkrechten Hauswände gegen den Himmel ist ebenfalls gering und außerdem erhalten Mauer- und Straßenoberflächen kontinuierlich Wärmenachschub von der tagsüber im Baumaterial gespeicherten Wärme.

Um die lokalen Unterschiede innerhalb des Stadtgebietes von Gießen zu erfassen, wurden von der Technischen Hochschule Darmstadt Meßfahrten durchgeführt. Dabei wurden an 14 Stationen während Strahlungswetterlagen Punktmessungen vorgenommen (Karte 5). Die folgende Tabelle beinhaltet die Stationen mit ihren Seehöhen und ihren charakteristischen Lagen:

Station	Seehöhe (m)	Charakteristisch
1 Lützellinden	ca. 220 m	Freiland - Nordwesthang
2 Kleinlinden	ca. 185 m	Freiland - Hang
3 Bundeswehrkrankenhaus	ca. 190 m	Waldrand, Gelände steigt nach Nordost an
4 Schiffenberger Tal - Universität	ca. 162 m	Talaue - Wiese, Ebene
5 Lutherbergstr/Licherstr.	ca. 175 m	Friedhof, dichte Bebauung im Norden, Stadt
6 "Uderborn"/Parkplatz.	ca. 190 m	Industriebebauung/Freiland, Hang
7 Wiesecktal	ca. 166 m	Talaue - Wiese, Ebene
8 Wiesecktal/Autobahn	ca. 160 m	Talaue - Wiese, Ebene
9 "In der Trieb"	ca. 170 m	Freiland, Hang
10 Lahntal	ca. 160 m	Talaue/Freiland, Ebene
11 Heuchelheimer Str.	ca. 175 m	lockere Bebauung
12 Stadtwerke/Parkplatz	ca. 155 m	dichte Bebauung, unmittelbar an der Lahn, Ebene
13 Allendorf	ca. 160 m	Kleebachtal, westlich eines Hanges
14 Kleebachtal/Lückenbach	ca. 162 m	Talaue, Wiese, Ebene

Die Abbildungen 1 bis 4 zeigen die mittleren Lufttemperaturen der einzelnen Meßpunkte während ausgewählter Strahlungswetterlagen zur Mittagszeit und am Abend für die Monate Juli, August sowie Oktober und Dezember im Jahr 1991. Ein typisches Beispiel für den Wärmeinseleffekt in den Abendstunden veranschaulicht der Vergleich der Abbildungen 1 und 2 der Punktmessungen für die Sommermonate. Es wird deutlich, daß die Abkühlung am Abend an den Meßpunkten 4, 5, 6, 11 und 12 aufgrund des Wärmespeicherungsvermögens der Bebauung langsamer erfolgt als an den Meßpunkten in den Talauen 8 und 10. Die relativ niedrigen Temperaturen an diesen Meßpunkten werden durch die geringe Wärmespeicherung der Böden am Tage, der ungehinderten Ausstrahlung am Abend und in der Nacht sowie durch die Ansammlung und Bildung von Kaltluft in diesen Gebieten verursacht.



Als relativ warme Bereiche kristallisierten sich in den Abendstunden erwartungsgemäß auch die höheren Lagen, die (Meßpunkte 1, 2, 9 und 13) heraus. Dies ist damit zu erklären, daß die dort produzierte Kaltluft ständig zu tiefer gelegenen Stellen fließt und die somit abfließenden Luftmassen durch relativ warme Luftmassen der darüberliegenden Luftschichten ersetzt werden.

Ein interessantes Phänomen ist, daß mittags trotz der Lage des Meßpunktes 12 (Stadtwerke/Parkplatz) die Lahn selbst keine temperaturdämpfende Wirkung besitzt. Die hohen Lufttemperaturen sind in erster Linie auf die dichte Bebauung und auf den hohen Versiegelungsgrad zurückzuführen.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die thermischen Verhältnisse im Stadtgebiet Gießen für die Monate Oktober und Dezember. Es wird deutlich, daß die lokalen Lufttemperaturunterschiede in den Mittagsstunden im Untersuchungsgebiet im Vergleich zu den Sommermonaten ausgeglichener sind. Die Verteilung von "warmen" und "kühlen" Bereichen ist jedoch ähnlich. So werden in den Abendstunden an den Meßpunkten 4, 5, 6, 11 und 12 relativ hohe Lufttemperaturen, an den Meßpunkten 2, 8, 13 und 14 relativ niedrige Lufttemperaturen gemessen. Die Stationen 13 und 14 weisen eine um ca. 1 bis 2 K niedrige Lufttemperatur auf, was auf die häufigere Bildung von Kaltluftseen sowie auf die größere Frosthäufigkeit der Auengebiete und des Freilandes zurückzuführen ist.

10 KLIMAFUNKTIONEN

Mit Hilfe des vorliegenden Datenmaterials der Technischen Hochschule Darmstadt und des Deutschen Wetterdienstes, sowie unter Einbeziehung von topographischen Karten und des Flächennutzungsplanes werden die individuellen kleinklimatischen Räume in einem Stadtgebiet dargestellt, um hieraus Folgerungen für die konkrete Planung abzuleiten. Dabei werden die bebauten Bereiche in:

- thermische Belastungsräume
- Flächen mit klimatisch geringer bis neutraler Ausgleichsfunktion
- innerstädtische Freiflächen mit klimatischer Ausgleichsfunktion

und die unbebauten Bereiche im Stadtgebiet in:



- Flächen mit klimatischer Ausgleichsfunktion
- Kaltluftentstehungsräume
- Kaltluftventilationsbahnen
- Bereiche mit Kaltluftbewegungen
- Kaltluftseen

unterteilt.

Als thermische Belastungsräume werden Bereiche mit relativ hoher und dichter Bebauung, hohem Versiegelungsgrad und vermehrten Emissionen von Abgasen, Aerosolen und Abwärme bezeichnet. Zu diesen rechnen im Stadtgebiet Gießen große Teile der Innenstadt, die gewerblichen Bauflächen am Erdkauter Weg (Tongruben), die bebauten Flächen entlang der Lahnstraße, der Bereich nordöstlich der Innenstadt entlang der Rödgenerstraße sowie die baulich stark verdichteten Ortskerne von Wieseck und Rödgen.

Flächen mit klimatisch geringer bis neutraler Ausgleichsfunktion sind Bereiche mit geringerer baulicher Verdichtung bei gleichzeitiger stärkerer Durchgrünung. In diesen Bereichen findet ein thermischer Ausgleich statt, so daß die negativen Auswirkungen minimiert werden. Jedoch wird die Funktion als Kaltluftentstehungsraum oder Ausgleichsraum durch die mikroklimatischen Austauschvorgänge weitgehend neutralisiert. Flächen mit dieser Funktion sind die Stadtrandbereiche von Gießen, sowie die durchgrüneten Ortsteile Kleinlinden, Allendorf und Lützellinden.

Innerstädtische Flächen mit klimatischer Ausgleichsfunktion sind Bereiche mit geringer täglicher Aufheizung und einer höheren nächtlichen Abkühlung. Eine derartige Fläche mit einem ausgeglichenen thermischen Verhalten und mit insgesamt niedrigen Temperaturen trägt zu einem günstigen lokalen Klima bei. Die so charakterisierten Flächen sind der Botanische Garten der Ostanlage, der Alte und der Neue Friedhof, das Sportgelände entlang der Grünberger Straße, die "Zieselwiesen" sowie alle Parks und Grünanlagen innerhalb der Wohnbebauung von Gießen.

Als Flächen mit klimatischer Ausgleichsfunktion im Außenbereich sind Waldflächen und Wasserflächen zu nennen. Diese weisen in ihrem thermischen Verhalten relativ geringe Tagesschwankungen auf, so daß sie einen ausgleichenden thermischen Einfluß auf die Umgebung haben. Darüber hinaus weist die Bewaldung ein günstiges Bioklima durch die hohe Evapotranspiration und eine luftreinigende Wirkung



auf. Solche Flächen sind die Waldgebiete im Südosten wie der Gießener Stadtwald bzw. Staatsforst, im Norden der Hangelstein und die Wasserflächen im Wiesecktal (Schwanenteich), das Lahntal sowie die Seen entlang der Lahn im Südwesten.

Kaltluftentstehungsflächen sind Acker-, Grünland und sonstige unversiegelte Flächen mit Vegetation geringer Höhe, die während der Nachtstunden hohe Abkühlungsraten aufweisen und damit zu Kaltluftproduzenten werden. Diese, sich in Außenbereiche des Stadtgebietes anschließenden Flächen können von besonderer bioklimatischer und lufthygienischer Bedeutung sein, wenn die nächtlich produzierten Kaltluftmassen über sogenannten Ventilationsbahnen zu Belüftung des Stadtgebietes beitragen. Kaltluftentstehungsgebiete mit Relevanz für das Stadtgebiet sind das Wiesecktal, die Kleingartenanlagen und Acker-, Grünlandflächen entlang der Lahn, die Freiflächen zwischen der Anschlußstelle Marburger Straße und Gießen, sowie die Acker- und Grünlandflächen der Hänge der umliegenden kleineren Gemeinden wie Lützellinden, Kleinlinden usw..

Kaltluftventilationsbahnen transportieren in der Regel vom Umland kühlere Luftmassen in das Stadtgebiet. Dabei ist die Wirkung einer solchen Ventilationsbahn von der Größe des zugeordneten Kaltluftentstehungsgebietes von der Talweite, Talneigung und -rauigkeit abhängig. Kaltluftventilationsbahnen findet man im Untersuchungsgebiet entlang der Lahn und der Wieseck.

Bereiche mit Kaltluftbewegungen zeichnen sich durch schwache Kaltluftabflüsse aus, die oft als schubweiser Luftstrom spürbar werden. Diese sind kleinräumige Flurwinde, die gegenüber Lokalwinden oder Ventilationsbahnen von geringer Mächtigkeit und Ausprägung sind. Obwohl sie kaum nachzuweisen sind, können sie ebenfalls zur Klimaverbesserung in Stadtrandbereichen beitragen. Bereiche dieser Art sind das Schiffenberger Tal, der südliche Teil des Wiesecktales und die Freiflächen im Dreieck Bahnlinie/Autobahn (Gleisdreieck) im Süden von Gießen.

In Geländemulden kann es durch Ansammlung von Kaltluft zur Entstehung von Kaltluftseen kommen. In diesen Gebieten herrschen in der Regel schlechte Austauschbedingungen, so daß zum einen die Frost- und Nebelhäufigkeit im Vergleich zu benachbarten kaltluftfreien Gebieten zunimmt, zum anderen sich die bodennahe Luftschicht vermehrt mit Schadstoffen anreichern kann. Flächen dieser Art sind die Wieseckkaue im Bereich der Ringallee und der Eichgärtenallee sowie die Talauen zum Beispiel das Kleebachtal.



11 PLANUNGSHINWEISE FÜR DIE BELANGE IN DER RÄUMLICHEN PLANUNG

11.1 Bewertungsverfahren

Während der Gesetzgeber Richt- und Grenzwerte für die Schadstoffbelastung in der Luft (TA-Luft) vorschreibt, existieren solche Größen für die Bewertung des Faktors "Klima" nicht. Eine objektive Bewertung der klimatischen Auswirkungen aufgrund von Richt- und Grenzwerten ist somit nicht möglich. Die klimatische Bewertung der Planungsvorhaben beschränkt sich daher auf die Diskussion zu erwartender Phänomene, die aus klimatologischer Sicht als positiv bzw. negativ eingestuft werden.

Da das Stadtklima durch eine Reihe von Faktoren gekennzeichnet ist, die eine physische und psychische Belastung des Menschen bewirken können, ist eine vorsorgeorientierte Stadtplanung ein wichtiges Ziel zur Verbesserung der stadtklimatologischen Situation. Für die Planungsgebiete in Gießen werden daher allgemeingültige und objektbezogene Planungsempfehlungen gegeben, die aus dem aktuellen klimatologischen Kenntnisstand sowie aus den vorliegenden Messungen abgeleitet werden.

11.2 Allgemeine Ziele und Empfehlungen der klimaorientierten Stadtplanung

Ziel der klimaökologisch orientierten Stadtplanung ist es, die Situation in lufthygienisch belasteten und ausgleichsarmen Bereichen zu verbessern und Gebiete mit positiven Klimafunktionen zu erhalten bzw. zu erweitern. Daher sollte schon im ersten Planungsstadium dafür gesorgt werden, daß

- der horizontale und vertikale Luftaustausch gefördert bzw. verbessert wird. Hierzu sollten genügend Luftleitbahnen angelegt und auch die Öffnung vorhandener Baublöcke in Erwägung gezogen werden.
- die stadtbedingte Überwärmung mit der daraus resultierenden größeren Wärmebelastung für den Menschen durch Anlage von Grünanlagen, Durchgrünung von Straßenzügen, Entsiegelung von öffentlichen Plätzen sowie durch Fassaden- und Dachbegrünung reduziert wird.
- Emissionen durch Hausbrand, Kraftfahrzeuge und abgasintensive Betriebe reduziert werden. Hierzu ist die Verwendung von Fernwärme wie zum Beispiel der Einsatz emissionsarmer



Kraft/Wärmeanlagen, ein optimales Nahverkehrsnetz sowie der Einbau von Filteranlagen in stark emittierenden Betrieben, oder der Verzicht auf bestimmte Produktionszweige zu empfehlen.

In verschiedenen Bereichen des Untersuchungsgebietes ist die Ansiedlung von Wohnbebauung und Industrie vorgesehen. Hinsichtlich der Veränderung des Windfeldes im Stadtbereich sollte daher folgendes grundsätzlich beachtet werden:

Der Wind in der Stadt mit ihrer Bebauung ist wegen der größeren Rauigkeit des Untergrundes durch stärkere Turbulenz und Böigkeit sowie durch eine geringere mittlere Windgeschwindigkeit gegenüber dem Freiland gekennzeichnet. Die Veränderung des Windgeschwindigkeitsprofils hängt in erster Linie von der Höhe der Bebauung, der städtebaulichen Dichte und der Länge des Windweges über das bebaute Gebiet, d. h. der Größe der Stadt ab.

Durch die Anordnung der Gebäude innerhalb eines Stadtgebietes wird die großräumige oder regionale Strömung in Bodennähe in recht komplizierter Art und Weise beeinflusst bzw. verändert. Innerhalb des Stadtgebietes können zum Beispiel in Straßenschluchten durch Kanalisierungseffekte erhöhte Windgeschwindigkeiten auftreten. Ferner bilden sich in Abhängigkeit der Gebäudegeometrie und der Lage der Gebäude zueinander unterschiedliche Strömungszonen aus. So treten beispielsweise im Windfeld einer Gebäudegruppe Zonen mit Windverstärkung und Zonen mit Windabschwächung auf. Dabei hängen die aus Windkanaluntersuchungen bekannten Phänomene wie Frontwirbel, Nachlaufbereiche mit reduzierter Windgeschwindigkeit sowie Düsen- und Eckeneffekte nicht nur von der jeweiligen Gebäudegeometrie und der momentanen Anströmrichtung ab, sondern können durch Überlagerung der Umgebungsbebauung verstärkt bzw. abgeschwächt werden.

Die Um- bzw. Überströmung eines einzelnen großen Gebäudes sowie von drei unterschiedlichen Gebäudegruppen ist - wie aus Abb. 5 zu entnehmen - von GANDEMER (1975) schematisch dargestellt.

Bei der Umströmung eines einzelnen großen Gebäudes bildet sich eine turbulente Zirkulationszone (Abb. 5a). Durch ein kleineres Gebäude im Luv des großen (Abstand der Gebäude = Höhe der kleinen Gebäude) werden die Wirbelablösungen noch verstärkt, in deren Bereich hohe Turbulenzen und hohe Windgeschwindigkeiten auftreten.



Gebäude, die im spitzen Winkel aufeinander zulaufen, wirken wie eine Düse (Abb. 5b). Die Düsenwirkung erreicht ihr Maximum, wenn die Öffnung der Düse zwei- bis dreimal so groß ist wie die Gebäudehöhe. Bei Gebäudehöhen um 25 bis 30 m nehmen Windgeschwindigkeiten und Turbulenz um das 1,3fache des ungestörten Wertes zu.

Ringförmig angeordnete Gebäude, die 15 bis 25 m hoch sind, bewirken eine angenehme Belüftung der Innenhöfe, wenn die Öffnung der Höfe kleiner als 25 % des Hofumfangs ist (Abb. 5c). Die Hoffläche sollte kleiner als das 10fache des Quadrats der Gebäudehöhe sein. Es ist dabei nicht von Bedeutung, nach welcher Seite der Hof offen ist.

Um die durch Turbulenzen verursachten Windwirkungen in der bodennahen Luftschicht zu minimieren, werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Die Gebäudehöhe sollte 6 Geschosse nicht übersteigen.
- Vermeidung von einzelnen hohen Gebäuden.
- Staffelung der Gebäudehöhen (siehe auch Abb. 5d).
- Verminderung der Ausbildung großer Leewirbel durch gegliederte Fassaden an langen Fronten.
- Anordnung der Gebäude in einem großen Kreis (Abb. 5c) mit großzügigen Durchlässen senkrecht zur Hauptwindrichtung, deren Breite größer als die dreifache Gebäudehöhe sein soll.
- Dichte Umpflanzung der Häuser mit Büschen und Laubbäumen.

Durch eine Staffelung der Gebäudehöhe, das Ansetzen von Gebäudeflügeln an langen Fronten, sowie die Schaffung von Innenhöfen mit den beschriebenen Abmessungen werden Turbulenzeffekte innerhalb der Planungsgebiete vermindert. Dabei sollten diese Gesichtspunkte im besonderen Maße für die Planung der künftigen Wohnbebauung einfließen.

Die Punktmessungen der Lufttemperatur im Stadtgebiet Gießen bestätigten, daß die Stadt im Vergleich zum Umland eine Wärmeinsel bildet. Durch eine weitere Baumassenverdichtung im Stadtgebiet ist



mit negativen Auswirkungen auf die bioklimatische - lufthygienische Situation zu rechnen. Dabei sind insbesondere die geringe nächtliche Abkühlung, der reduzierte Austauschvorgang im Straßenraum und die ausgeprägten Wärmeemissionen zu nennen.

Die in Abbildung 6 dargestellten Ergebnisse von Modellrechnungen des Deutschen Wetterdienstes hinsichtlich der Erfassung des Bioklimas zu Stadtplanungszwecken zeigen, daß bei einer vorgegebenen Stadtstruktur mit einem Versiegelungsgrad von 60 % durch eine weitere Verdichtung der Bebauung die Wärmebelastung sehr hohe Werte annehmen kann (GRÄTZ et. al., 1992). Dabei ist die in der Abbildung 7 aufgeführte Maßzahl für die Wärmebelastung PMV (Predicted Mean Vote) die mittlere Einschätzung des thermischen Wirkungskomplexes auf einer psychophysischen Skala, die für ein größeres Kollektiv von Personen gilt. Wird die vorgegebene Stadtstruktur geändert, in dem Freiflächen mit Bäumen bepflanzt werden, so können Strahlungstemperatur und Lufttemperatur reduziert werden. Auch eine intensive Dach- und Fassadenbegrünung trägt bereits deutlich zur Senkung der thermischen Belastung bei.

Daher wird grundsätzlich empfohlen, den Durchgrünungsgrad und den Luftaustausch innerhalb der aktuellen und geplanten Bebauung zu fördern und flächenhafte Entsiegelung vorzunehmen. Zur Verminderung des Wärmeinseleffektes werden zusätzlich folgende allgemeine Maßnahmen empfohlen:

- Durchgrünung der Hauptstraßen am Rande und innerhalb der geplanten Baugebiete mit hochstämmigen Laubbäumen. Dadurch wird im Sommer eine Überhitzung der Straßen und Gehwege vermieden, die Durchlüftung des Gebietes jedoch nur geringfügig beeinträchtigt. In den Wintermonaten wird die direkte Sonneneinstrahlung nicht behindert.
- Lockere Bepflanzung der Nebenstraßen und öffentlichen Plätze mit Bäumen. Sie wirkt im Sommer durch die Beschattung der Oberflächen einer Aufheizung des Bebauungsgebietes entgegen.
- Innerhalb der Baugebiete soll der Grünflächenanteil mindestens 40 bis 50 % betragen. Dabei ist Wert auf großzügig angelegte Grünflächen zwischen den Gebäuden zu legen. Die eventuell geplanten Innenhöfe sollten nicht versiegelt, sondern ebenfalls bepflanzt werden. Durch die Bepflanzung der Freiflächen wird die sommerliche Überhitzung dieser Flächen gemindert.



- Größere ebenerdige und asphaltierte Parkplätze sollten vermieden werden, stattdessen sind Tiefgaragen mit begrünten Oberflächen anzustreben. Bei ebenerdigen Parkplätzen sollten ebenfalls hochstämmige Laubbäume für Schatten sorgen.
- Begrünung von Dachflächen und Fassaden. Klimarelevant ist vor allem die intensive Dachbegrünung mit Stauden und anspruchsvollen Gräsern. Die Dachflächen haben aus klimatologischer Sicht dann ähnliche Eigenschaften wie Gartenanlagen mit Bodenanschluß.
- Verwendung von Baumaterialien mit möglichst günstigen Reflexionseigenschaften. Nach Untersuchungen von Künzel und Gertis können dabei die Oberflächentemperaturen bis ca. 10 K reduziert werden (GERTIS, 1977).
- Verzicht auf wärmeemittierende Klimaanlage.

11.3 Planungshinweise für vorhergesehene Baumaßnahmen

In verschiedenen Bereichen des Untersuchungsgebietes ist eine konkrete Bebauung beabsichtigt. Im Folgenden soll anhand des vorliegenden Datenmaterials eine Einschätzung gegeben werden, welche Auswirkungen die geplanten Baumaßnahmen auf die bioklimatisch - lufthygienische Qualität der engeren Umgebung bzw. weitere Teile des Stadtgebietes haben dürften.

11.3.1 Nördliches Lahntal: Erweiterung der Weststadt

Das Planungsgebiet "Weststadt" zeichnet sich zur Zeit durch Brach- und Ackerflächen aus, die als kleinräumige Kaltluftproduktionsflächen fungieren. Der Verlust an Kaltluftentstehungsflächen wäre jedoch relativ gering.

Aufgrund der vorherrschenden Nord- und Nordwestwinde ist in diesem Bereich von der anliegenden Autobahn sowie der Bundesstraße mit einem Eintrag von KFZ-Emissionen zu rechnen. Daher sollte im Nordwesten und Norden des Planungsgebietes sowie entlang der Bundesstraße ein breiter

Grünstreifen mit Laubbäumen und Büschen angelegt werden, da dieser eine Filterfunktion besitzt und zur Verbesserung der Lufthygiene im Planungsgebiet beiträgt.

Die für das Mischgebiet vorgesehene Bebauung sollte die geplante Geschosshöhe von 3 bis 4 nicht übersteigen. Die Gebäude sind in Nordwestrichtung zu orientieren, damit insbesondere bei Strahlungswetterlagen das Planungsgebiet mit kühleren Luftmassen aus der Umgebung versorgt werden kann. Darüber hinaus ist durch eine angemessene Durchgrünung und durch minimale Versiegelung, der in diesem Gebiet zu erwartende Wärmeinseleffekt zu reduzieren. Dabei sollten insbesondere die in Kapitel 11.2 empfohlenen Begrünungsmaßnahmen hinsichtlich geplanter Parkplätze sowie der Grünflächenanteil in Baugebiete beachtet werden.

Die Flächen östlich des Planungsgebietes in Richtung Lahntal sollten von Bebauung freigehalten werden, um die Ventilationsfunktion des Lahntales auch künftig zu erhalten.



11.3.2 Nördliches Lahntal: Baugebiet westlich der Marburger Straße

Die geplanten Wohnbaugebiete sind Ackerflächen an einem nach Nordwesten orientierten Hang, die in der Nacht als Kaltluftproduktionsflächen wirken. Die nächtlichen Kaltluftmassen fließen der Geländeneigung folgend in nordwestlicher Richtung ab. Der Verlust an Kaltluftentstehungsfläche ist

auch hier relativ gering. Es sollte jedoch beachtet werden, daß die ausgewiesenen Korridore zwischen den einzelnen Planungsgebieten von einer Bebauung freigehalten, und die geplanten 2- bis 4geschossigen Gebäude in Nordostrichtung orientiert werden, um insbesondere bei Strahlungswetterlagen eine ausreichende Durchlüftung in den Planungsgebieten zu gewährleisten. Darüber hinaus sollten in den Mischgebieten bzw. Gewerbegebieten keine schadstoffemittierenden Betriebe angesiedelt werden, damit Emissionen durch nächtliche Kaltluftabflüsse nicht in die angrenzende geplante Wohnbebauung verfrachtet werden.

Die beabsichtigte Erweiterung westlich der Marburger Straße stellt sich unter Berücksichtigung der allgemeinen Planungshinweise und unter klimaökologischen Gesichtspunkten als unproblematisch dar. Von einer weiteren Ausdehnung nach Westen über die ausgewiesenen Flächen hinaus ist jedoch abzuraten, da durch den Verlust der am Hang gelegenen Flächen die Durchlüftung der hieran anschließenden Gebiete beeinträchtigt wird.



11.3.3 Nördliches Lahntal: Heuchelheimer Straße

Im Bereich der Heuchelheimer Straße dominieren Winde aus nördlicher bis nordöstlicher Richtung. Die geplanten Bauflächen liegen im Bereich der Ventilationsbahn längs der Lahn. Hier treten im Vergleich zum Stadtgebiet noch relativ hohe Windgeschwindigkeiten bei Nordostwinden auf. Darüber

hinaus ergaben die Punktmessungen der Lufttemperatur in diesem Bereich im Vergleich zu den übrigen Punktmessungen relativ hohe Lufttemperaturen.

Das geplante Gewerbegebiet südlich der Heuchelheimer Straße sollte in diesem Bereich so gegliedert werden, daß Zonen mit starker Begrünung als Sauerstoff- und Luftfeuchteproduzenten sowie als Emissions- und Staubfilter eingebracht werden. Daher wird empfohlen, bei Parkplätzen und Höfen gewerblicher Nutzungen, auf geschlossenen Asphalt zugunsten von wasserdurchlässigen Wegedecken zu verzichten. Ferner sind die in Kapitel 11.2 beschriebenen Durchgrünungsmaßnahmen wie Dach- und Fassadenbegrünung von Bedeutung, um einer Verschlechterung der bioklimatischen - lufthygienischen Situation entgegen zu wirken.

Aufgrund der vorherrschenden Nordostwinde sollten im Planungsgebiet Gebäude sowie Straßen in Nordostrichtung orientiert werden. Unter dem Aspekt der Luftzirkulation sollten die geplanten Gewerbegebäude an die Höhe der umliegenden Gebäude orientiert und eine abgestufte Bauweise gewählt werden.

Die südlich der Planungsgebiete gelegenen Freiflächen sollten erhalten bleiben, um die klimatische Ausgleichsfunktion der Lahnaue und Dauerkleingärten sowie den Erholungswert zu erhalten.





11.3.4 Nördliches Lahntal: Kleingärten/Brückenbau Lahn

Die Kleingärten im Lahntal zeichnen sich gegenüber den bebauten Bereichen durch niedrige Lufttemperaturen, eine höhere Luftfeuchte und eine stärkere nächtliche Abkühlung aus. Die Bepflanzung mit Bäumen und Büschen sorgt zudem durch die Filterung von Luftschadstoffen für eine verbesserte Luftqualität.

Desweiteren tragen die Dauerkleingärten zur thermischen Entlastung bei. Aufgrund der kanalisierenden Wirkungen von Winden besitzt die Lahn die Funktion einer Kaltluftventilationsbahn. Die Wirkung einer solchen Ventilationsbahn hängt, wie bereit in Kapitel 9 erwähnt, von der Größe des funktional zugeordneten Kaltluftentstehungsgebietes sowie von der Talweite, Talsohlenneigung und -rauigkeit ab. Hierzu leisten auch die Dauerkleingärten einen positiven Beitrag. Aus diesem Grund ist es daher wichtig, die Kleingärten zu erhalten und sogar zu erweitern, um die klimatische Ausgleichsfunktion zu erhalten und zu verstärken.

In Verlängerung der Sudetenlandstraße wird die Querung der Lahn durch ein Brückenbauwerk für Fußgänger und Radfahrer erwogen. In diesem Bereich sind Winde aus nördlichen Richtungen vorherrschend. Das geplante Bauwerk hat jedoch keinen bedeutenden Einfluß auf die Strömung entlang der Lahn und ist somit aus klimatologischer Sicht unbedenklich.

11.3.5 Kugelberg

Der Bereich "Kugelberg" zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Sport- und Spielflächen aus, die während Strahlungswetterlagen als kleinräumige Kaltluftproduktionsflächen fungieren. Sie wirken somit im Vergleich zu baulich genutzten Flächen ausgleichend bezüglich des thermischen Verhaltens und tragen daher zu einer lokalen Klimabesserung im Wohnumfeld bei.

Darüber hinaus zeigten die Windmessungen an der Wetterstation Gießen, daß in diesem Gebiet an Strahlungstagen Winde aus nördlicher bis nordöstlicher Richtung vorherrschen, die für die Belüftung der Flächen am "Kugelberg" und der angrenzenden Wohngebiete im Süden von Bedeutung sind. Dementsprechend sollten die Sport- und Spielflächen auch zukünftig von Bebauung freigehalten werden.

Für die Flächen der "Bergkaserne" entlang der Bundesstraße B 49 sollte eine angemessene Durchgrünung angestrebt werden. Durch eine Vernetzung der Grünstrukturen der angrenzenden Sport- und Spielflächen können die thermischen Verhältnisse sowie die Durchlüftung verbessert werden. Darüber hinaus absorbieren Grünanlagen feste und gasförmige Luftverunreinigungen und tragen somit zur Verbesserung der Luftqualität bei. Allgemein gilt, je größer die Gesamtfläche und je geschlossener die Grünfläche ist, desto besser ist die Wirkung auf die benachbarten Wohnflächen in Reichweite und Wirkungsdauer.

Aufgrund der Windverhältnisse während Strahlungswetterlagen sollten eventuell geplante Gebäude in Nordostrichtung orientiert und eine Bebauungshöhe von 3 bis 4 Stockwerken angestrebt werden.



11.3.6 Lützellinden

Ein weiteres Bebauungsgebiet (Gewerbepark) betrifft den Bereich südwestlich von Lützellinden. Dabei stellt sich das geplante Gewerbegebiet nördlich der Landesstraße L 3054 aus klimaökologischer Sicht als recht problematisch dar, da die über den Freiflächen produzierte Kaltluft von den Hängen in Richtung Lützellinden abfließt. Die Ergebnisse der Windmessungen zeigten, daß besonders bei Strahlungswetterlagen diese Hangabwinde zur Durchlüftung der Wohnsiedlungen von großer Bedeutung sind. Eine Bebauung dieser ausgewiesenen Flächen würde zum einen die Ausgleichsfunktion der

thermisch induzierten Hangabwinde unterbinden, zum anderen könnten Emissionen von abgasintensiven Betrieben durch die nächtlichen Kaltluftabflüsse verfrachtet werden, so daß es zu einer Verschlechterung der bioklimatisch/lufthygienischen Situation in Lützellinden kommen kann.

Über eine Festlegung der Ausrichtung der Gebäude, der Baudichte und Bauhöhe sowie durch Begrünungsmaßnahmen in diesem Planungsgebiet von Lützellinden, ließen sich negative Auswirkungen wahrscheinlich begrenzen. In diesem Fall sollte jedoch erst eine ortsspezifische klimaökologische Untersuchung konkrete Angaben über die Struktur einer möglichen Bebauung und insbesondere deren Abgrenzung liefern.



Die als Gewerbegebiet möglichen Flächen zwischen der Landesstraße L 3054 und der Autobahn A45 wirken ebenfalls als Kaltluftproduktionsflächen. Sie sind jedoch für den Ortsteil Lützellinden nicht von Bedeutung. Der zu erwartende Verlust an Freiflächen könnte hier durch Durchgrünungsmaßnahmen und geeignete Dach- und Fassadenbegrünung teilweise kompensiert werden.

Für relativ kleine Bereiche ist am westlichen Ortsrand von Lützellinden Wohnbebauung und Gewerbeansiedlung geplant. Der Verlust an Kaltluftentstehungsfläche ist gering. Die Erweiterung stellt sich unter Berücksichtigung der allgemeinen Planungshinweise als unproblematisch dar. Es sollte jedoch beachtet werden, daß die geplanten 2geschossigen Gebäude sowie die Nebenstraßen in Südwestrichtung

orientiert werden, um eine ausreichende Durchlüftung im Planungsgebiet sowie der angrenzenden Wohngebiete zu gewährleisten. Die sich anschließenden Ackerflächen nördlich der Landesstraße L3054 sollten jedoch von Bebauung freigehalten werden.

Die vorgesehene Wohnbebauung im Norden von Lützellinden wird unter Berücksichtigung der allgemeinen Planungsempfehlungen als unproblematisch eingestuft.

11.3.7 Kleinlinden

Für kleine Bereiche am westlichen und nordwestlichen Ortsrand von Kleinlinden wird Wohnbebauung angestrebt. Der Verlust an Kaltluftentstehungsfläche ist relativ gering. Die beabsichtigte Erweiterung (lockere Wohnbebauung) im Westen stellt sich unter Berücksichtigung der allgemeinen Planungshinweise als unproblematisch dar. Darüber hinaus sollte jedoch von einer weiteren Ausdehnung der Wohnbebauung nach Westen abgesehen werden.



11.3.8 Allendorf

Das Gebiet nördlich von Allendorf ist ein Kaltluftentstehungsraum. Die während einer Strahlungswetterlage produzierte nächtliche Kaltluft fließt der Geländeneigung folgend in Richtung

Kleebachtal sowie in Richtung L 3451 bzw. Richtung Bahndamm ab. Der Verlust dieser Kaltluftproduktionsflächen hat daher keinen direkten Einfluß auf das Siedlungsgebiet Allendorf. Die geplante Wohnbebauung ist somit unter klimatischen Gesichtspunkten als unproblematisch einzustufen. Die sich an die geplanten Bebauungsgebiete anschließenden Freiflächen sollten jedoch als thermische Ausgleichsflächen erhalten bleiben.



11.3.9 Schlangenzahl/Gleisdreieck

Das Planungsgebiet Schlangenzahl zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Südostwinden mit geringen Windgeschwindigkeiten aus. Besonders bei Strahlungswetterlagen ist dieses Gebiet relativ schlecht belüftet. Ferner zeigten die Punktmessungen der Lufttemperatur, daß in den Sommermonaten besonders in den Abendstunden im Vergleich zu den Stadtrandstationen relativ hohe Lufttemperaturen herrschten. Um den Wärmeinseleffekt der angrenzenden Bebauungsgebiete nicht zu verstärken und innerhalb des Planungsgebietes die sommerliche Überwärmung zu reduzieren, sollten Durchgrünungsmaßnahmen bei dem Planungsvorhaben im Vordergrund stehen.

Über den Flächen im Gleisdreieck bildet sich während Strahlungswetterlagen Kaltluft, die der Geländeneigung folgend in Richtung Bahnlinie und Autobahn abfließt. Aufgrund der auf einen Damn

geführten Bahnlinie werden diese Kaltluftmassen gestaut und haben somit für die Belüftung des Ortsteiles Kleinlinden keine besondere Bedeutung.

Im Nordteil dieser Flächen sollten nur Betriebe mit geringen Emissionen angesiedelt werden, um ihre Verfrachtung in Richtung Lahntal zu vermeiden. Eine Bebauung hinsichtlich Dienstleistungszentrum, Hotel oder Kongreßzentrum stellt sich dagegen im Nordteil unter Beachtung der allgemein gültigen Durchgrünungsmaßnahmen als unproblematisch dar. Der südliche Teil des Planungsgebietes sollte jedoch als thermische Ausgleichsfläche erhalten bleiben.



11.3.10 Schiffenberger Tal

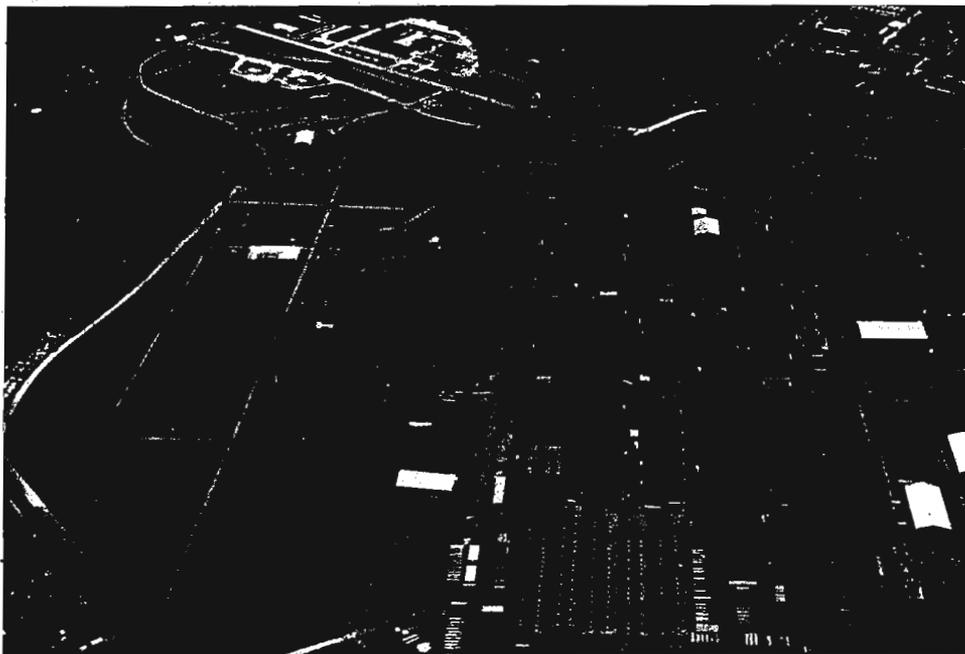
Die Flächen der ehemaligen Tongruben sind für Gewerbeansiedlungen vorgesehen. Die Windmessungen in diesem Gebiet ergaben einen hohen Anteil von Winden aus südöstlicher Richtung. Darüber hinaus zeigen die Messungen, daß die Windgeschwindigkeiten aus diesem Richtungssektor lediglich ca. 1.0 m/s betragen. Das geplante Gewerbegebiet ist somit relativ schwach belüftet. Ferner ist zu berücksichtigen, daß hier gebildete Emissionen zwar mit niedriger Transportgeschwindigkeit, jedoch direkt in Richtung der Wohnbebauung verfrachtet werden. Angesichts der Durchlüftungs- und Emissionsproblematik sollten daher keine schadstoffproduzierende Betriebe angesiedelt werden. Die geplanten Gebäude sollten aufgrund der vorherrschenden Winde in Südostrichtung orientiert sein und

3 Stockwerke nicht überschreiten. Eine Bebauung der ausgewiesenen Flächen wird eine Erhöhung der Lufttemperatur bewirken. Durchgrünungsmaßnahmen haben bei diesem Planungsvorhaben somit Priorität (siehe Kapitel 11.2). Vor allem ist hier die Begrünung von Dachflächen und Fassaden von Lagerhallen zu nennen, sowie die Vermeidung von asphaltierten Parkplätzen. Nähere Ausführung hinsichtlich der Dach- und Fassadenbegrünung sind dem Kapitel 14 im Anhang dieses Gutachtens zu entnehmen. Grundsätzlich wird empfohlen, den Durchgrünungsgrad und Luftaustausch auch innerhalb der aktuellen Bebauung zu fördern und flächenhaft Entsiegelungen im Bereich der Tonwerke vorzunehmen.



Des Weiteren sind die stehenden Gewässer zu erhalten. Sie besitzen aufgrund des hohen Verdunstungspotentials eine Ausgleichsfunktion im klimaökologischen Zusammenhang und sind somit dem Bioklima vor Ort zuträglich.

11.3.11 Wieseckaue: US-Depot



Dienstkopie der Stadtverwaltung Gießen

Das Gelände des US-Depots liegt zum Teil in der Wieseckaue und ist zu einem hohen Grad versiegelt. In diesem Gebiet dominieren aufgrund der kanalisierenden Wirkung des Wiesecktales Winde aus nordöstlicher und südwestlicher Richtung. Die Punktmessungen der Lufttemperatur zeigten, daß das Wiesecktal bei Strahlungswetterlagen ein relativ kühles Gebiet ist. Somit fungiert das Wiesecktal als Kaltluftventilationsbahn und ist daher von besonderer Bedeutung für die Belüftung der Innenstadt von Gießen. Gerade bei Strahlungswetterlagen werden in den Nachtstunden kühlere Luftmassen in die Innenstadt transportiert und tragen dabei in den Stadtgebieten zur Reduktion der Wärmebelastung bei. Es ist allerdings zu erwähnen, daß die kühlen Luftmassen über die Autobahn A 485 strömen und dadurch mit Kfz-Abgasen angereichert sind. Daher sollten im Bereich der Wieseckauen entlang der Autobahn die vorhandene Böschung mit Bäumen, Büschen und Stauden angelegt werden. Diese besitzen die Eigenschaft, Schadstoffe und Staub aus der Luft zu filtern.

Der nördliche Teil des Planungsgebietes sollte bis zu den bestehenden Gebäuden renaturiert werden, um den Luftaustausch zwischen dem Wiesecktal und der Innenstadt Gießen zu fördern. Ferner wäre eine Verknüpfung der Talauen mit Grünstrukturen im Innenstadtbereich wünschenswert, um Luftleitbahnen zu schaffen, die für eine Verbesserung der Durchlüftung sorgen. Bei einer Umplanung im Bereich der Ringallee sollte die Ventilationsfunktion des Wiesecktales berücksichtigt werden.



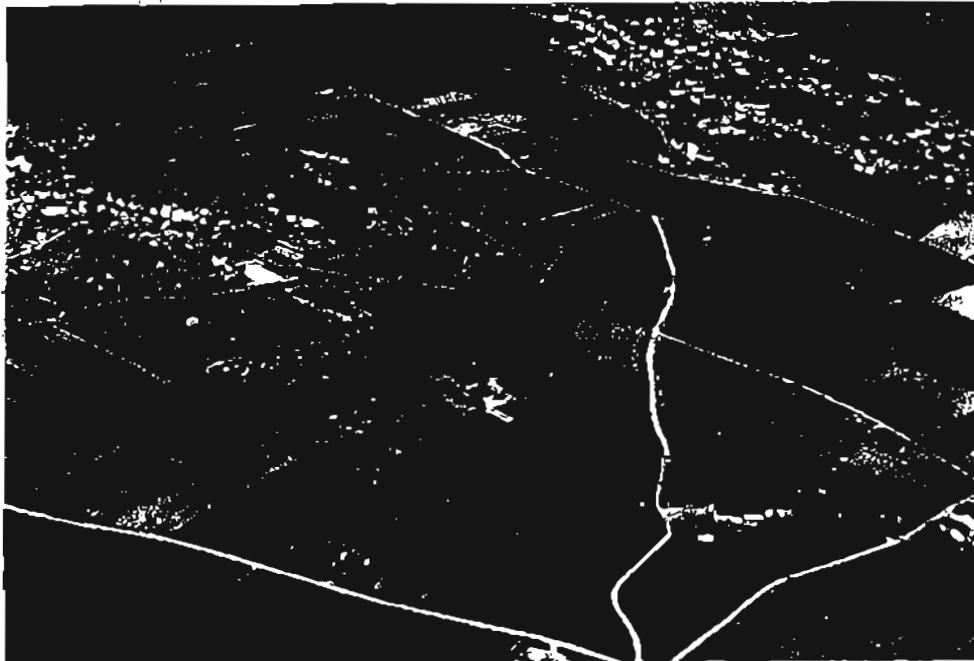
Seite 40 des Gutachtens Stadtklima Gießen vom: 08.05.1995

Eventuelle geplante Gebäude sollten in Nordostrichtung orientiert werden und darüber hinaus ein hoher Durchgrünungsgrad angestrebt werden.

Im übrigen Bereich des Planungsgebietes US-Depot sollte auf eine Blockbebauung verzichtet werden und eine flache, in Nordostrichtung orientierte Wohnbebauung vorgesehen werden. Unter Berücksichtigung der allgemeinen Planungshinweise und unter klimaökologischen Gesichtspunkten, besteht für dieses Teilgebiet die Chance, durch eine gezielte, auf die klimatischen Verhältnisse eingehende Planung, die lufthygienische und klimatische Situation nicht nur in diesem Teilgebiet, sondern auch in den Nachbargebieten zu verbessern.

11.3.12 Wieseckau: Rödgen

Das Planungsgebiet ist zwar eine Kaltluftproduktionsfläche. Der Verlust dieser Fläche hat jedoch keinen direkten Einfluß auf das Siedlungsgebiet Rödgen. Die geplante zweigeschossige Wohnbebauung ist daher unter Berücksichtigung der allgemeinen Planungshinweise klimatisch als unbedenklich einzuordnen.



11.3.13 Wieseckaue: Krebsacker

Ohne nennenswerten Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse bleibt unter Berücksichtigung der allgemeinen Planungshinweise das zur Ansiedlung von Gewerbe vorgesehene Gebiet im Krebsacker. Der Verlust an Kaltluftentstehungsflächen wäre dann gering. Von einer weiteren Ausdehnung nach Nordosten bzw. Osten über die Fläche des vorgesehenen Baugebiets ist jedoch abzuraten, da in diesem Falle mit der Beeinträchtigung des Klimas zu rechnen ist.





12 ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Gießen beauftragte den Deutschen Wetterdienst, Wetteramt Frankfurt ein Gutachten zu erstellen, in dem auf die möglichen klimatischen Auswirkungen von unterschiedlichen Planungsvorhaben einzugehen war. Hierbei waren vor allem die lokalklimatisch bedeutsamen Strömungsverhältnisse zu untersuchen.

Das Stadtgebiet Gießen zeichnet sich naturräumlich durch eine Beckenlage aus. Mit mittleren jährlichen Niederschlagshöhen von ca. 550 mm bis 600 mm ist das Gebiet relativ niederschlagsarm. Die mittlere jährliche Sonnenscheindauer beträgt etwa 1.500 Stunden, die mittlere jährliche Lufttemperatur etwa 9 °C. Im Raum Gießen sind die häufigsten Windrichtungen West bis Südwest und Süd bis Südost. Das Untersuchungsgebiet ist im Mittel schwach belüftet, da der Anteil von Windgeschwindigkeiten bis zu 2 m/s relativ hoch ist. Aufgrund des orographisch gegliedertem Geländes treten im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Windsysteme auf.

Die Windmessung in Gießen zeigte, daß die Luftströmungen durch das Lahntal kanalisiert werden und somit das Lahntal eine bedeutende Ventilationsbahn ist. Darüber hinaus konnte ein Lokalwindssystem in der Wieseckaue sowie im Schiffenberger Tal nachgewiesen werden. Im Bereich von Lützellinden prägen sich während Strahlungswetterlagen Hangabwinde aus, die für die Belüftung von Bedeutung sind.

Das städtische Windfeld ist ein entscheidender meteorologischer Parameter für die Entstehung oder den Abbau von Wärmeinseln. Quellen kühler Luft für die innerstädtische Zirkulation sind Grün- und Freiflächen sowie Luftleitbahnen. Es genügen bereits geringe Luftbewegungen und hohe Strahlungstemperaturen (warme Hauswände) um Schwüleempfinden auszulösen. Eine wesentliche Ursache der städtischen Schwüle liegt in der mangelnden Durchlüftung des Stadtgebietes. Daher sollte die Verbesserung der Durchlüftung bei den jeweiligen Planungsvorhaben im Vordergrund stehen. Die Berücksichtigung der Planungsempfehlungen hinsichtlich der Durchlüftung wird sich ebenfalls positiv auf die Abschwächung des Wärmeinseleffektes auswirken.

Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung und Empfehlungen für die einzelnen Planungsgebiete können zusammenfassend in tabellarischer Form folgendermaßen dargestellt werden:



Planungsgebiete	Hauptwindrichtung	Hauptwindrichtung während Strahlungstage	Kaltluftproduktionsflächen		Empfehlungen:		
			Verlust gering	Verlust bedeutend	Durchgrünung	Gebäudeorientierung nach:	Gebäudehöhe: Geschloßzahl
Erweiterung Weststadt	Nord, Nordost	Nord, Nordwest	Verlust gering		erforderlich, minimale Versiegelung	Nordwesten	3 bis 4
Marburger Straße	Nord, Nordost	Nordost	Verlust gering		erforderlich	Nordosten	2 bis 4
Heuchelheimer Straße	Nord, Nordost	Nord, Nordost	Verlust gering		erforderlich, Dach- und Fassadenbegrünung	Nordosten	abgesunfte Bauweise, Umgebung angepaßt
Kugelberg	Südost	Nord, Nordost	bedeutend, zu erhalten		Grünstrukturen erhalten und verknüpfen	Freiflächen: keine Bebauung Bergkaserne: Nordost	
Lätzellinden	Südwest	Südwest	Gewerbepark: Ortsrand:	Verlust bedeutend Verlust gering	nähere Untersuchungen erforderlich		3 bis 4
Kleinlinden	Südwest	Nordost	Verlust gering		erforderlich	Südwest	2
Allendorf	Südwest	Südost	Verlust hat keinen direkten Einfluß auf Allendorf		erforderlich		lockere Wohnbebauung
Schlangenzahl/ Gleisdreieck	Südost	Südost	Verlust gering/ Verlust keine besondere Bedeutung		erforderlich		lockere Wohnbebauung
Schiffenberger Tal	Südost	Südost	keine besondere Bedeutung		unbedingt erforderlich	Südost	Umgebung angepaßt
Wieseckau US-Depot	Südwest und Nordost	Nordost	Kaltluftventilationsbahn, sehr bedeutend, zu erhalten		unbedingt erforderlich, Dach- und Fassadenbegrünung	Südost	3
Rödgen	Südwest und Nordost	Nordost	Verlust gering		unbedingt erforderlich	Nordost	keine Blockbebauung, flache Wohnbebauung
Krebsacker	Südwest und Nordost	Nordost	Verlust gering		erforderlich	Nordost	2
					erforderlich	Nordost	Umgebung angepaßt



13 LITERATURVERZEICHNIS

DWD:

Monatlicher Witterungsbericht,
Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes Nr. 9 und 10,
Zentralamt, Offenbach am Main, 1991

DWD-BERICHT NR. 113:

Hess, P.; Brezowsky, H.:
Katalog der Großwetterlagen (1881-1976)
3. verbesserte und ergänzte Auflage,
Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 113
Offenbach am Main, 1977

DWD-BERICHT NR. 147:

Benesch, W.; Duensing, G.; Jurksch, G.; Zöllner, R.:
Die Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland
im Hinblick auf die Nutzung der Windkraft
Bericht des Deutschen Wetterdienstes Nr. 147
Offenbach am Main, 1978

DWD-US-ZONE:

Deutscher Wetterdienst in der US-Zone
Klimaatlas von Hessen, Bad Kissingen, 1950

GRÄTZ, A., JENDRITZKY, G., SIEVERS, U.

Modellierung des Bioklimas zu Stadtplanungszwecken
Deutscher Wetterdienst, Zentrale Medizin-Meteorologische Forschungsstelle Freiburg
Annalen der Meteorologie, 1992



DWD:

Jurksch, G:

Klimatische Verhältnisse im Bereich der Weststadt und Lahnlaufs von Gießen
Gutachterliche (orientierende) Stellungnahme, April 1980

GANDEMER, J.:

Wind Enviroment around Buildings: Aerodynamic Concepts
K. J. Eaton, Cambridge Univ. Press. 1975

JENDRITZKY, G.; SIEVERS, U.; SUPPAN, P.:

Über die Bedingungen der Wärmeabgabe des Menschen im Klima der Stadt,
Wiss. Mit. Meteorol. Inst.
Uni München, Nr.53, 1986

KLIMA VON HESSEN:

Das Klima von Hessen
Standortkarte im Rahmen der agrarstrukturellen Vorplanung
Hessischer Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten
Bearbeitung: Deutscher Wetterdienst Offenbach
Wiesbaden, 1981

KASSEL:

Bericht über den Zweckverband Kassel: Klimatologische Untersuchungen zum
Landschaftsplan Kassel, Teil 1: Windverhältnisse bei austauscharmen Wetterlagen,
Offenbach, 1985

KUTTLER, W.:

Stadtklima, Struktur und Möglichkeiten zu seiner Verbesserung,
Geographische Rundschau 37, Heft 5, 1985

LILJEQUIST, G. H.; CEHAK, K.

Allgemeine Meteorologie, Braunschweig, 1979



Seite 46 des Gutachtens Stadtklima Gießen vom: 08.05.1995

MANIER, G:

Klimagutachten für das Gebiet der Universitätsstadt Gießen,
Institut für Meteorologie, Technische Hochschule Darmstadt, September 1992

MÖLLER, F.:

Einführung in die Meteorologie, BI Hochschultaschenbuch,
Braunschweig, 1973

SCHIRMER, H.; BUSCHNER, W.; CAPPEL, A.; MATTHÄUS, H.-G.;

SCHLEGEL, M.:

Meyers Kleines Lexikon - Meteorologie -
Mannheim, 1987

SMOG:

Polizeiverordnung zur Verhinderung schädlicher Umwelteinwirkungen bei austauscharmen
Wetterlagen (Smog-Verordnung) vom 15.10.1976 (GVBl. I S. 419), geändert durch Verord-
nung vom 22.08.1988 (GVBl. I S. 319).

SMOG 1988

VDI KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT (VDI):

Stadtklima und Luftreinhaltung

Springer Verlag

Berlin, Heidelberg, 1988



14 VERZEICHNIS DER TABELLEN, ABBILDUNGEN UND KARTEN

- Tab. 1: Mittlere monatliche Niederschlagshöhe in Millimeter im Raum Gießen, Zeitraum: 1951 bis 1980
- Tab. 2: Mittlere monatliche Sonnenscheindauer in Stunden in Gießen, Zeitraum: 1951 bis 1980
- Tab. 3: Mittlere monatliche Lufttemperatur in Grad Celsius im Raum Gießen, Zeitraum: 1951 bis 1980
- Tab. 4: Mittlere monatliche Windgeschwindigkeit in m/s im Raum Gießen, unterschiedliche Zeiträume
- Tab. 5: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Raum Gießen, unterschiedliche Zeiträume
- Tab. 6: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Wetterstation, Zeitraum: 01.1939 bis 12.1988
- Tab. 6a: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent für Schwachwinde (Wingeschwindigkeit ≤ 2 m/s) in Gießen Wetterstation, Zeitraum: 01.1939 bis 12.1988
- Tab. 7: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Lollar, Zeitraum: 10.1991 bis 09.1992
- Tab. 8: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Holzheim, Zeitraum: 06.1991 bis 05.1992
- Tab. 9: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Wetzlar-Schleuse, Zeitraum: 04.1978 bis 03.1980



- Tab. 10: Mittlere monatliche Windgeschwindigkeit in m/s im Stadtgebiet Gießen, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 11: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Stadtgebiet Gießen, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 12: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Stadtgebiet Gießen während der Tagesstunden, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 13: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Stadtgebiet Gießen während der Nachtstunden, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 14: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Wetterstation, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 15: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 21, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 16: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 22, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 17: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 23, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 18: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 24, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 19: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 25, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991
- Tab. 20: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Wetterstation, Zeitraum: 01.1990 bis 12.1990,



Anzahl der Strahlungstage: 6698

Tab. 21: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 21, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991,

Anzahl der Strahlungstage: 152

Tab. 22: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 22, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991,

Anzahl der Strahlungstage: 167

Tab. 23: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 23, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991,

Anzahl der Strahlungstage: 116

Tab. 24: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 24, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991,

Anzahl der Strahlungstage: 146

Tab. 25: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 25, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991,

Anzahl der Strahlungstage: 157

Tab. 26: Austauscharme Wetterlagen im Raum Gießen, mittlere Zahl der Stunden,

Zeitraum 1981 bis 1990

Tab. 27: Austauscharme Wetterlagen im Raum Gießen, mittlere Zahl der Tage,

Zeitraum 1981 bis 1990

Tab. 28: Austauscharme Wetterlagen im Raum Gießen, Mittlere Tageszeitliche Verteilung in Prozent,

Zeitraum 1981 bis 1990



- Abb. 1: Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im Juli 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.
- Abb. 2: Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im August 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.
- Abb. 3: Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im Oktober 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.
- Abb. 4: Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im Dezember 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.
- Abb. 5: Einfluß der Bebauung auf die Windströmung
- Abb. 6: Simulation von Planungsalternativen, Quelle: Annalen der Meteorologie 1992, Modellierung des Bioklimas zu Stadtplanungszwecken
- Abb. 7: Prozentsatz von Personen im Diskonfort als Funktion des errechneten Empfindens (PMV = Predicted Mean Vote) auf einer psycho-physikalischen Skala
- Karte 1: Planungsgebiete: "Weststadt", "Marburger Straße", "Heuchelheimer Straße", Ausschnitt aus der amtlichen topographischen Karte, Maßstab: 1 : 25 000
- Karte 2: Planungsgebiete: "Kleinlinden", "Allendorf", "Lützellinden", Ausschnitt aus der amtlichen topographischen Karte, Maßstab: 1 : 25 000
- Karte 3: Planungsgebiete: "ehemalige Tongrube", "Schlangenzahl", Ausschnitt aus der amtlichen topographischen Karte, Maßstab: 1 : 25 000
- Karte 4: Planungsgebiete: "ehemalige US-Kaserne", "Rödgen", "Kresbsacker", Ausschnitt aus der amtlichen topographischen Karte, Maßstab: 1 : 25 000



Seite 51 des Gutachtens *Stadtklima Gießen* vom: 08.05.1995

- Karte 5: Lage der Meßstationen im Stadtgebiet Gießen,
Ausschnitt aus der amtlichen topographischen Karte, Maßstab: 1 : 50 000
- Karte 6: Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen,
Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, alle Tage
- Karte 7: Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen,
Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, tags
- Karte 8: Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen,
Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, nachts
- Karte 9: Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen an Strahlungswetterlagen,
Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, alle Stunden
- Karte 10: Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen an Strahlungswetterlagen,
Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, tags
- Karte 11: Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen an Strahlungswetterlagen,
Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, nachts



15 DIE KLIMATISCHEN AUSWIRKUNGEN VON DACH- UND FASSADENBEGRÜNUNG SOWIE VON GRÜNZÜGEN

In einer Stadt, die unter rein meteorologischen Gesichtspunkten geplant würde, hätten Grünflächen und Grünzüge eine absolut vorrangige Bedeutung. Der Anlage und Konfiguration derartiger Grünstrukturen hätten sich infolgedessen Gebäudegeometrien, Geschosflächenzahlen und Verkehrswege unterzuordnen.

Die Bebauung unserer Landschaft hat insbesondere in den Ballungsräumen zu einer nachhaltigen Beeinflussung des kleinräumigen Klimas geführt. Die Belastungen für den menschlichen Organismus sind hier deutlich höher als auf dem Land.

Einer der Gründe für das im allgemeinen ungünstigere Stadtklima liegt im hohen Versiegelungsgrad der Erdoberfläche. Wo der Boden durch den Bau von Häusern oder Straßen für Wasser undurchlässig wird, läßt sich eine ausgeprägte Veränderung des Wärme- und Feuchtehaushalts beobachten. Zu den Folgen zählen:

- sommerliche Überhitzung (Wärmeinsel)
- geringere Luftfeuchte
- höherer Staub- und Schadstoffgehalt
- mangelnde Belüftung

Die Oberflächenversiegelung nimmt vor allem an den Stadträndern noch weiter zu. Ohne Gegenmaßnahmen droht eine weitere lokale Klimaverschlechterung. Somit ist die Schaffung neuer Grünflächen dringend erforderlich. Die Neuanlage größerer zusammenhängender Parks läßt sich innerhalb der Städte jedoch kaum durchsetzen. Deshalb ist die Bepflanzung kleiner und kleinster Flächen notwendig. Eine Möglichkeit hierzu ist die Begrünung von Dächern und Fassaden.

Klimarelevant ist vor allem die Intensivbegrünung mit Stauden und anspruchsvollen Gräsern. Die Dachflächen haben aus klimatologischer Sicht dann ähnliche Eigenschaften wie Gartenanlagen mit Bodenanschluß. Extensivbegrünungen mit anspruchslosen Pflanzen oder kurzer Rasen zeigen hingegen einen geringeren klimatischen Nutzen. Gerade an heißen Tagen, an denen die Wärmebelastung für den Menschen sehr hoch ist, sind die Auswirkungen der Extensivbegrünung nur wenig spürbar.



Die Dach- und Fassadenbegrünung wirkt im einzelnen wie folgt auf das Stadtklima:

a) Temperaturregulierung

Die Beton- und Asphaltflächen in der Stadt werden an sonnenreichen Tagen aufgeheizt. Die Wärme wird an die Luft abgegeben. Es kommt zur sommerlichen Überhitzung der Städte, und das menschliche Wohlbefinden wird gestört.

Die Überhitzung der Städte ist vor allem spürbar bei Bebauungsdichten, die ungefähr größer als 60 % sind. Oberhalb dieses Wertes steigt die Erwärmung der Städte mit weiterer Zunahme der Bebauungsdichte rasch an.

Begrünte Dächer können wie andere bepflanzte Flächen dazu beitragen, den Wärmeüberschuß abzubauen. In den Innenstädten wären somit mindestens 40 % der Dachflächen intensiv zu begrünen (zuzüglich Fassadenbegrünung).

Die geringeren Lufttemperaturen über begrünten Flächen werden durch die Verdunstung von Wasser hervorgerufen. Dazu wird Energie benötigt, die der Atmosphäre entzogen wird. Folglich kühlt sich die Luft ab. Der Effekt ist erheblich: Bei der Verdunstung von nur einem Liter Wasser wird soviel Energie gebraucht, daß sich bei normalem Luftdruck in Erdbodennähe beispielsweise 400 m³ Luft um etwa 5 Grad abkühlen können. Die Verdunstung und damit der Kühleffekt durch die Pflanzen ist gerade dann am größten, wenn er gebraucht wird - nämlich an heißen und trockenen Sommertagen. Dann verdunstet von einem intensiv begrüntem Dach 1 l/m² bereits in 2 bis 3 Stunden.

Begrünte Dächer und Fassaden schützen im Sommer ebenfalls vor zu hoher Wärmestrahlung ins Gebäudeinnere. Durch die kühlere Oberfläche des Grüns kann das Innenraumklima der Umgebung günstig beeinflusst werden - die Räume heizen sich weniger stark auf.

Im Sommer kann es selbst in den Abendstunden und in der Nacht noch zu einem Hitzestau kommen. Bei geringen Windgeschwindigkeiten wirkt die Luft drückend und führt zu Schlafbeschwerden. Durch Grünflächen kann hier eine Linderung geschaffen werden: Nach Sonnenuntergang tritt aufgrund der geringeren Wärmekapazität der pflanzenbedeckten Flächen hier eher Abkühlung ein als über bebautem Gelände, das noch lange Wärme abgibt.



b) Schutz vor unerwünschter Sonnenstrahlung

An einem hellen Kiesdach wird etwa 35 bis 40 % der einfallenden Sonnenstrahlung reflektiert. Bei bewohnten Gebäudeteilen oberhalb des Dachs, wie sie häufig bei Schulen, Krankenhäusern usw. anzutreffen sind, kann sich dies auf das menschliche Auge unangenehm auswirken, und zwar besonders bei bewölkungsbedingten, kurzzeitigen Helligkeitsschwankungen. Grünflächen reflektieren nur etwa 15 % der Strahlung und dämpfen damit die Helligkeitsspitzen.

c) Speicherung von Niederschlägen

Durch die Versiegelung der Erdoberfläche in der Stadt wird ihr Wasserhaushalt nachhaltig verändert. Der auf die Dächer fallende Niederschlag wird fast vollständig in die Kanalisation abgeleitet. Bei begrünten Dächern fließt hingegen höchstens 30 % des Regenwassers ab, und das auch nur sehr langsam. Durch diese Wasserrückhaltefähigkeit werden die Hochwasserspitzen reduziert und die Kanalisation entlastet.

Wie im natürlichen Umland wird das Niederschlagswasser im Substrat des begrünten Daches gespeichert. Bei einer Substratdicke von 20 bis 40 cm beträgt die mögliche Rückhaltekapazität 100 bis 150 mm, also etwa die durchschnittliche mitteleuropäische Niederschlagsmenge von 1 bis 2 Monaten.

Während der Vegetationsperiode fällt in Norddeutschland etwa alle 3 bis 4 Tage eine Niederschlagsmenge von 2,5 mm und mehr. In München wird diese Menge sogar fast alle 3 Tage und lediglich im Oberrheingraben nur alle 5 bis 6 Tage erreicht. Trockenperioden von mehr als 10 Tagen gibt es sehr selten. Folglich werden selbst extensiv begrünte Dächer in der Regel ausreichend mit Wasser versorgt und können niederschlagsfreie Perioden ohne Trockenschäden überdauern, zumal es eine zusätzliche Bewässerung durch nächtliche Taubildung gibt.

Das im Substrat gespeicherte Wasser wird allmählich von den Pflanzen verdunstet, so daß es zum beschriebenen Kühleffekt kommt.



d) Luftreinigung

Pflanzen können Schadstoffe aus der Luft filtern. Neben gasförmigen Partikeln wie Schwefeldioxyd wird vor allem Staub aus der Luft gebunden. So kann 1 m² des Graspolsters eines bewachsenen Dachs etwa 0,2 - 0,5 kg Staub pro Jahr aus der Luft absorbieren. Gleichzeitig wird durch die Photosynthese die Luft mit Sauerstoff angereichert. Bereits 1,5 m² eines Grasdachs können z.B. soviel Sauerstoff erzeugen, wie ein Mensch zum Atmen braucht.

Die Selbstreinigungskraft der Stadtluft ist ohne Vegetation nur sehr gering. Vielfach ist die Bebauung in den Innenstädten so dicht, daß eine Erneuerung der Luft vom Umland nicht stattfindet. Begrünte Dächer können dazu beitragen, kühle Luft in der Stadt selbst zu produzieren.

Sind hingegen bis in die Stadtzentren reichende Ventilationsbahnen vorhanden, ist bei Neubauten in den Vororten anzustreben, die hier verlorengegangenen Grünflächen durch Dach- und Fassadenbegrünungen vollständig zurückzugewinnen. Nur so kann die Versorgung eines Stadtgebietes mit Frischluft unterstützt werden.

Gebäude oder Nutzflächen können durch Begrünung ausgeglichen werden. Ein einzelnes bewachsenes Dach reicht allerdings nicht aus, um in größerer Entfernung nachweisbare klimatische Änderungen hervorzurufen. So entwickeln Grünflächen erst ab etwa einem Hektar Größe ein Eigenklima. Bei Begrünung vieler Dächer kommt es zur Addition der Einzelwirkungen. Die somit geschaffene Vernetzung der innerstädtischen Grünflächen kann dann zur nachhaltigen Verbesserung des Stadtklimas führen. Dieses Ziel kann heute schon kurzfristig durch vielfach durchgeführte Dach- und Fassadenbegrünung erreicht werden.

Grünzüge innerhalb von Städten oder Stadtteilen wirken zum einen als Leitbahnen für Luftströmungen (wenn sie breit genug und richtig orientiert sind), zum anderen zersplittern sie eine größere zusammenhängende Wärmeinsel und beeinflussen so die bioklimatischen Verhältnisse positiv.

Tab. 1: Mittlere monatliche Niederschlagshöhe in Millimeter im Raum Gießen, Zeitraum: 1951 bis 1980

Ort	Seehöhe	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAI	JUNI	JULI	AUG.	SEP.	OKT.	NOV.	DEZ.	JAHR
Gießen (Wst)	186 m	43	39	38	39	53	66	60	65	48	45	55	58	609
Gießen (Lahntal)	156 m	43	39	38	38	51	61	65	63	46	43	55	60	602
Pohlheim-Hausen	215 m	43	38	38	40	54	66	58	65	46	43	52	54	596
Buseck-Alten Buseck	217 m	50	44	41	43	55	72	64	69	52	45	58	63	655
Münzeberg-Gambach	157 m	35	33	34	38	48	64	55	66	41	40	47	47	548
Lich	168 m	43	38	40	41	51	70	65	69	49	48	53	57	622

Tab. 2: Mittlere monatliche Sonnenscheindauer in Stunden in Gießen, Zeitraum: 1951 bis 1980

Ort	Seehöhe	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAI	JUNI	JULI	AUG.	SEP.	OKT.	NOV.	DEZ.	JAHR
Gießen (Wst)	186 m	39	69	122	169	203	213	211	195	147	99	41	31	1542

Tab. 3: Mittlere monatliche Lufttemperatur in Grad Celsius im Raum Gießen, Zeitraum: 1951 bis 1980

Ort	Seehöhe	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAI	JUNI	JULI	AUG.	SEP.	OKT.	NOV.	DEZ.	JAHR
Gießen (Wst)	186 m	0.2	1.2	4.6	8.6	13.0	16.4	17.9	17.2	13.9	9.2	4.5	1.5	9.0
Gießen (Lahntal)	158 m	0.0	0.9	4.2	8.2	12.5	15.9	17.4	16.8	13.5	8.8	4.3	1.3	8.7
Bad Nauheim	145 m	0.1	1.1	4.5	8.4	12.5	16.1	17.5	16.8	13.5	8.9	4.3	1.4	8.8



Tab. 4: Mittlere monatliche Windgeschwindigkeit in m/s im Raum Gießen, unterschiedliche Zeiträume

Ort	Seehöhe	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAI	JUNI	JULI	AUG.	SEP.	OKT.	NOV.	DEZ.	JAHR	
Gießen (Wst)	186 m	3.1	2.7	2.9	2.7	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.4	2.4	2.5	2.6	2.5
Lollar	165 m	2.0	1.8	2.2	2.3	2.1	1.7	1.5	1.6	1.5	1.5	2.0	1.7	1.8	
Holzheim	239 m	3.0	2.9	3.6	3.4	3.0	3.1	2.7	2.8	2.8	2.4	3.5	3.0	3.0	

Tab. 5: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Raum Gießen, unterschiedliche Zeiträume

Ort	N		E		S		W		C/U	Mittel				
	360	30	90	120	150	180	210	240			270	300	330	
Gießen (Wst)	2.0	2.1	2.2	1.7	2.0	2.5	2.4	2.9	3.3	3.2	2.8	2.0	1.1	2.5
Lollar	0.6	0.9	1.8	2.1	1.7	1.4	1.5	1.9	2.7	2.3	1.2	0.7	0.0	1.8
Holzheim	2.5	2.5	3.1	3.1	3.0	2.6	2.5	3.0	3.9	3.6	3.4	2.9	0.0	3.0

1) Zeitraum: 01.1939 bis 12.1988

2) Zeitraum: 10.1991 bis 09.1992

3) Zeitraum: 06.1991 bis 05.1992



Tab. 6: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen (Wst), Zeitraum: 01.1939 bis 12.1988

	N	30	60	90	E	120	150	S	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	9.1	9.0	6.0	4.1	6.6	12.8	8.5	8.9	11.6	9.1	6.1	6.5	6.5	0.2	1.4	
Tagesstunden	8.4	8.2	6.0	4.0	6.6	12.2	7.6	8.3	12.6	10.5	7.5	7.3	7.3	0.2	0.5	
Nachtstunden	9.8	9.9	6.0	4.3	6.7	13.5	9.4	9.5	10.6	7.6	4.5	5.7	5.7	0.1	2.3	
Differenz Tag-Nacht	-1.4	-1.7	0.0	-0.3	-0.1	-1.3	-1.8	-1.2	2.0	2.9	3.0	1.6	0.1	1.8		

Tab. 6a: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen (Wst), (Windgeschwindigkeit ≤ 2.0 m/s), Zeitraum: 01.1939 bis 12.1988

	N	30	60	90	E	120	150	S	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	5.2	5.0	3.2	2.9	3.9	5.6	4.0	3.3	3.2	2.9	2.7	4.1	4.1	0.2	1.4	
Tagesstunden	4.1	3.5	2.4	2.1	3.2	4.5	2.9	2.3	2.4	2.5	2.6	3.8	3.8	0.2	0.5	
Nachtstunden	5.4	6.6	4.1	3.6	4.7	6.7	5.1	4.3	4.0	3.2	2.7	4.2	4.2	0.1	2.3	
Differenz Tag-Nacht	-1.3	-3.1	-2.3	-1.5	-1.5	-2.2	-2.2	-2.0	-1.6	-0.7	-0.1	-0.4	0.1	-2.2		



Tab. 7: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Lollar, Zeitraum: 10.1991 bis 09.1992

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
	360			E			S			W				
Alle Stunden	5.3	7.6	21.5	5.5	1.7	2.9	7.7	15.6	17.5	8.2	3.3	3.2	--	0.0
Tagesstunden	3.1	6.0	21.4	6.2	2.2	3.9	8.0	14.6	20.1	9.1	3.1	2.3	--	0.0
Nachtstunden	7.6	9.3	21.7	4.7	1.1	1.8	7.5	16.7	14.8	7.2	3.5	4.1	--	--
Differenz Tag-Nacht	-4.5	-3.3	-0.3	1.5	1.1	2.1	0.5	-2.1	-5.3	1.9	-0.4	-1.8	--	--

Tab. 8: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Holzheim, Zeitraum: 06.1991 bis 05.1992

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
	360			E			S			W				
Alle Stunden	5.2	4.7	9.1	10.7	10.1	8.3	10.1	7.7	6.6	8.7	10.3	8.7	--	0.0
Tagesstunden	4.7	4.3	8.4	11.0	11.2	9.9	10.7	6.8	6.2	9.3	9.5	8.0	--	0.0
Nachtstunden	5.7	5.0	9.9	10.4	8.9	6.6	9.4	8.5	6.9	8.1	11.2	9.4	--	0.0
Differenz Tag-Nacht	-1.0	-0.7	-1.5	0.6	2.3	3.3	1.3	-1.7	-0.7	1.2	-1.7	-1.4	--	--



Tab. 9: Relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Wetzlar-Schleuse, Zeitraum: 04.1978 bis 03.1980

	N		E		S		W		Uml. Windst.					
	360	30	60	90	120	150	180	210		240	270	300	330	
Alle Stunden	0.3	2.6	10.4	14.7	6.9	2.4	1.8	3.7	18.8	20.1	6.0	2.7	6.4	3.3
Tagesstunden	0.3	2.2	9.3	14.1	8.3	2.8	2.0	4.3	19.6	19.8	7.8	4.1	3.4	2.0
Nachtstunden	0.2	3.0	11.6	15.4	5.4	1.9	1.5	3.0	17.8	20.4	4.0	1.2	9.6	4.8
Differenz Tag-Nacht	0.1	-0.8	-2.3	-1.3	2.9	0.9	0.5	1.3	1.8	-0.6	3.8	2.9	-6.2	-2.8

Tab. 10: Mittlere monatliche Windgeschwindigkeit in m/s im Stadtgebiet Gießen, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

Ort	Seehöhe	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAI	JUNI	JULI	AUG.	SEP.	OKT.	NOV.	DEZ.	JAHR
Gießen Station 21	ca. 160 m	1.9	1.4	1.5	1.8	1.8	1.8	1.5	1.4	1.4	1.3	2.3	1.9	1.7
Gießen Station 22	ca. 160 m	2.2	1.9	1.8	2.1	1.8	2.1	1.9	1.6	1.6	1.7	2.5	2.3	1.9
Gießen Station 23	ca. 155 m	2.4	1.9	2.0	2.0	1.8	2.0	1.8	1.4	0.0	2.1	2.1	2.2	2.0
Gießen Station 24	ca. 155 m	2.3	2.1	2.5	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	2.2	2.0	2.0
Gießen Station 25	ca. 190 m	2.5	1.7	1.8	2.1	2.0	2.3	1.7	1.7	1.7	2.2	2.5	2.4	2.1
Gießen (Wst) 1)	186 m	3.1	2.7	2.9	2.7	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.4	2.5	2.6	2.5
Gießen (Wst) 2)	186 m	2.8	2.1	2.1	2.7	2.5	3.0	2.4	2.1	2.1	2.2	2.7	2.7	2.5



Tab. 11: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Stadtgebiet Gießen, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

Ort	N			E			S			W			C/U	Mittel
	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		
Gießen Station 21	1.9	2.0	1.8	1.0	0.6	1.0	2.0	2.1	2.3	2.1	2.3	1.9	0.5	1.7
Gießen Station 22	1.7	1.9	1.7	1.2	1.4	1.8	2.4	2.6	2.6	2.3	1.5	1.4	0.5	1.9
Gießen Station 23	1.8	2.5	2.6	1.8	1.6	2.1	2.1	2.3	2.0	1.7	1.3	1.5	0.5	2.0
Gießen Station 24	1.4	2.3	2.0	2.2	2.1	2.0	2.1	2.0	2.2	2.3	2.5	1.7	0.5	2.0
Gießen Station 25	1.3	2.0	2.1	1.6	1.4	1.8	1.7	2.3	3.2	2.6	1.7	1.0	0.4	2.1
Gießen (Wst)	2)	1.9	2.4	1.9	1.8	2.7	2.5	3.1	3.2	3.2	2.9	2.1	1.5	2.5
Gießen (Wst)	1)	2.0	2.1	2.2	1.7	2.0	2.5	2.9	3.3	3.2	2.8	2.0	1.1	2.5

Tab. 12: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Stadtgebiet Gießen während der Tagesstunden, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

Ort	N			E			S			W			C/U	Mittel
	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		
Gießen Station 21	2.0	2.2	2.2	1.4	0.9	1.4	2.1	2.1	2.5	2.2	2.4	1.9	0.6	2.0
Gießen Station 22	2.5	2.2	2.5	1.9	1.8	2.0	2.4	2.6	2.9	2.7	2.0	1.7	0.6	2.3
Gießen Station 23	2.1	2.8	2.9	2.1	1.8	2.1	2.4	2.6	2.3	2.0	1.8	2.0	0.7	2.3
Gießen Station 24	1.9	2.7	2.4	2.5	2.4	2.1	2.3	2.1	2.1	2.6	2.8	2.1	0.7	2.3
Gießen Station 25	1.5	2.2	2.2	1.8	1.6	1.9	2.0	3.0	3.7	3.2	2.2	1.2	0.5	2.4
Gießen (Wst)	2)	2.0	3.3	2.6	2.4	2.9	2.7	3.3	3.5	3.6	3.6	2.2	1.5	2.9
Gießen (Wst)	1)	2.3	2.5	2.7	2.2	2.3	2.7	3.3	3.7	3.6	3.2	2.4	1.2	2.9

1) Zeitraum: 01.1939 bis 12.1988

2) Zeitraum: 10.1991 bis 09.1992



Tab. 13: Mittlere Windgeschwindigkeit für 30-Grad-Sektoren in m/s im Stadtgebiet Gießen während der Nachtstunden, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

Ort	N			E			S			W			C/U	Mittel
	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		
Gießen Station 21	1.8	1.7	1.3	0.7	0.5	0.7	1.9	2.0	2.0	1.7	1.8	1.9	0.4	1.3
Gießen Station 22	1.4	1.5	1.2	0.8	0.9	1.4	2.4	2.5	2.3	1.8	0.8	0.9	0.4	1.5
Gießen Station 23	1.5	2.2	2.2	1.4	1.2	1.9	1.9	2.1	1.5	1.2	0.7	1.1	0.5	1.7
Gießen Station 24	1.2	1.9	1.3	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	2.2	1.8	2.1	1.3	0.4	1.5
Gießen Station 25	1.1	1.7	1.9	1.0	1.0	1.5	1.5	1.9	2.7	1.9	1.0	0.8	0.4	1.7
Gießen (Wst)	2) 1.7	1.7	1.7	1.5	1.3	2.6	2.4	3.0	2.8	2.5	1.6	1.8	1.8	2.1
Gießen (Wst)	1) 1.8	1.7	1.6	1.2	1.6	2.3	2.1	2.5	2.8	2.7	2.1	1.6	1.0	2.1

1) Zeitraum: 01.1939 bis 12.1988. 2) Zeitraum: 10.1991 bis 09.1992

Tab. 14: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen (Wst), Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

	N			E			S			W			Uml.	Windst.
	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		
Alle Stunden	11.6	10.0	6.8	4.3	6.3	13.3	6.2	8.2	10.6	9.3	5.3	6.0	0.5	1.6
Tagesstunden	11.0	8.0	6.3	3.1	6.3	13.2	5.3	7.2	12.4	11.0	6.8	7.5	0.9	1.0
Nachtstunden	12.2	12.1	7.3	5.4	6.4	13.4	7.2	9.2	8.8	7.6	3.8	4.4	0.0	2.1
Differenz Tag-Nacht	-1.2	-4.1	-1.0	-2.3	-0.1	-0.2	-1.9	-2.0	3.6	3.4	3.0	3.1	0.9	-0.9



Tab. 15: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 21, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
				E			S			W				
Alle Stunden	7.2	7.7	5.9	5.2	13.3	11.0	13.1	8.9	8.2	9.8	5.1	3.3	1.1	0.1
Tagesstunden	9.4	8.8	6.0	4.6	6.8	8.5	11.7	8.0	9.7	13.2	7.5	4.6	1.2	0.0
Nachtstunden	4.9	6.5	5.8	5.8	20.5	13.8	14.6	10.0	6.5	6.2	2.6	1.8	1.0	0.1
Differenz Tag-Nacht	4.5	2.3	0.2	-1.2	-13.7	-5.3	-2.9	-2.0	3.2	7.0	4.9	2.8	0.2	-0.1

Tab. 16: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 22, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
				E			S			W				
Alle Stunden	8.1	9.4	13.9	8.0	4.3	5.2	8.5	7.8	14.4	8.8	4.4	4.3	2.8	0.3
Tagesstunden	9.2	9.5	10.2	5.5	4.4	5.4	7.9	7.7	16.7	11.4	5.3	5.0	1.7	0.2
Nachtstunden	6.9	9.4	17.6	10.5	3.9	4.6	8.7	8.1	12.2	6.5	3.5	3.9	4.0	0.4
Differenz Tag-Nacht	2.3	0.1	-7.4	-5.0	0.5	0.8	-1.2	-0.4	4.5	4.9	1.8	1.1	-2.3	-0.2



Tab. 17: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 23, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml. Windst.
Alle Stunden	13.1	11.8	3.2	2.4	3.0	7.5	10.0	13.4	13.8	11.1	4.6	4.8	1.1
Tagesstunden	12.6	11.7	3.9	2.4	3.5	7.2	7.0	11.7	16.1	13.9	5.3	4.1	0.7
Nachtstunden	13.7	12.1	2.5	2.4	2.4	7.2	13.1	15.3	11.4	8.5	3.9	5.7	1.5
Differenz Tag-Nacht	-1.1	-0.4	1.4	0.0	1.1	0.0	-6.1	-3.6	4.7	5.4	1.4	-1.6	-0.8

Tab. 18: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 24, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml. Windst.
Alle Stunden	15.2	9.6	6.2	9.7	8.7	7.0	7.3	4.2	3.2	3.2	10.2	13.5	1.9
Tagesstunden	9.1	8.6	7.3	12.0	10.4	7.1	7.7	4.2	3.6	4.2	11.6	13.2	0.9
Nachtstunden	21.7	9.9	5.0	7.5	7.0	6.6	6.6	4.2	2.9	2.3	9.0	14.3	2.9
Differenz Tag-Nacht	-12.6	1.3	2.3	4.5	3.4	0.5	1.1	0.0	0.7	1.9	2.6	-1.1	-2.0



Tab. 19: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent in Gießen Station 25, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	9.3	8.7	5.1	3.7	4.3	7.1	6.4	10.7	16.8	12.4	6.7	6.7	1.6	0.4
Tagesstunden	9.9	10.3	5.7	4.7	5.7	6.9	4.4	7.8	15.5	13.3	8.0	6.2	1.4	0.3
Nachtstunden	8.9	6.9	4.4	2.7	2.7	6.9	8.2	13.9	18.5	11.7	5.6	7.4	1.9	0.4
Differenz Tag-Nacht	1.0	3.4	1.3	2.0	3.0	0.0	-3.8	-6.1	-3.0	1.6	2.4	-1.2	-0.5	-0.1

Tab. 20: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen (WST), Zeitraum: 01.1940 bis 12.1990, Anzahl der Strahlungstage: 6698

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	12.5	12.4	8.7	5.6	7.1	10.7	6.6	5.9	7.3	6.6	5.6	8.4	0.3	2.4
Tagesstunden	11.9	10.6	8.0	5.0	7.5	11.3	6.4	5.5	8.1	7.3	6.5	9.9	0.4	1.5
Nachtstunden	13.2	14.4	9.6	6.3	6.5	9.9	6.8	6.3	6.4	5.7	4.6	6.8	0.1	3.4
Differenz Tag-Nacht	-1.3	-3.8	-1.6	-1.3	-1.0	1.4	-0.4	-0.8	1.7	1.6	1.9	3.1	0.3	-1.9



Tab. 21: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 21, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Anzahl der Strahlungstage: 152

	N	30	60	90	E	120	150	180	S	210	240	270	W	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	9.6	9.8	7.6	7.8	22.0	12.1	8.1	8.1	4.0	4.2	4.2	5.7	4.0	3.7	1.4	0.1	
Tagesstunden	13.5	12.9	8.6	7.2	11.5	8.8	8.0	3.8	3.8	4.8	4.8	7.6	6.1	5.8	1.4	-	
Nachtstunden	5.1	6.2	6.4	8.5	33.9	15.9	8.4	4.3	4.3	3.4	3.4	3.6	1.6	1.2	1.3	0.1	
Differenz Tag-Nacht	8.4	6.7	2.2	-1.3	-22.4	-7.1	-0.4	-0.5	1.4	1.4	1.4	4.0	4.5	4.6	0.1	-0.1	

Tab. 22: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 22, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Anzahl der Strahlungstage: 167

	N	30	60	90	E	120	150	180	S	210	240	270	W	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	10.6	12.2	18.4	11.7	5.1	4.5	4.5	4.6	4.0	8.7	8.7	6.1	6.1	4.4	5.1	4.1	0.3
Tagesstunden	12.6	13.6	15.1	8.2	5.9	5.3	4.4	4.4	4.5	10.2	10.2	6.9	6.9	4.7	5.8	2.6	0.2
Nachtstunden	8.5	10.7	22.2	15.5	4.3	3.6	3.6	4.5	3.6	7.2	7.2	5.3	5.3	3.9	4.5	5.8	0.5
Differenz Tag-Nacht	4.1	2.9	-7.1	-7.3	1.6	1.6	1.7	-0.1	0.9	3.0	3.0	1.6	1.6	0.8	1.3	-3.2	-0.3



Tab. 23: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 23, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Anzahl der Strahlungstage: 116

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	20.1	15.3	4.5	3.4	3.2	4.4	4.9	9.2	11.5	10.1	5.3	6.4	1.4	0.1
Tagesstunden	19.6	16.8	5.5	3.5	4.7	5.8	2.3	7.8	12.9	11.0	5.2	3.9	0.9	0.1
Nachtstunden	20.7	13.6	3.4	3.2	1.5	2.8	8.0	10.8	10.0	9.1	5.5	9.4	1.9	0.2
Differenz Tag-Nacht	-1.1	3.2	2.1	0.3	3.2	3.0	-5.7	-3.0	2.9	1.9	-0.3	-5.5	-1.0	-0.1

Tab. 24: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 24, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Anzahl der Strahlungstage: 146

	N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	21.3	8.4	3.5	4.4	5.2	3.9	5.0	3.6	2.4	4.4	15.9	19.8	2.1	0.1
Tagesstunden	11.8	7.5	4.0	5.9	6.6	4.5	6.3	5.0	3.0	6.2	18.5	19.5	1.2	-
Nachtstunden	32.5	9.5	3.0	2.6	3.6	3.2	3.4	1.8	1.7	2.4	12.9	20.2	3.1	0.2
Differenz Tag-Nacht	-20.7	-2.0	1.0	3.3	2.0	1.3	2.9	3.2	1.3	3.8	5.6	-0.7	-1.9	-0.2



Tab. 25: Mittlere jährliche relative Häufigkeit der Windrichtung für 30-Grad-Sektoren in Prozent an Strahlungstagen in Gießen Station 25, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Anzahl der Strahlungstage: 157

	N	30	60	90	E	120	150	S	180	210	240	W	270	300	330	Uml.	Windst.
Alle Stunden	11.7	11.0	5.9	5.4	5.3	4.6	5.0	9.7	12.1	10.3	7.1	9.3	2.0	0.6			
Tagesstunden	13.3	15.0	7.9	7.2	8.1	5.5	2.5	5.0	9.1	8.5	7.4	8.2	1.8	0.6			
Nachtstunden	10.0	6.6	3.8	3.3	2.2	3.7	7.7	14.8	15.5	12.3	6.8	10.5	2.2	0.6			
Differenz Tag-Nacht	3.3	8.4	4.1	3.9	5.9	1.8	5.2	-9.8	-6.4	-3.8	0.6	-2.3	-0.4	0.0			

Tab. 26: Austauscharme Wetterlagen im Raum Gießen, Mittlere Zahl der Stunden, Zeitraum: 1981 bis 1990

	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAI	JUNI	JULI	AUG.	SEP.	OKT.	NOV.	DEZ.	JAHR
Zahl der Stunden	80,1	87,9	47,2	23,5	25,3	22,4	42,8	55,9	97,9	111,0	132,2	94,1	820,3
Prozent der Stunden	10,8	13,1	6,3	3,3	3,4	3,1	5,8	7,5	13,6	14,9	18,4	12,6	9,4



Tab. 27: Austauscharme Wetterlagen im Raum Gießen, Mittlere Zahl der Tage, Zeitraum: 1981 bis 1990

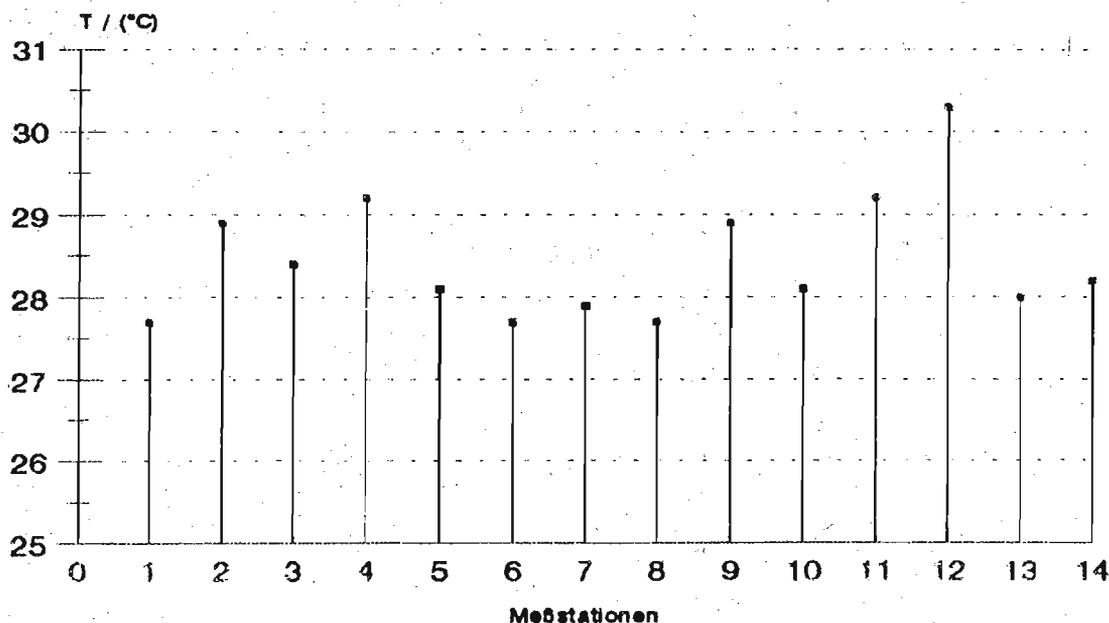
	DEZ.-FEB.	MAR.-MAI	JUNI-AUG.	SEPT.-NOV.	JAHR
Zahl der Tage	10,9	4,0	5,1	14,2	34,2
Zahl der Stunden	262,1	96,0	121,1	341,1	820,3

Tab. 28: Austauscharme Wetterlagen im Raum Gießen, Mittlere Tageszeitliche Verteilung in Prozent
Zeitraum: 1981 bis 1990

Tageszeit	DEZ.-FEB.	MAR.-MAI	JUNI-AUG.	SEPT.-NOV.	JAHR
00-06 Uhr	30	42	47	35	36
06-12 Uhr	24	22	22	24	24
12-18 Uhr	17	5	1	10	10
18-24 Uhr	28	32	31	31	30
Summe	100	100	100	100	100
Anzahl der Tage	10,9	4,0	5,1	14,2	34,2

Temperaturmittelwerte (°C) - Juli Mittags

Punktmessung an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen



Temperaturmittelwerte (°C) - Juli Abends

Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen

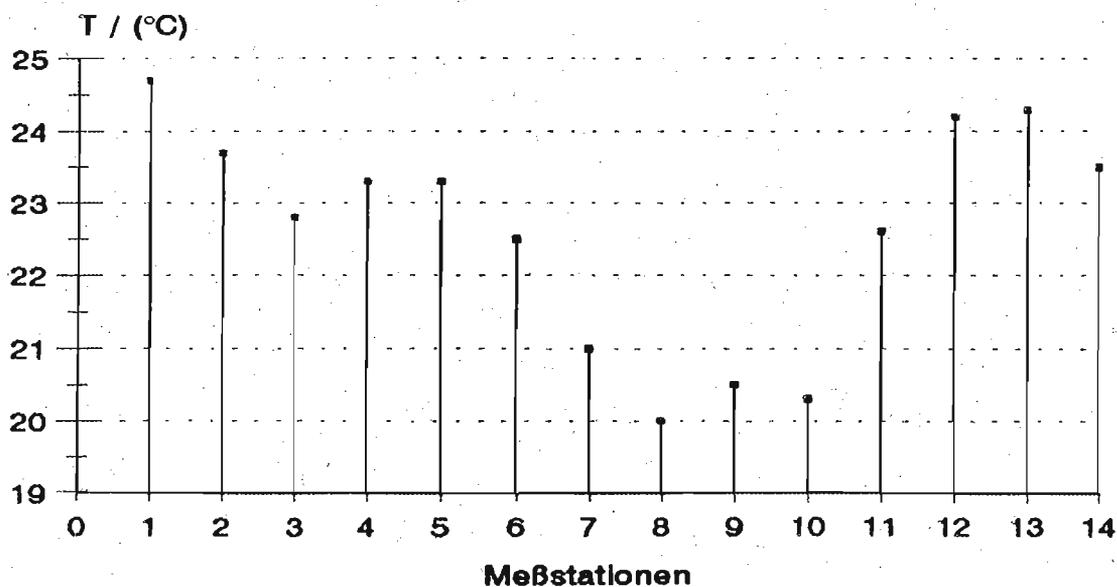
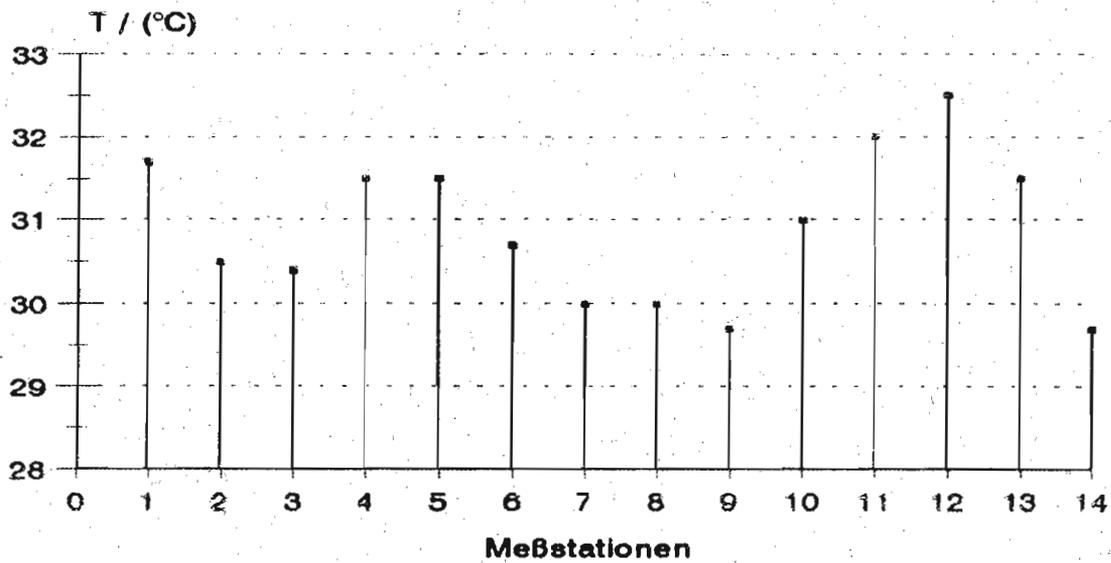


Abb. 1 Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im Juli 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.



Temperaturmittelwerte (°C) - August **Mittags**
Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen



Temperaturmittelwerte(°C) - August **Abends**
Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen

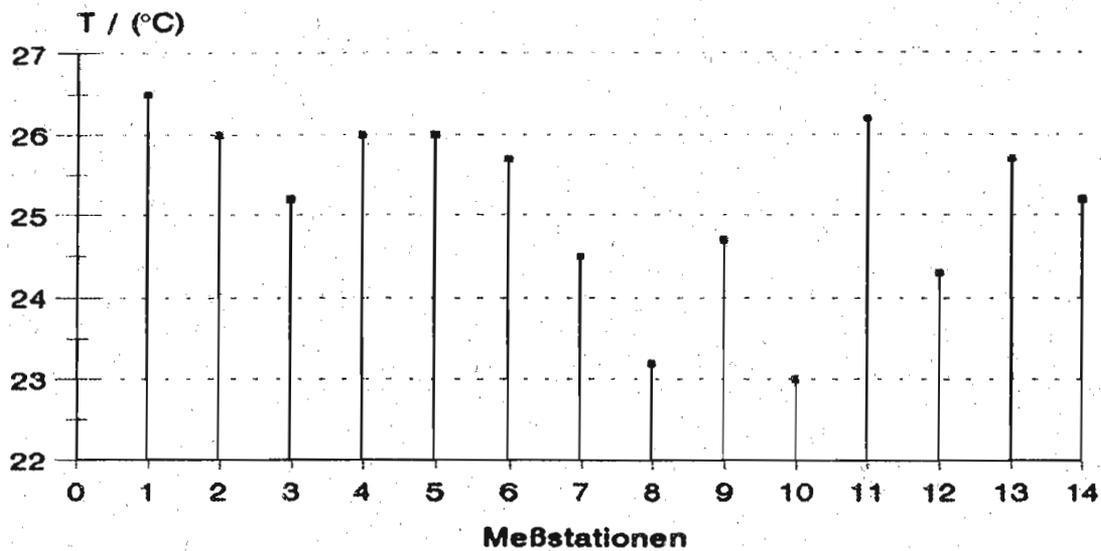
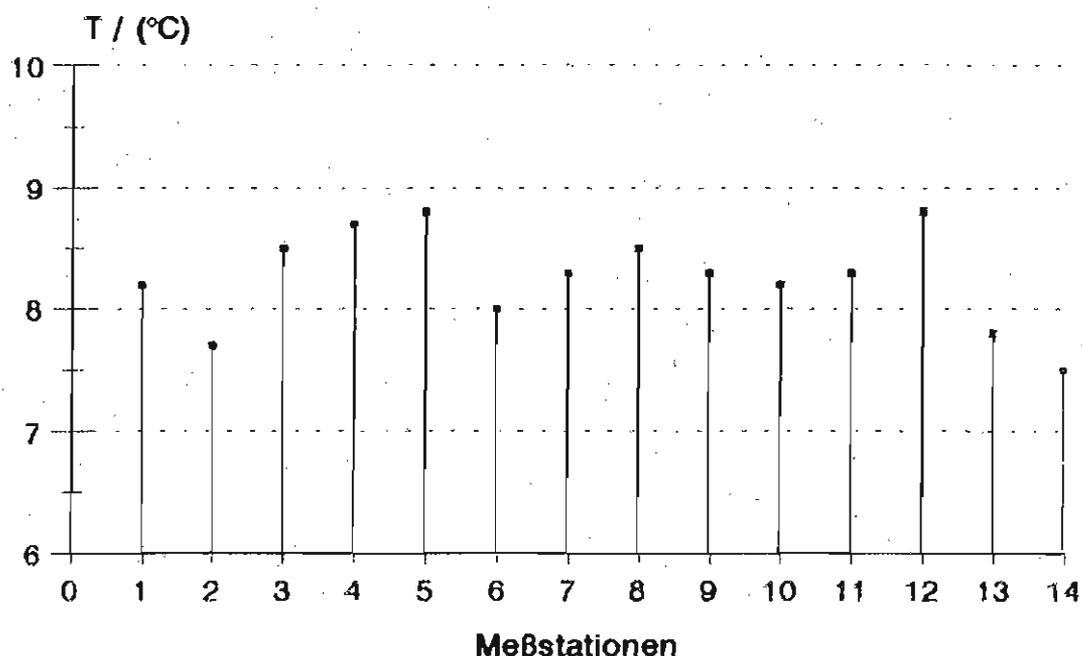


Abb. 2 Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im August 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.

Temperaturmittelwerte (°C) - Oktober Mittags

Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen



Temperaturmittelwerte (°C) - Oktober Abends

Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen

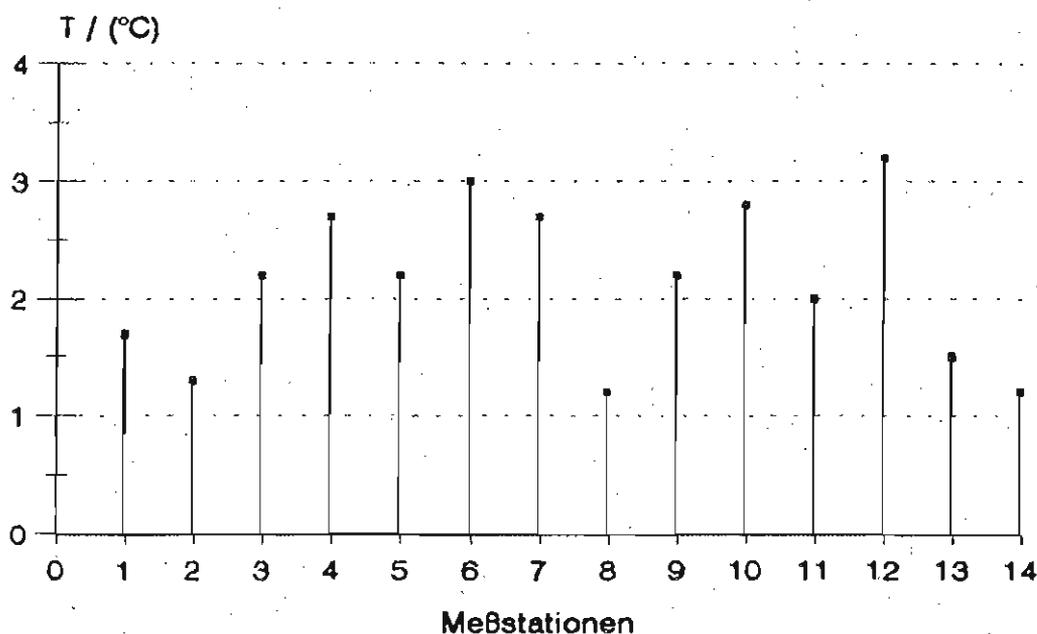
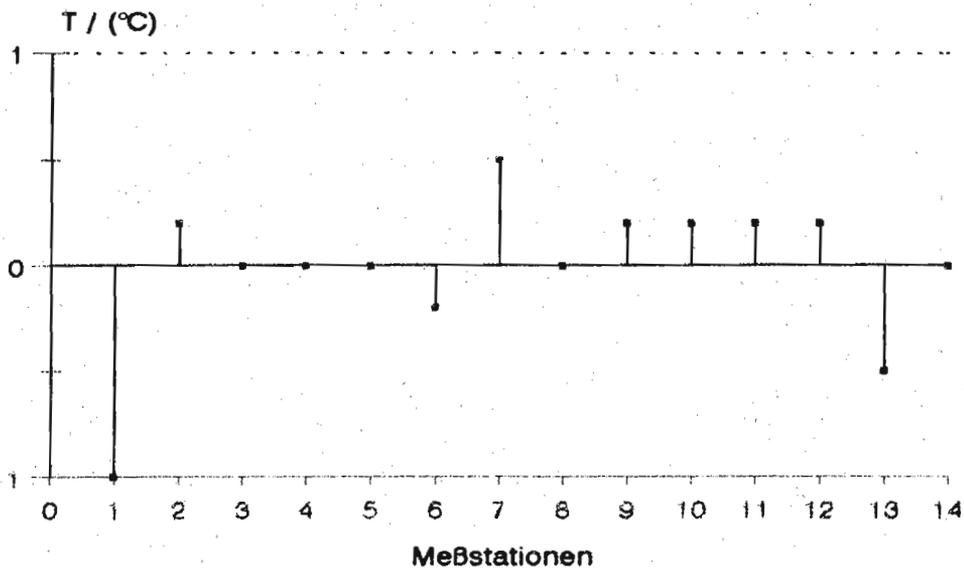


Abb. 3 Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im Oktober 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.



Temperaturmittelwerte (°C) - Dezember Mittags
Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen



Temperaturmittelwerte (°C) - Dezember Abends
Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet von Gießen

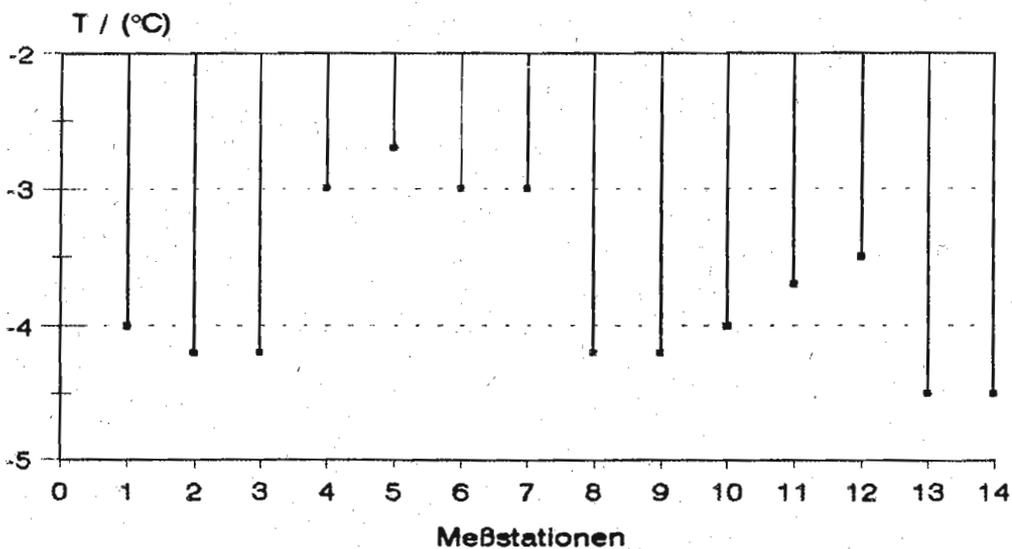


Abb. 4 Mittlere Lufttemperatur während ausgewählter Strahlungswetterlagen im Dezember 1991, Punktmessungen an 14 Stationen im Stadtgebiet Gießen, mittags und abends.

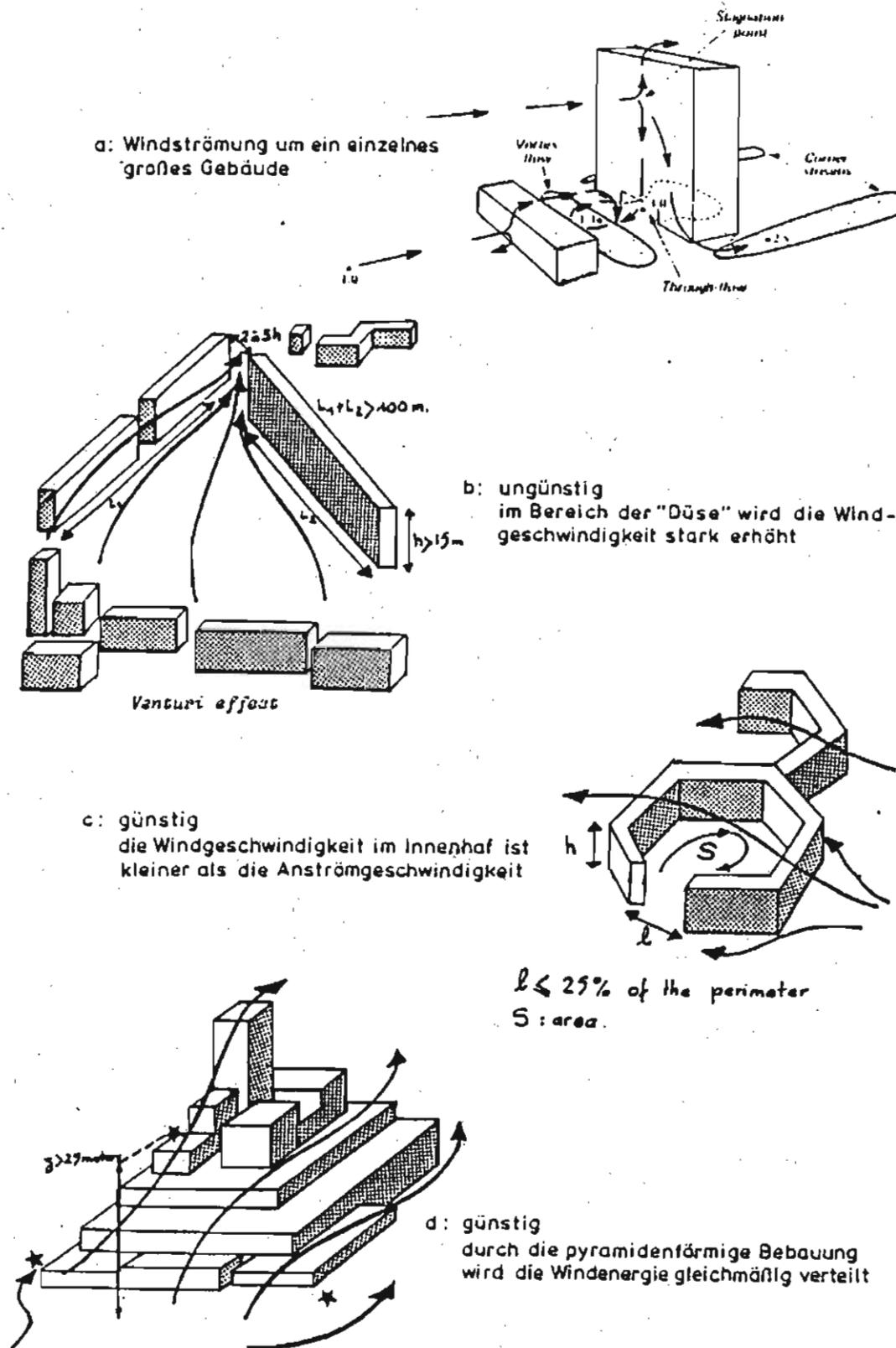
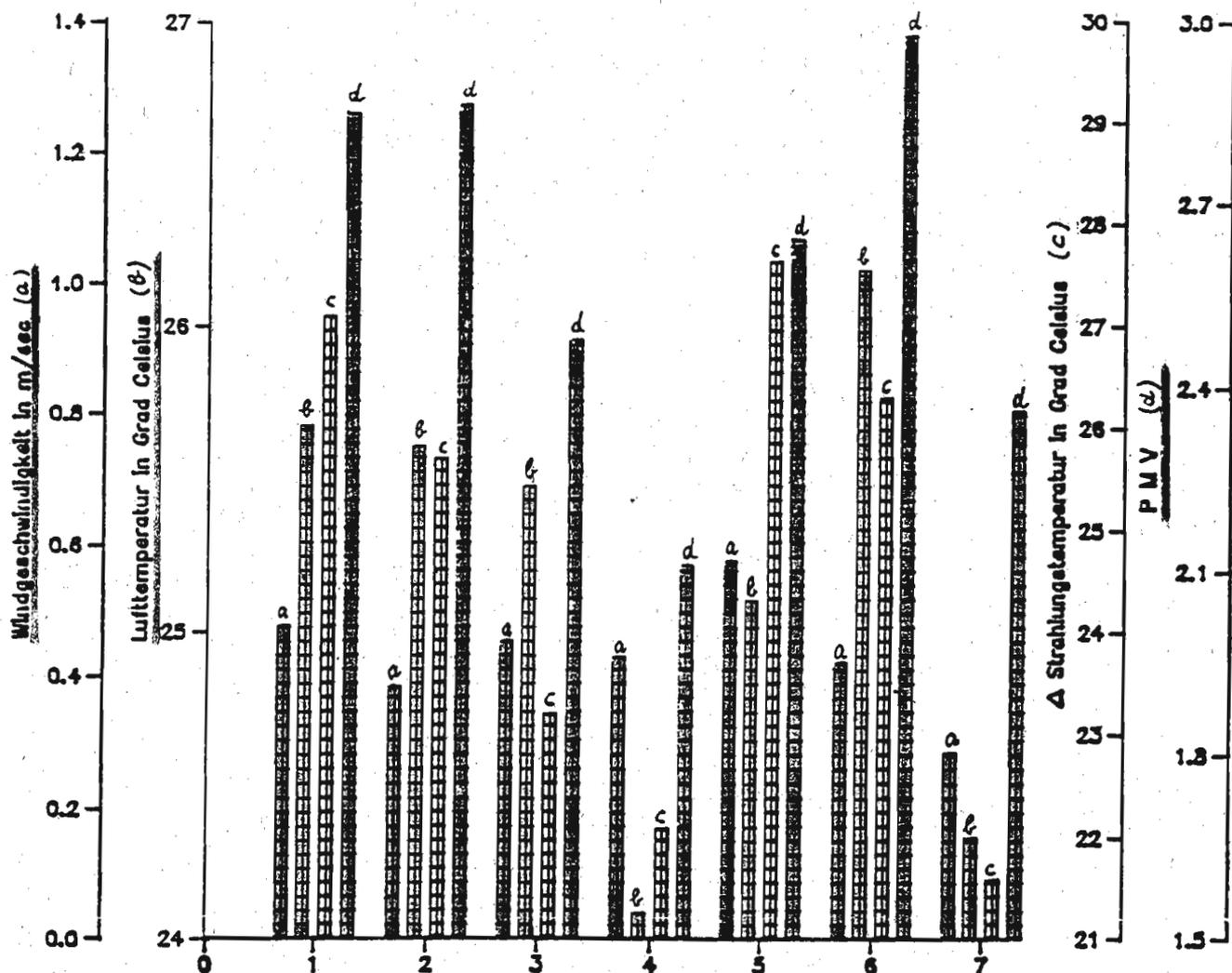


Abb. 5 Einfluß der Bebauung auf die Windströmung



- 1: Versiegelungsgrad 60% (davon 65% mit Häusern bebaut), Häuserhöhe 18m
Anzahl der Häuser pro Fläche $7,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-2}$
- 2: wie 1, Freifläche entsiegelt
- 3: wie 1, mit Dach- und Fassadenbegrünung
- 4: wie 1, Freiflächen mit Bäumen bepflanzt
- 5: wie 1, aber Gesamtversiegelungsgrad 40% (Entsiegelung)
- 6: wie 1, weitere Verdichtung der Bebauung
- 7: wie 6, Freiflächen mit Bäumen bepflanzt

Abb. 6 Simulation von Planungsalternativen, Quelle: Annalen der Meteorologie 1992, Modellierung des Bioklimas zu Stadtplanungszwecken

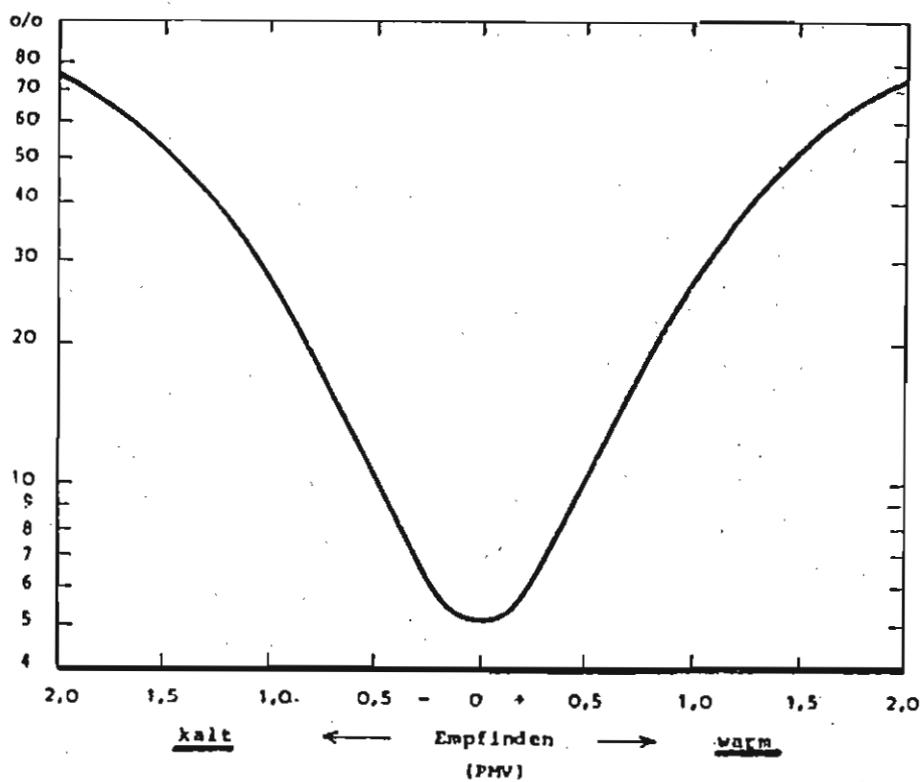
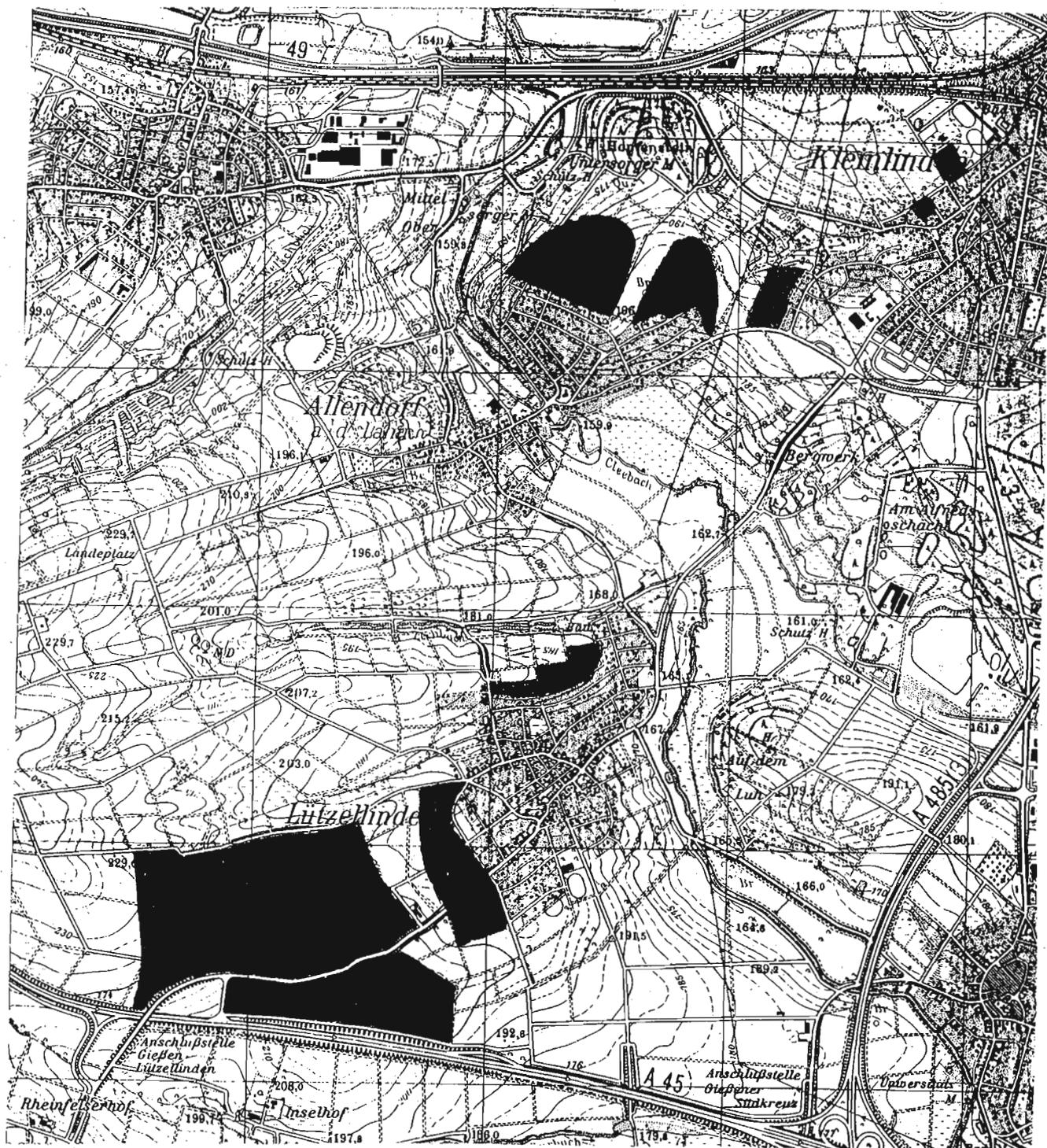


Abb. 7 Prozentsatz von Personen im Diskonfort als Funktion des errechneten Empfindens (PMV = Predicted Mean Vote) auf einer psycho-physikalischen Skala

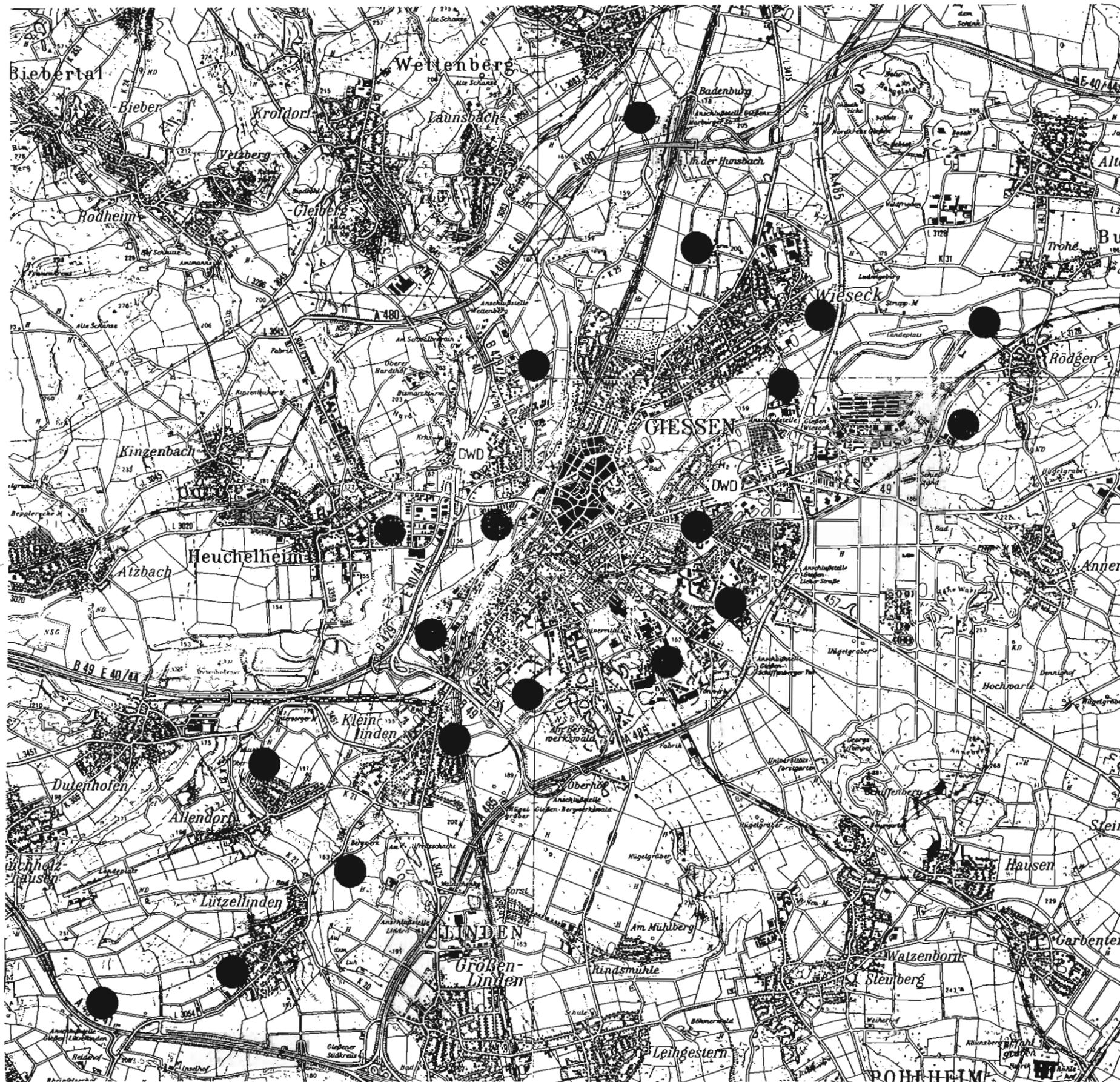


Karte 2 Planungsgebiete im Stadtgebiet Gießen, Maßstab 1:25.000

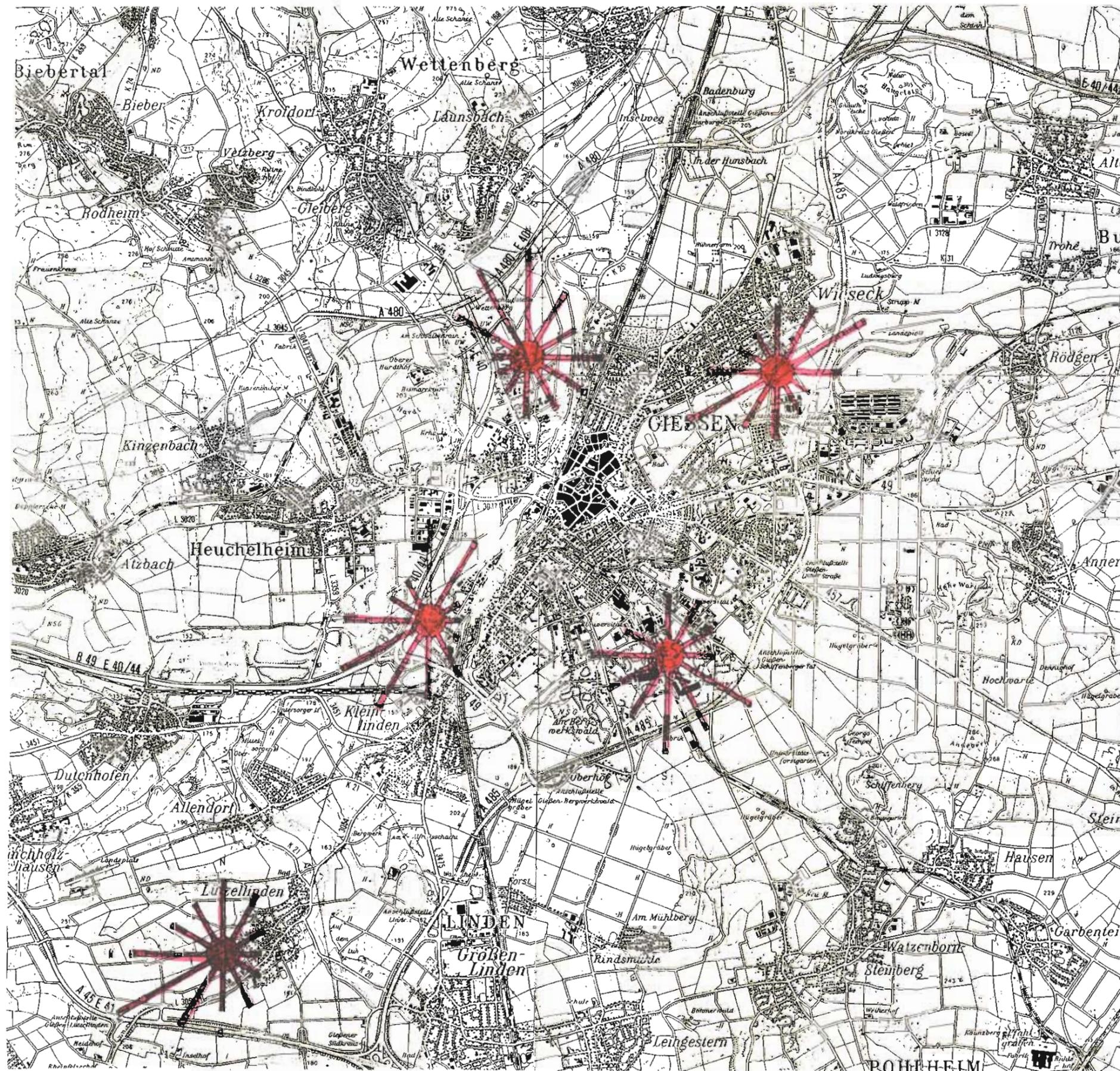
- Lützellinden (Gewerbepark und Misch-/ Wohnbebauung)
- Ortserweiterung Kleinlinden
- Ortserweiterung Allendorf



Karte 5 Lage der Windmeß- und Temperaturmeßstellen im Stadtgebiet Gießen
Maßstab 1:50.000



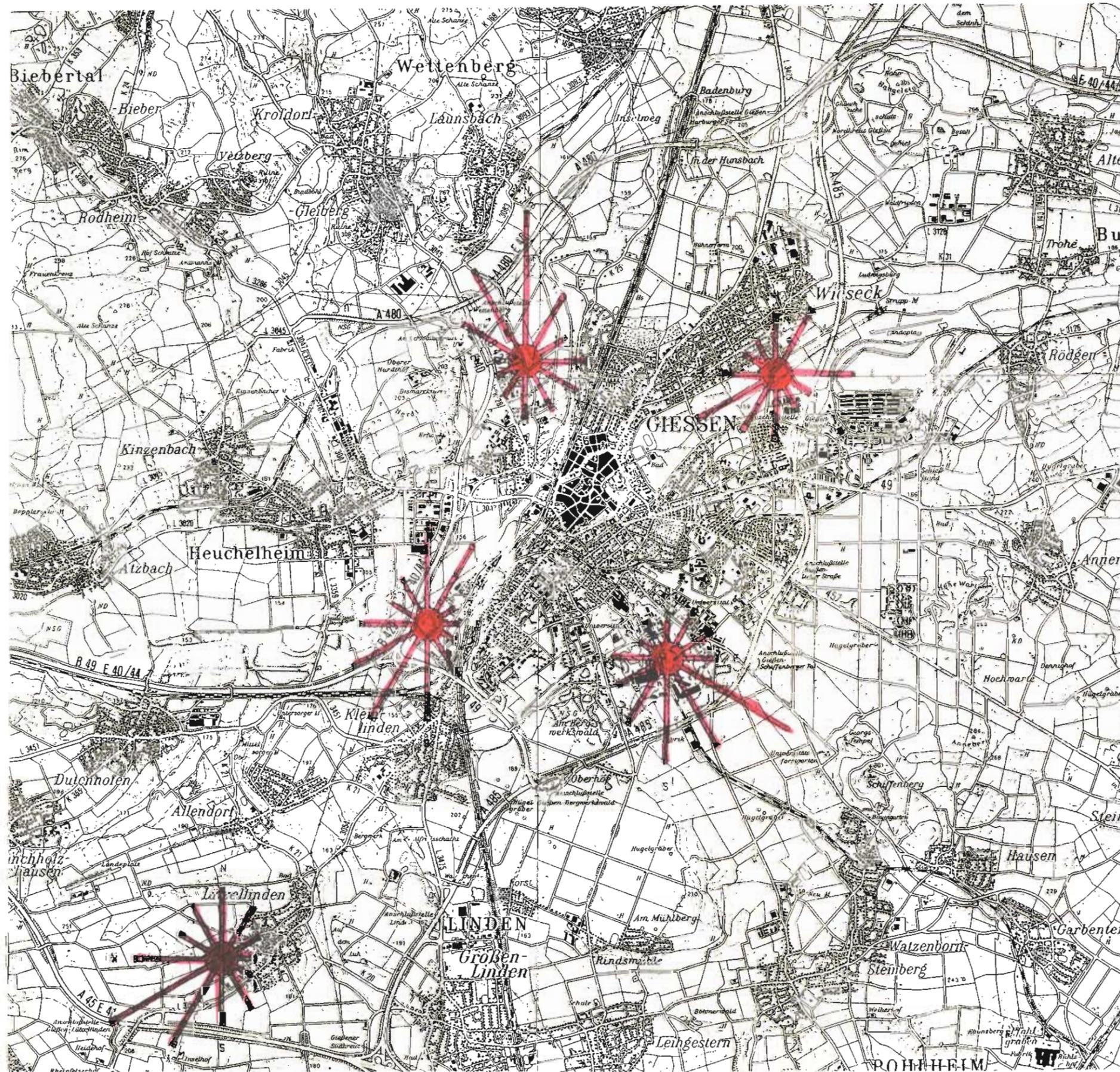
Karte 6 Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen, alle Tage, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Maßstab 1:50.000



Dienstkopie der Stadtverwaltung Gießen

Karte 7 Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen, tags, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Maßstab 1:50.000





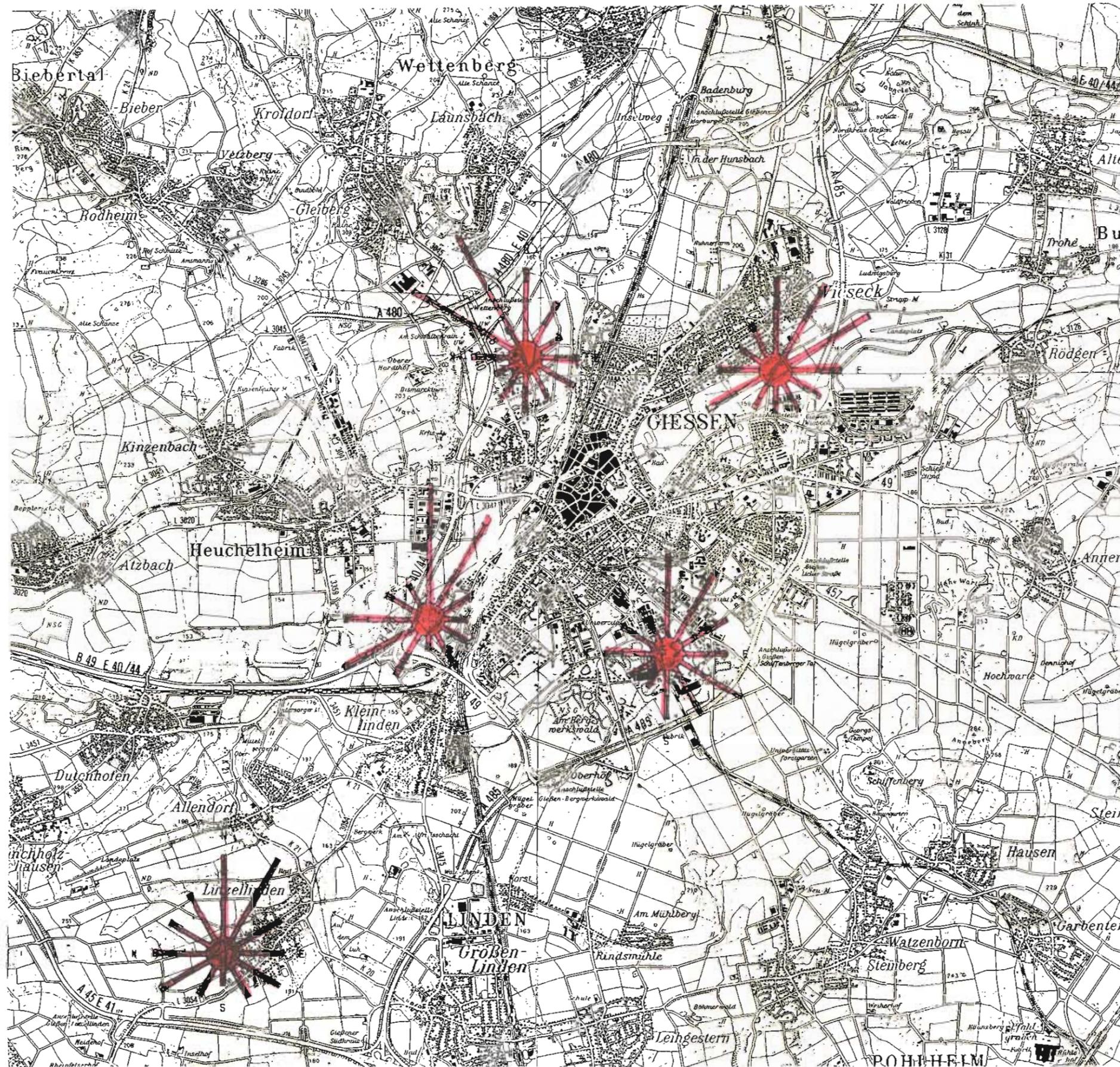
Seite 84 Stadtklima Gießen vom: 08.05.1995

Karte 8 Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen, nachts, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Maßstab 1:50.000



Seite 85 Stadtklima Gießen vom: 08.05.1995

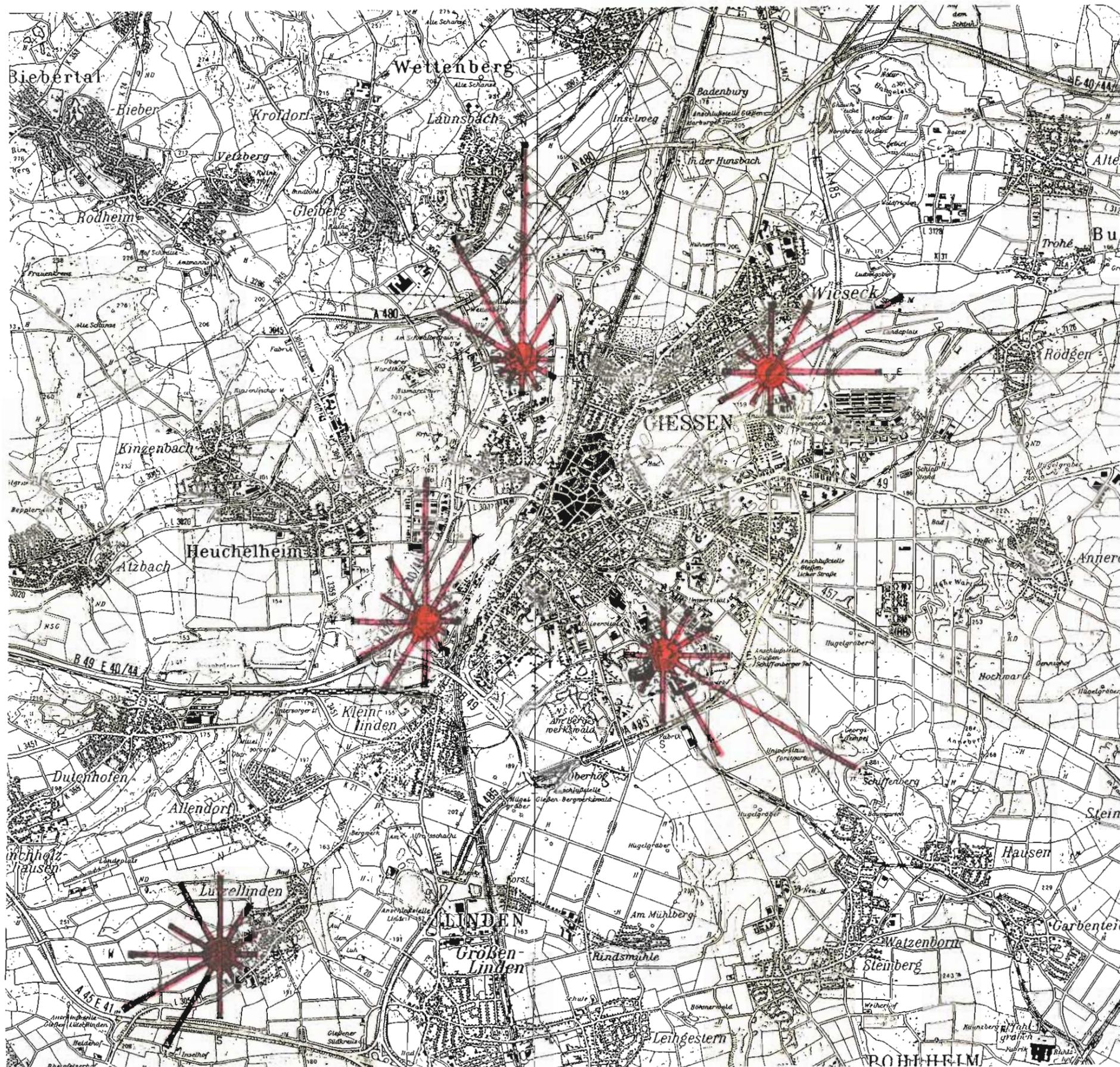
Karte 9 Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen an Strahlungswetterlagen, alle Stunden, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Maßstab 1:50.000



Seite 86 Stadtklima Gießen vom: 08.05.1995

Karte 10 Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen an Strahlungswetterlagen, tags, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Maßstab 1:50.000

Karte 11 Windrosen an temporären Stationen im Stadtgebiet Gießen an Strahlungswetterlagen, nachts, Zeitraum: 10.1990 bis 11.1991, Maßstab 1:50.000



Dienstkopie der Stadtverwaltung Gießen



WINDTAFEL

