

**Großräumige Auswirkungen  
der Gewerbeentwicklung  
in Hedemünden  
unter besonderer Berücksichtigung  
der Lufthygiene  
(Fachgutachten)**

**- Erläuterungsbericht -**

September 1998

***Im Auftrag:***

**Stadt Hann. Münden  
Böttcherstr. 3  
34346 Hann. Münden**

***Auftragnehmer:***

**döpel Landschaftsplanung  
Wilhelm-Weber-Str. 39  
37073 Göttingen  
Tel. 0551/47485 Fax 487367**

**Großräumige Auswirkungen  
der Gewerbeentwicklung  
in Hedemünden  
unter besonderer Berücksichtigung  
der Lufthygiene  
(Fachgutachten)**

**- Erläuterungsbericht -**

September 1998

***Im Auftrag:***

**Stadt Hann. Münden**  
Böttcherstr. 3  
34346 Hann. Münden

***Auftragnehmer:***

**döpel Landschaftsplanung**  
Wilhelm-Weber-Str. 39  
37073 Göttingen  
Tel. 0551/47485 Fax 487367

<i>Projektleitung:</i>	Dipl.-Geogr. Uwe Döpel
<i>Bearbeitung:</i>	Dipl.-Geogr. Uwe Döpel Dipl.-Ing. Daniela Mittendorf
<i>Grafik / Layout:</i>	Dipl.-Geogr. Michael Bock

# Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG</b>	<b>5</b>
1.1	Rechtsgrundlagen	5
1.2	Planungsvorgaben	6
<b>2</b>	<b>LAGE DER UNTERSUCHUNGSGBIETE</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>METHODIK</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>REGIONALKLIMA</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>WITTERUNGSVERLAUF IM UNTERSUCHUNGSZEITRAUM</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>BIOTOPKARTIERUNG</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>ERFASSUNG DES GELÄNDEKLIMAS</b>	<b>22</b>
7.1	Temperaturmessungen bei verschiedenen synoptischen Situationen	22
7.2	Rauchpatronenversuche	28
7.3	Phänologische Beobachtungen und Befragungen	30
<b>8</b>	<b>KLIMAÖKOLOGISCHE FUNKTIONSEINHEITEN</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>BEWERTUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT UND EMPFINDLICHKEIT DER KLIMAÖKOLOGISCHEN FUNKTIONEN</b>	<b>35</b>
9.1	Leistungsfähigkeit	35
9.2	Vorbelastungen	43
9.3	Leitbild und Entwicklungsziele	44
<b>10</b>	<b>PLANUNGSEMPFEHLUNGEN</b>	<b>45</b>
10.1	Gewerbeansiedlung nördlich von Hedemünden	45
10.1.1	Luftaustausch	45
10.1.2	Lufthygiene	46
10.1.3	Zusammenfassung der Planungsempfehlungen	47
10.2	Geplante Wohnbebauung südöstlich von Oberode	47
10.2.1	Luftaustausch	48
10.2.2	Lufthygiene	50
10.2.3	Zusammenfassung der Planungsempfehlungen	51
<b>11</b>	<b>SONSTIGE VORHABENWIRKUNGEN</b>	<b>52</b>
11.1	Arten- und Biotopschutz	52
11.2	Erholungsnutzung	52
<b>12</b>	<b>QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>54</b>
	<b>ANHANG: MEßWERTPROTOKOLLE</b>	<b>56</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage der Untersuchungsgebiete .....	8
Abb. 2:	Höhen-Querprofil A-B „Weinberg“ und Lage im Untersuchungsgebiet.....	11
Abb. 3:	Höhen-Querprofil C-D „Weinberg“ und Lage im Untersuchungsgebiet.....	12
Abb. 4:	Höhen-Querprofil „Oberode“ und Lage im Untersuchungsgebiet.....	13
Abb. 5:	Ausbildung von Talwindsystemen im Werratal.....	15
Abb. 6:	Probemessung am „Weinberg“, 20.08.1998 .....	24
Abb. 7:	Probemessung in „Oberode“, 20.08.1998 .....	24
Abb. 8:	Geländemessung am „Weinberg“, 21.09.1998 (morgens).....	25
Abb. 9:	Geländemessung in „Oberode“, 21.09.1998 (morgens).....	26
Abb. 10:	Geländemessung am „Weinberg“, 21.09.1998 (abends).....	27
Abb. 11:	Geländemessung in „Oberode“, 21.09.1998 (abends) .....	28
Abb. 12:	Skizze mit vertikalen Temperaturprofilen zur Veranschaulichung der Belüftung einer Stadt im Tal in einer Strahlungsnacht .....	36
Abb. 13:	Lufttemperaturdifferenz bei verschiedenen Versiegelungsgraden.....	49

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Bioklimatische Faktoren .....	16
Tab. 2:	Abgas-Emissionswerte (in g/km) für verschiedene Motortypen bei Autobahnbetrieb. 17	
Tab. 3:	Ergebnisse der Verkehrszählung an der A7 zwischen Hann. Münden/Hedemünden und Hann. Münden/Lutterberg und geschätzte Verteilung auf Kfz-Arten.....	17
Tab. 4:	Abgas-Emissionswerte in g für die A7 pro Tag auf einem 3 km langen Streckenschnitt nördlich Hedemündens .....	17
Tab. 5:	Theoretische Schadstoffkonzentrationen im Werratal bei einer eintägigen Stagnationswetterlage ohne Luftaustausch und Schadstoffabbau .....	18
Tab. 6:	Wettertypen während des Untersuchungszeitraumes.....	19
Tab. 7:	Übersicht der Wärmehaushaltskonstanten - Weinberg; 21.09.1998 .....	22
Tab. 8:	Übersicht der Wärmehaushaltskonstanten - Oberode; 21.09.1998 .....	23
Tab. 9:	Bedeutung von Nutzungs-/Strukturtypen für die klimatische Regeneration .....	37
Tab. 10:	Bewertung der Leistungsfähigkeit des Untersuchungsraumes hinsichtlich der klimatischen Regenerationsfunktion .....	39
Tab. 11:	Empfindlichkeit der klimaökologischen Funktionseinheiten gegenüber unterschiedlichen Wirkfaktoren.....	42

## Kartenverzeichnis

Karte 1: Bestands- und Konfliktkarte	M: 1 : 2.500
Karte 2: Maßnahmenkarte	M: 1 : 2.500

## Abkürzungsverzeichnis

E	Osten	CH	Kohlenwasserstoffe	BAB	Bundesautobahn
N	Norden	CO	Kohlenstoffoxide	GRZ	Grundflächenzahl
S	Süden	NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide	UBA	Umweltbundesamt
W	Westen	NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid		

# 1 Einleitung und Problemstellung

Im August 1998 wurde die doppel Landschaftsplanung (Göttingen) durch die Stadt Hann. Münden beauftragt, ein Gutachten über großräumige Auswirkungen der Gewerbeentwicklung in Hedemünden unter besonderer Berücksichtigung der Lufthygiene für zwei Planungsvorhaben im Gemeindegebiet Hedemünden vorzunehmen. Im einzelnen sind davon folgende Planungen betroffen:

1. Gewerbegebiet nördlich der Gemeinde Hedemünden zwischen der BAB 7 im Norden und dem bestehenden Gewerbegebiet nordwestlich von Hedemünden.
2. Flächenhafte Wohnbebauung südöstlich der Kernsiedlung von Oberode.

Im folgenden soll zu jeder dieser Planungen festgestellt werden, ob es nach einer Verwirklichung zur erheblichen Beeinträchtigung des Klimas im betreffenden Bezugsraum kommen würde und welche Wirkungen ggf. prognostiziert werden müßten. Insbesondere sind Einflüsse der geplanten Vorhaben auf potentiell bestehende Kaltluftabflußbahnen sowie die Luftaustauschprozesse zu untersuchen und zu bewerten.

Potentielle Beeinträchtigungen sind so zu bewerten, daß daraus planerische Empfehlungen abgeleitet werden können. Diese sollen prioritär Klimabeeinträchtigungen vermeiden und unvermeidbare Beeinträchtigungen durch gezielte grünordnerische und bauplanerische Maßnahmen in ihrer Wirkung minimieren, bzw. kompensatorisch wirksam sein.

Um die klimatische Situation des gesamten Stadtgebietes einschätzen und die meso- und mikroklimatischen<sup>1</sup> Klimate im Gemeindegebiet Hedemünden einordnen zu können, wird zunächst das vorliegende Gutachten „Klima und Planung“ (KATZSCHNER 1988) ausgewertet.

## 1.1 Rechtsgrundlagen

Die Integration klimatologischer Belange in die verschiedenen Raumnutzungsansprüche des Menschen schlägt sich zunehmend auch in der Gesetzgebung nieder. So finden sich diesbezügliche Regelungen u.a. wieder im Bundesimmissionsschutzgesetz, Bundesbaugesetz, Bundesraumordnungsgesetz sowie den einschlägigen Naturschutzgesetzgebungen - des Bundes und der Länder - .

In den Aufgaben und Grundsätzen der Bauleitplanung heißt es:

„... Bei der Aufstellung der Bauleitpläne sind insbesondere zu berücksichtigen ..

7. .. gem. § 1a die Belange des Umweltschutzes, auch durch Nutzung erneuerbarer Energien, des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere des Naturhaushalts, des Wassers, der Luft und des Bodens einschließlich seiner Rohstoffvorkommen sowie das Klima, ..“ (BauGB § 1 Abs. 5 Nr. 7)

Das Niedersächsische Naturschutzgesetz formuliert den Schutz des Klimas wie folgt:

„.. 8. Beeinträchtigungen des Klimas, insbesondere des örtlichen Klimas sind zu vermeiden, unvermeidbare Beeinträchtigungen sind auch durch landespflegerische Maßnahmen auszugleichen oder zu mindern. ..“ (NNatG § 2 Nr. 8).

<sup>1</sup>Mesoklimatische Ebene: horizontale Bereiche zwischen 0,1 und 100 km, vertikal eine Höhe bis 2 km über der Erdoberfläche (SCHMIDT/WAGNER 1992)

Mikroklimatische Ebene: horizontale Bereiche bis 100 m - Grenzflächenklima genannt.

Das vorliegende Gutachten soll gem. § 1a BauGB die Auswirkungen der geplanten Baugebiete auf das Schutzgut Klima bewerten und Empfehlungen zur Vermeidung und zum Ausgleich der zu erwartenden Eingriffe geben.

Über die vom Gesetzgeber veranlaßten Grenz-, Richt- und Schwellenwerte, die Lufthygiene betreffend (vgl. TA Luft und BImSchG), hinausgehend, sind bei der Bauleitplanung in Inversions- und bioklimatischen Belastungsgebieten klimaökologische Ausgleichsfunktionen nicht nur im Einzelfall sondern auch in ihrer **komplexen und additiven Wirkung** zu betrachten.

Dem Schutzgut Klima kommt bei der Eingriffsbewertung besondere Bedeutung zu, da beide Planungsräume im Werratal liegen, welches als inversionsgefährdet gilt (vgl. KATZSCHNER 1988). Hier sind klimaökologische Funktionsräume, die eine erhebliche Bedeutung für das Klima und damit für die Lebensbedingungen der im Werratal lebenden Menschen aufweisen, zu erhalten und nach Möglichkeit in ihrer Leistungsfähigkeit zu entwickeln. Weiterhin sind Beeinträchtigungen des Klimas, insbesondere des örtlichen Klimas zu vermeiden und unvermeidbare Beeinträchtigungen durch landespflegerische Maßnahmen auszugleichen oder zu mindern (vgl.: § 2 Nr. 8 NNatG).

Um eine Planungsrelevanz der vorliegenden Untersuchungen zu gewährleisten, müssen die Untersuchungen im mikro- und mesoskalen Größenordnung durchgeführt werden. Nur durch kleinräumige Untersuchungen können den Planern die Wechselwirkungen zwischen Geländeklima und Bauleitplanung veranschaulicht werden und Hinweise gegeben werden wie etwaige Belastungen des Schutzgutes Klima und der Lufthygiene vermieden bzw. minimiert werden können.

## 1.2 Planungsvorgaben

Der Flächennutzungsplan (Entwurf) der Stadt Hann. Münden sieht für das Gelände „Weinberg“ ein Gewerbegebiet vor, das einen Lückenschluß zwischen der Autobahn im Norden, dem bestehenden Gewerbegebiet im Süden und dem Autobahnzubringer im Osten bilden soll.

Die geplante Wohnbebauung südöstlich von Oberode ist ebenfalls im Entwurf des F-Planes dargestellt. Als Entwurf eines Bebauungsplanes liegt das Baugebiet „Entenloch“ vor.

## 2 Lage der Untersuchungsgebiete

Die beiden Untersuchungsgebiete liegen im östlichen Teil des Stadtgebietes von Hann. Münden, ca. 7 km Luftlinie vom Stadtzentrum entfernt, in den Ortsteilen Hedemünden und Oberode (vgl. Abb. 1). Naturräumlich betrachtet, sind beide Gebiete dem Unteren Werratal zuzuordnen, das durch Schotterterrassen und einzelne Höhen des Muschelkalkes und Zechsteins geprägt ist. Im Bereich Hedemündens ist das Werratal aufgeweitet, während es sich in westlicher und östlicher Richtung stark verengt.

### **Untersuchungsgebiet „Weinberg“**

Das Untersuchungsgebiet „Weinberg“, in dem die Gewerbeansiedlung geplant ist, befindet sich ca. 1 km nördlich der Werra zwischen einem zum Mündener Stadtforst hin ansteigenden Hang und den relativ glatt ausgebildeten Schwemmfächern des Mannstales. Der niedrigste Punkt des Gebiets liegt bei 147 m, der höchste bei 224 m ü. NN. Im Norden und Westen wird das ca. 95 ha umfassende Gebiet durch Wirtschaftswege, im Osten durch die Kreisstraße 206 und im Süden durch die Straße „Kirchweg“ begrenzt. Von Nordwesten nach Südosten durchquert die Autobahn A 7/E 45 (Hannover - Kassel) das Gebiet. Im Süden verläuft die neu gebaute Bundesstraße B 80, die den Raum Hedemünden über die Anschlußstelle Münden/Werratal an die A 7 anbindet. Der größte Teil des Gebiets ist durch ackerbauliche Nutzung gekennzeichnet, südlich der B 80 erstrecken sich gewerbliche Nutzflächen, die bis an die Wohnbebauung von Hedemünden heran reichen. Die geplante Erweiterung des Gewerbegebiets umfaßt den Bereich zwischen B 80 und A 7. Nördlich der A 7 beginnt das Landschaftsschutzgebiet „Naturpark Münden“.

### **Untersuchungsgebiet „Oberode“**

Das zweite, ca. 47 ha umfassende Untersuchungsgebiet liegt in Oberode und erstreckt sich von der Werra im Norden bis zum Kaufunger Wald im Süden. Im Westen wird es von der Hauptstraße des Ortsteils Oberode, im Osten von der Straße „Ruschenbach“ begrenzt. Das Geländenniveau steigt von 125 m in Höhe der Werra auf 240 m am südlichen Rand des Gebiets an. Zwei kleine Taleinschnitte, die quer zur Streichrichtung des Kaufunger Waldes und der Werra ausgerichtet sind, prägen die Reliefenergie innerhalb des Gebiets. Das östliche der beiden Tälchen wird durch den Ruschenbach entwässert, während in dem westlichen, als „Entenloch“ bezeichneten Tälchen lediglich ein periodisch wasserführender Graben existiert. Die geplante Wohnbebauung setzt sich aus vier Teilflächen zusammen, die alle im westlichen Taleinschnitt liegen. Die Flächen, die zur Zeit als Grünland bzw. Acker genutzt werden, grenzen unmittelbar an die vorhandene Bebauung Oberodes an. Bedingt durch das bewegte Relief ist das Untersuchungsgebiet durch einen kleinkräumigen Wechsel von Grünland und Acker sowie einen hohen Reichtum an gliedernden Gehölzstrukturen geprägt. Der südöstliche Teil gehört zum Landschaftsschutzgebiet „Naturpark Münden“.

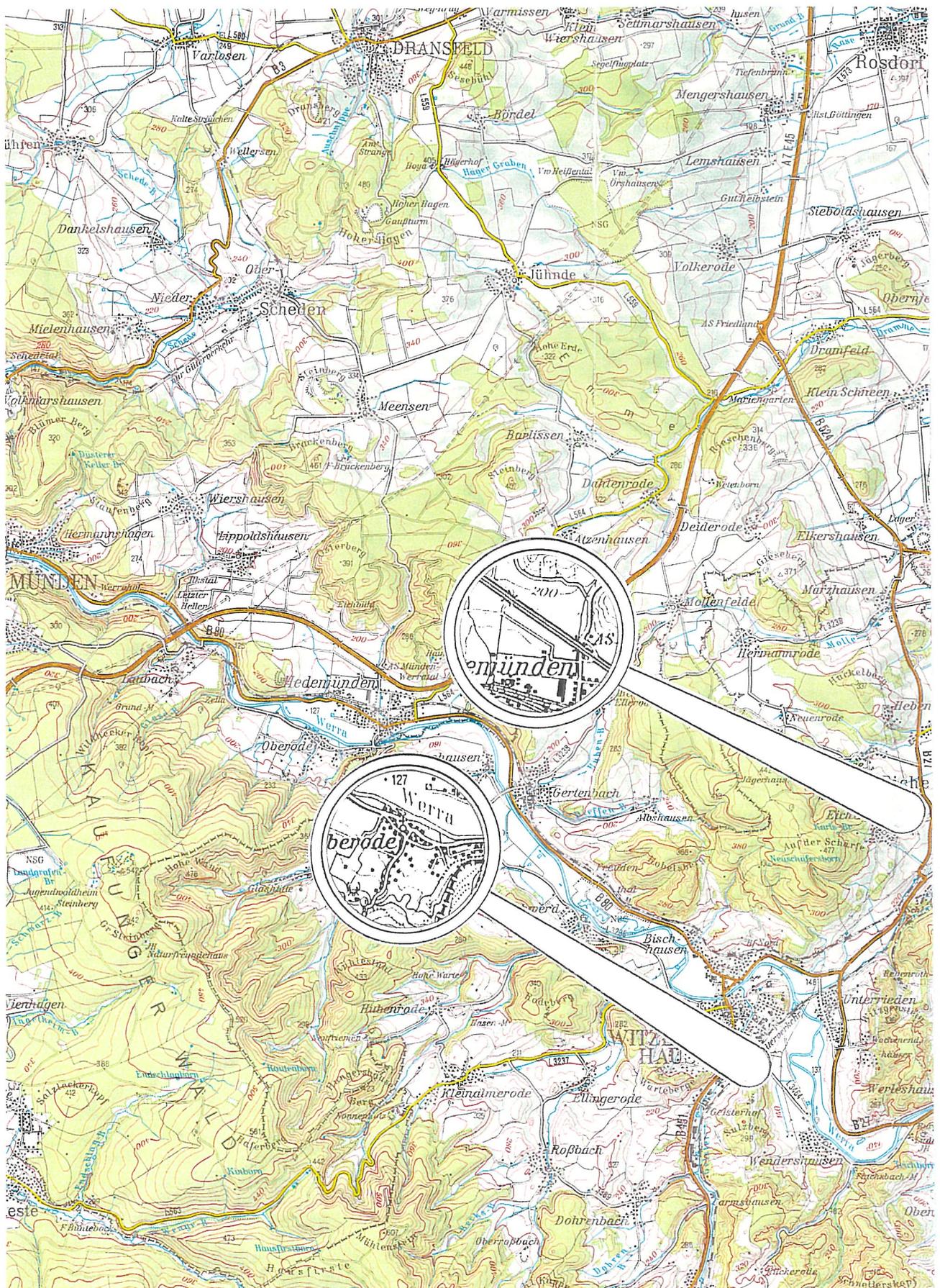


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete

### 3 Methodik

Das Meßverfahren ergibt sich aus der Problemstellung, in zwei Seitentälern des Werratales potentielle Kaltluftströme nachzuweisen.

Aus der topographischen Situation und der Lage der geplanten Bebauungen heraus, wird für jedes Gebiet jeweils eine Meßstrecke festgelegt. Die Meßstrecken werden so gewählt, daß je zwei übereinanderliegende Tal-Temperatur-Querprofile erfaßt werden. Dabei werden Meßpunkte in die Taltiefenlinien, und vom Unterhang bis in den Oberhangbereich festgelegt, um so potentielle Kaltluftströme und deren Mächtigkeit nachweisen zu können.

Die Höhen-Querprofile in den Abb. 2 bis Abb. 4 veranschaulichen die orographischen Verhältnisse. Die Meßpunkte sind in Karte 1 dargestellt. Vergleichbar den Meßfahrten bei stadtklimatologischen Untersuchungen werden die Meßgänge zu ausgewählten Witterungsbedingungen, bei Strahlungswetterlagen durchgeführt. Daneben erfolgt eine Vergleichsmessung bei zyklonalem Wettertyp zur Feststellung der Klimasituation in Abhängigkeit der Wetterlage. Dieser Vergleich ist notwendig um den Grad der Beeinflussung des Klimas bei Strahlungswetterlagen nachweisen zu können.

Erfaßt werden die Parameter Lufttemperatur in 10 cm und 200 cm ü. Boden, die relative Luftfeuchte in 200 cm ü. Boden sowie die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung in 250 cm ü. Boden. Verwendet wird ein digitales Handmeßgerät (Typ: METEO DIGIT III, Fa. LAMBRECHT, Göttingen). Die Windrichtung wird mittels Flammenmethode und Kompaß ermittelt. Sie eignet sich auch zur Feststellung geringer Windgeschwindigkeiten, wie sie oftmals bei Flurwinden vorkommt.

Die Meßgänge beginnen und enden jeweils am 1. Meßpunkt. Da ein Meßgang ca. 45 Minuten dauert, wurden die Meßwerte bei der Auswertung durch Interpolation auf den ersten Wert reduziert.

Die Meßgänge begannen am 20.08.1998 um 19.30 Uhr und endeten am 22.09.1998 um 0.20 Uhr. Zur Auswahl der repräsentativen Meßpunkte wurde am 20.08.1998, 19.30 - 21.00 Uhr eine Probemessung durchgeführt. Aufgrund der Probemessungen konnten

1. vorläufige Ergebnisse über die klimatischen Verhältnisse am Standort gewonnen werden und
2. die Lage und Anzahl der Meßpunkte näher bestimmt werden.

Zum signifikanten Nachweis von Kaltluftströmen ist es erforderlich, die jeweils aktuelle Windrichtung des Makroklimas aufzuzeichnen. Dies wurde anhand aktueller Wettermeldungen des DWD vollzogen.

Daneben wurde beim Meßgang im Untersuchungsgebiet „Oberode“ eine Messung im Werratal in Flußnähe bestimmt, um eine evtl. vorhandene Durchlüftungsbahn nachweisen zu können und um die Reichweite potentieller Kaltluftströme aus den Seitentälern nachweisen zu können.

Rauchkerzenversuche werden mittels Rauchpatronen der Fa. „Nico-Pyrotechnik“ durchgeführt. Anhand dieser Versuche soll ein optischer Nachweis, auch geringer Luftbewegungen, ermöglicht werden. Die Rauchfahnen werden mittels Blitzgerät fotografiert.

Die Aussagekraft der vorliegenden Untersuchung ließe sich bei Meßgängen im Herbst und Winter noch erhöhen, da insbesondere Inversionswetterlagen in diesen Jahreszeiten mit ausgeprägten vertikalen Temperaturprofilen die Wirkung von Kaltluftstößen noch deutlicher hervortreten lassen. Für die Problemstellung des Gutachtens, die Auswirkungen der geplanten Bebauungen auf Klima und Lufthygiene zu beurteilen, reichen die Untersuchungen jedoch aus, da nur die Intensi-

tät klimawirksamer Hangwinde, nicht aber das Vorhandensein an sich, einer jahreszeitlichen Schwankung unterworfen ist.

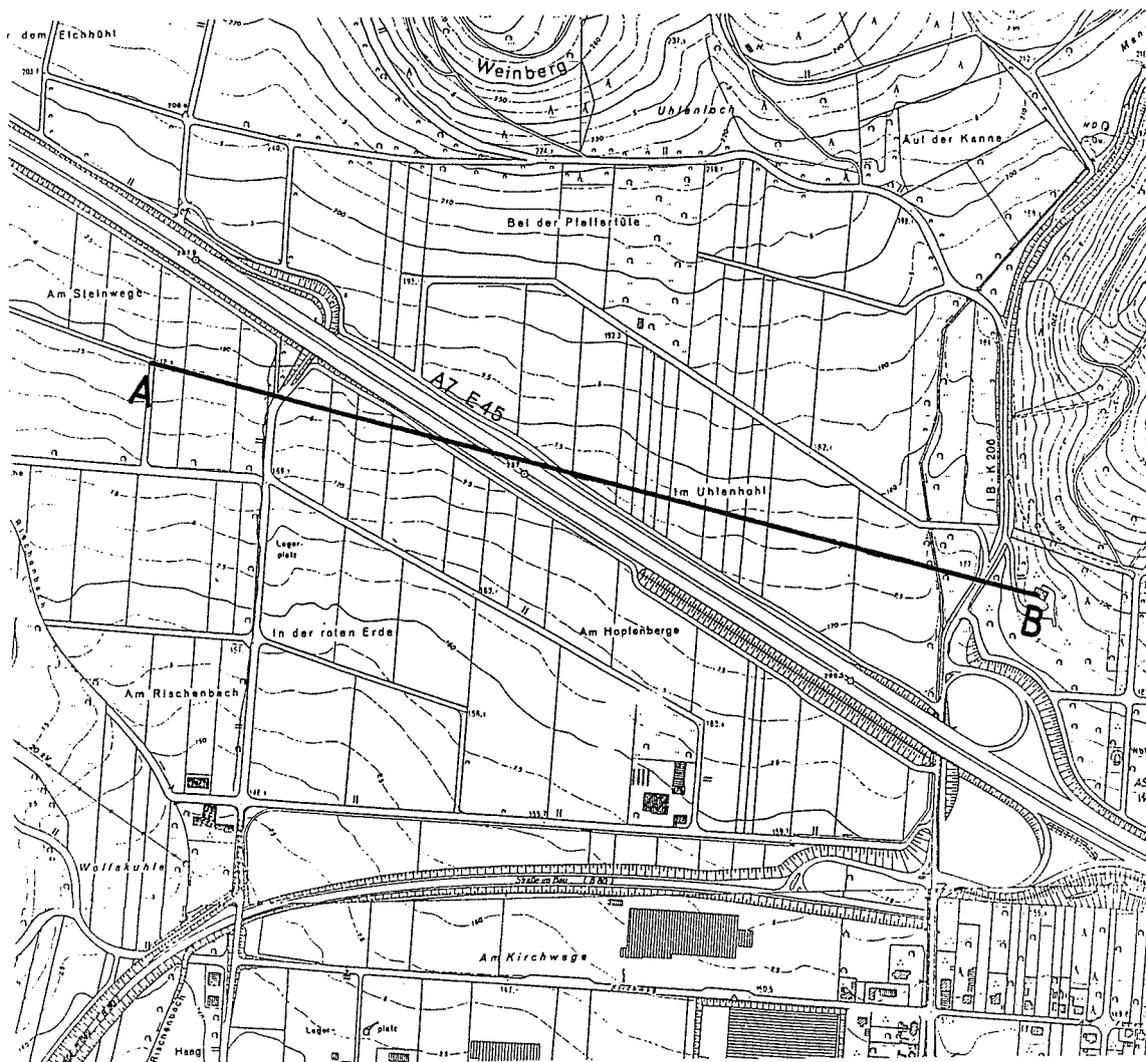
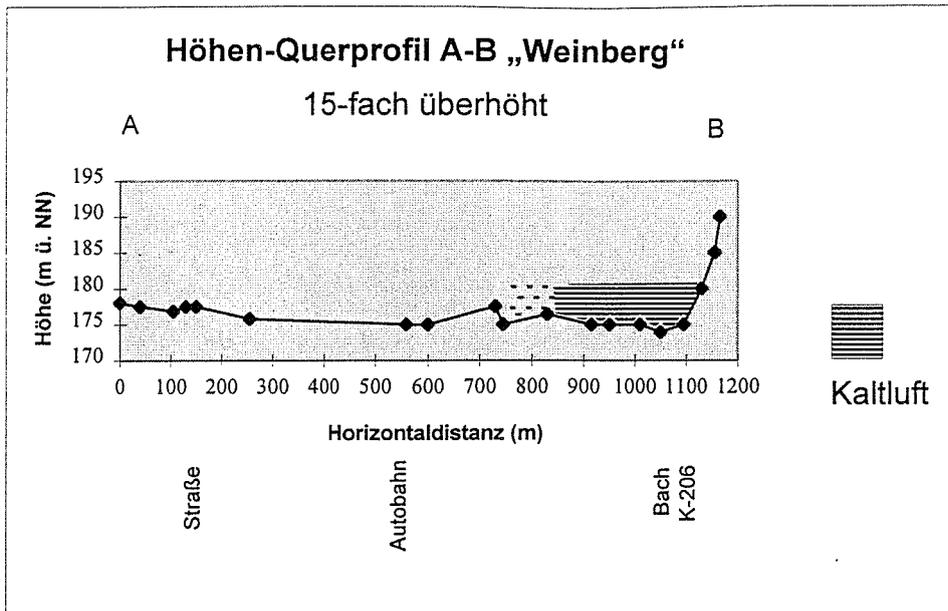


Abb. 2: Höhen-Querprofil A-B „Weinberg“ und Lage im Untersuchungsgebiet

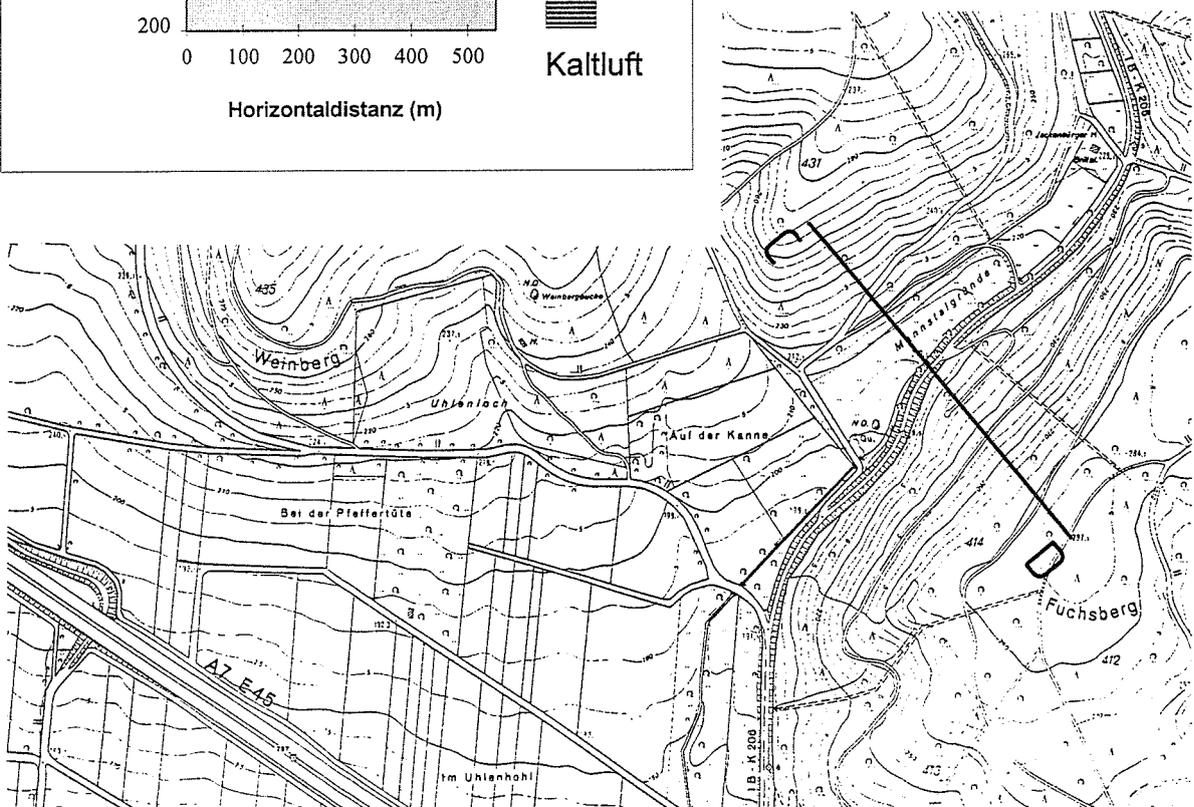
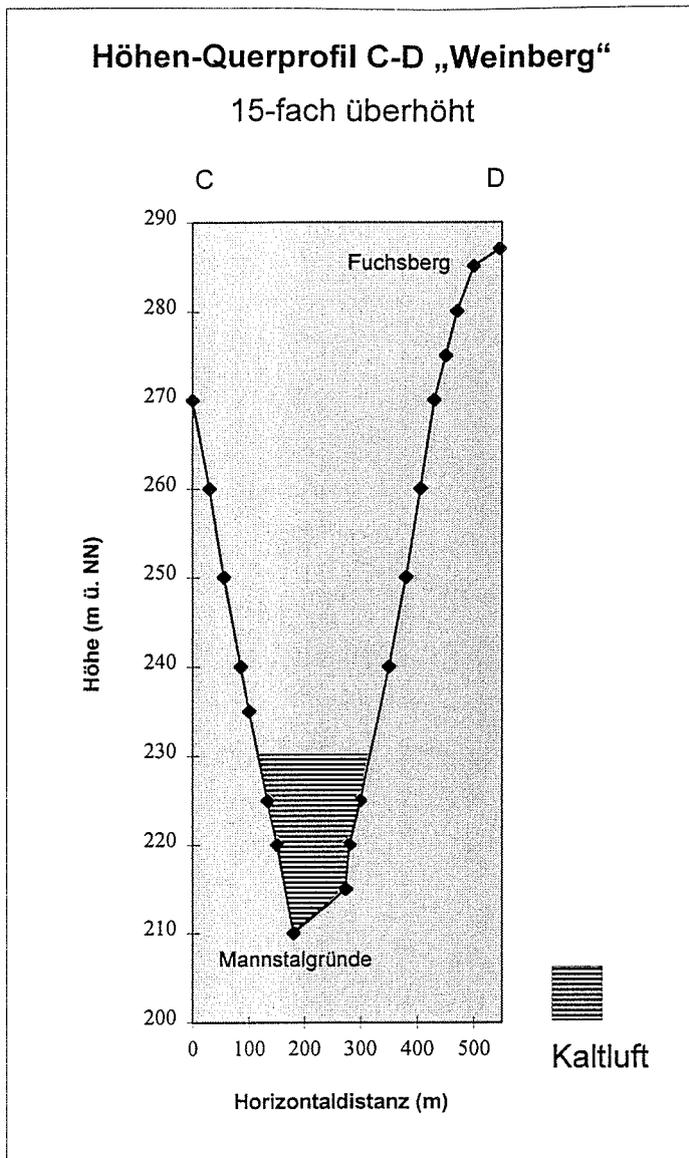


Abb. 3: Höhen-Querprofil C-D „Weinberg“ und Lage im Untersuchungsgebiet

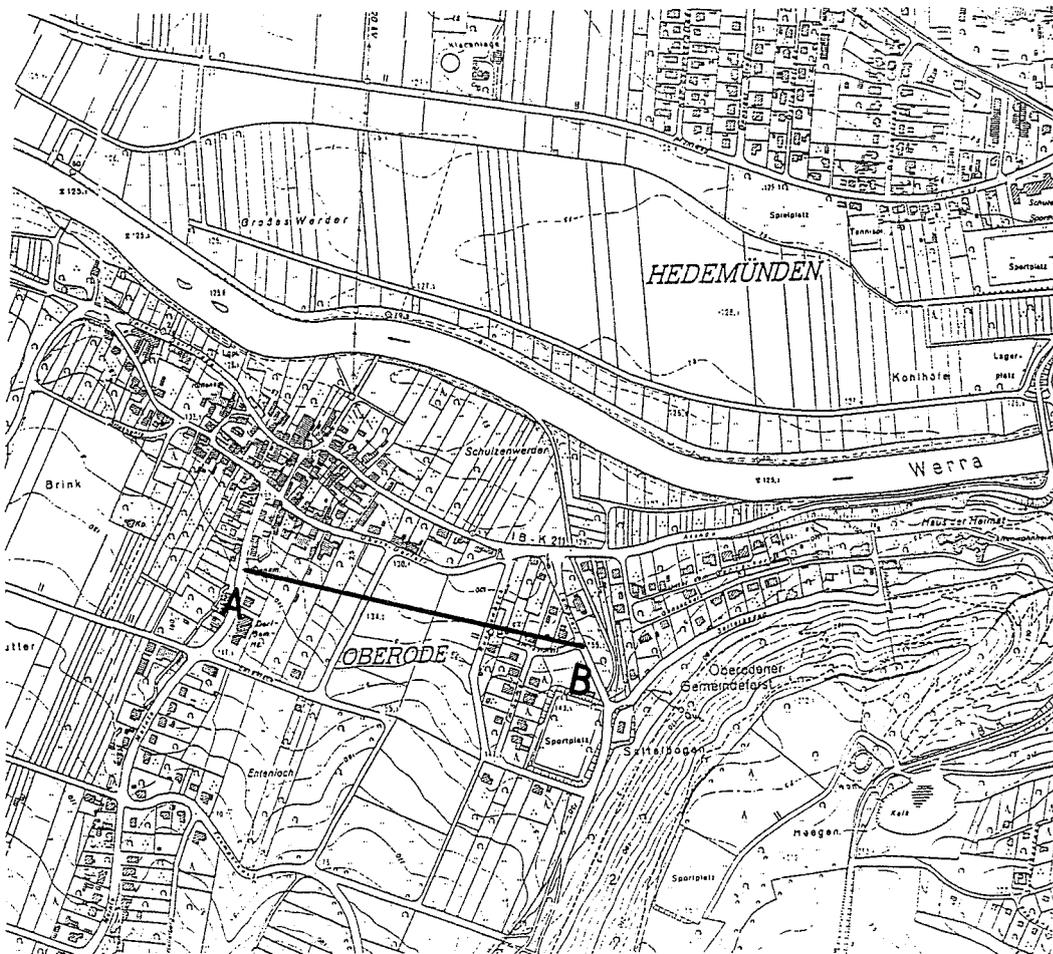
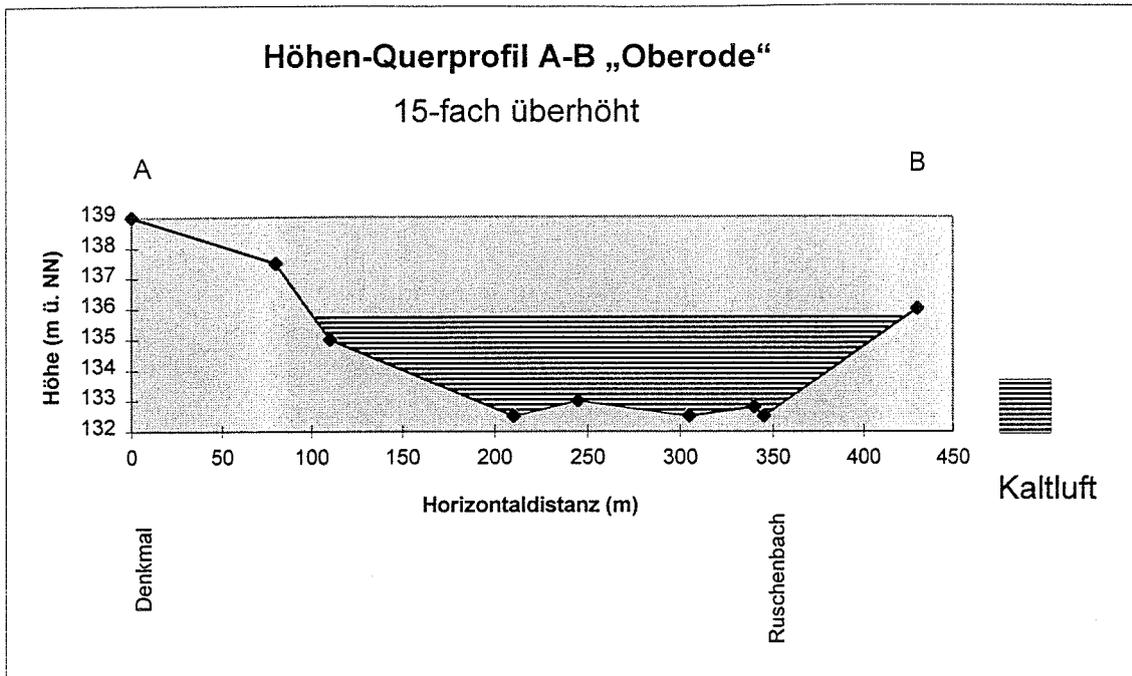


Abb. 4: Höhen-Querprofil „Oberode“ und Lage im Untersuchungsgebiet

## 4 Regionalklima

Hann. Münden gehört großräumig betrachtet zum atlantisch beeinflussten Klimagebiet, das durch milde Winter und mäßig warme Sommer mit verhältnismäßig hohen Niederschlägen gekennzeichnet ist. Das Untere Werratal, im Schatten des Kaufunger Waldes gelegen, weist jedoch bereits eine subkontinentale Tönung auf. Es herrschen Winde aus westlicher bis südwestlicher Richtung vor, die häufig feuchte Luftmassen mit sich führen. Seltener treten Hochdruckwetterlagen mit Winden aus östlicher Richtung auf. Solche Wetterlagen bringen im Sommer tendentiell warme, trockene Luftmassen und im Winter kalte Luft mit sich (LANDKREIS GÖTTINGEN 1998, KATZSCHNER 1988, LANDKREIS GÖTTINGEN 1975).

Bezüglich Temperatur- und Niederschlagsverteilung werden von KATZSCHNER (1988) für Hann. Münden folgende Mittelwerte angegeben:

### Temperaturverhältnisse:

niedrigste Monatsmitteltemperatur:	etwa -0,5° C im Januar
höchste Monatsmitteltemperatur:	16° C bis 17° C im Juli
mittlere Zahl der Frosttage pro Jahr:	ca. 90
mittlere Zahl der Dauerfrosttage pro Jahr:	ca. 20
mittlere Zahl der Sommertage pro Jahr:	ca. 25
mittlere Zahl heißer Tage pro Jahr:	ca. 3

### Niederschlagsverhältnisse:

mittlere Jahressumme des Niederschlags:	756 mm
größte mittlere Monatssumme:	86 mm im Juli
kleinste mittlere Monatssumme:	40 mm im März
mittlere Zahl der Tage mit geschl. Schneedecke pro Jahr:	40

Es kann davon ausgegangen werden, daß die o.g. Daten in etwa auch für den Bereich Hedemünden zutreffen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Niederschlagswerte aufgrund der Lage der Untersuchungsgebiete im Regenschatten des Kaufunger Waldes geringfügig niedriger ausfallen dürften.

Da das Gemeindegebiet Hedemündens, ähnlich wie Hann. Münden, durch eine Beckenlage gekennzeichnet ist, sind die Aussagen von KATZSCHNER (1988) zum Geländeklima ebenfalls auf Hedemünden übertragbar, wenn auch in abgeschwächter Form. Die meist aus Westen kommenden feuchten Luftmassen, die bei geringen Windgeschwindigkeiten in Beckenlage zur Stagnation neigen, führen im Sommer zu einer hohen Anzahl an Tagen mit Schwüle und im gesamten Jahresverlauf häufig zu Inversionen. Diese gehen mit einer Akkumulation von Luftschadstoffen einher. Auffällig ist weiterhin die durch die Beckenlage hervorgerufene relativ geringe Anzahl an Sommertagen sowie die relativ hohe Anzahl an Frosttagen.

Charakteristisch für die Beckenlage Hedemündens ist ferner die Ausbildung von Hangwindssystemen. In den Abendstunden strömt, als Folge der Luftabkühlung, Kaltluft hangabwärts, ein Effekt, der allerdings nur bei schwachwindigen Strahlungswetterlagen eintritt, da er sonst von der allgemeinen Strömung überlagert wird. Solche Hangabwinde können entscheidend zum Luftmassenaustausch in inversionsgefährdeten Gebieten beitragen, wenn hierdurch Frischluft aus unbelastenden Gebieten zugeführt wird. Bedeutende Frischluftproduzenten sind der nördlich der

Gemeinde Hedemünden liegende Mündener Stadtforst und der im Süden angrenzende Kaufunger Wald.

Am Tage kommt es bei schwachwindigen Wetterlagen (Einstrahlungstyp) zu einer Erwärmung der bodennahen Luftschichten und damit verbundenen Hangaufwinden. Diese sind an den südlich exponierten Talhängen besonders stark ausgeprägt, wo sie bei entsprechenden Wetterlagen einen entscheidenden Beitrag zur Durchlüftung des Beckens leisten. Dieser Sachverhalt trifft auch auf das Untersuchungsgebiet „Weinberg“ mit seinen süd- bis südwestexponierten Hängen zu.

Darüber hinaus stellen bei den seltener auftretenden Ostwetterlagen die Auen der Werra und der Weser wichtige Be- und Entlüftungsbahnen für das Hann. Mündener Becken dar (KATZSCHNER 1988).

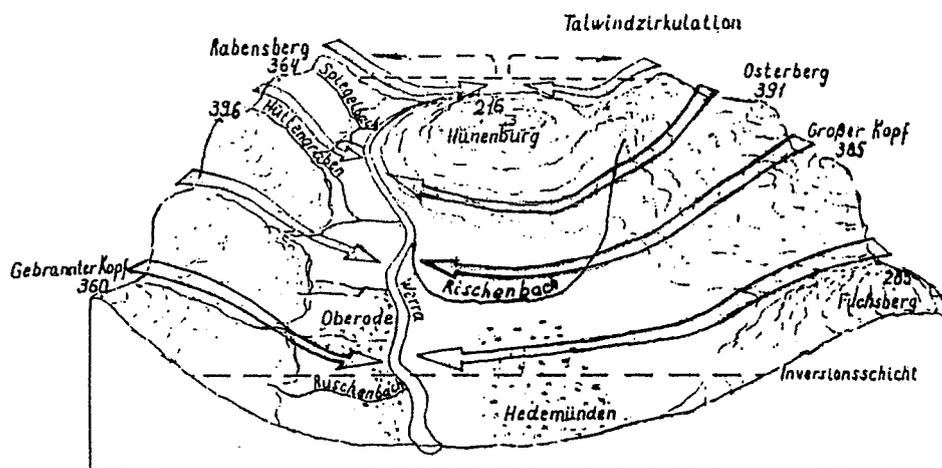


Abb. 5: Ausbildung von Talwindsystemen im Werratal

### Bioklima

Als „Bioklima“ werden die Einwirkungen des Klimas auf den menschlichen Organismus bezeichnet. Die physiologischen Wirkungsmechanismen des Klimas setzen sich dabei aus folgenden Komplexen zusammen (KLEINSCHMIT 1974):

- Wärmekomplex,
- Strahlungskomplex,
- Lufthygienischer Komplex.

Je nach Ausprägung kommen sie als belastende, schonende oder reizende Faktoren zur Geltung, die nach DAUBERT (1968) und NEUWIRTH (1968), zit. in BLÜTHGEN & WEISCHET (1980), wie folgt definiert werden:

Tab. 1: Bioklimatische Faktoren

Belastende Faktoren	Schonfaktoren	Reizfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoher Dampfdruck</li> <li>• Schwüle</li> <li>• geringe Abkühlungsgröße</li> <li>• durch Industrie oder Verkehr verunreinigte Luft</li> <li>• stagnierende Luft</li> <li>• häufiger Nebel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• normale Temperaturschwankung</li> <li>• mäßige Abkühlungsgröße</li> <li>• gute Strahlungsbedingungen</li> <li>• Waldschatten</li> <li>• reine, von Staub sowie Industrie- und Verkehrsabgasen freie Luft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• relativ niedrige Temperaturen</li> <li>• häufig frische, böige Winde</li> <li>• hohe Abkühlungsgröße</li> <li>• hohe Strahlungsintensität</li> <li>• starke Temperaturschwankung</li> </ul>

Aufgrund der Beckenlage Hedemündens, die mit stagnierender Luft und häufiger Nebelbildung einhergeht, ist das Bioklima in dem betrachteten Raum als **belastend** einzustufen. Dies geht u.a. auch aus der Bioklimatischen Gliederung der BRD (SCHERHAG et al. 1977) hervor, welche den nördlichen Teil der Werraue der Belastungsstufe „teils belastend“ zuordnet. Als Belastungsfaktor ist auch die Verunreinigung der Luft durch den Verkehr auf der A 7 und durch Industriebetriebe in Hedemünden anzusehen, insbesondere da es wegen der Beckenlage zur Schadstoff-Akkumulation kommt.

### Lufthygiene

Neben den oben aufgeführten klimatischen Faktoren ist die Lufthygiene ein weiterer entscheidender Faktor, der sich negativ auf Menschen, Tiere und Pflanzen auswirken kann. Die Emittenten Verkehr, Industrie und Hausbrand/Kleingewerbe geben Staub, Ruß, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Stickoxide, organische Verbindungen, gasförmige Chlorverbindungen, gasförmige Fluorverbindungen und Blei an die Umwelt ab. Die größten Schadstoffmengen werden vom Kfz- und Güterverkehr erzeugt. Dieser Belastung ist auch Hedemünden durch die nahe A7 und die B80 verstärkt ausgesetzt. In naher Zukunft werden die Kfz-Zulassungen weiter ansteigen und nach einer Trendprognose des UBA (1991, zit. in ALAND et al. 1998) wird der Stickoxid- und Kohlenwasserstoffausstoß aus Nutzfahrzeugen bis zum Jahr 2005 steigen. Die Rußbelastung wird auf einem Stand wie Anfang der 80er Jahre verharren.

Nach Angaben des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Göttingen befinden sich in Hedemünden drei genehmigungsbedürftige Anlagen nach BImSchG. Durch die inversionsgefährdete Tallage Hedemündens können die Emissionen von Luftschadstoffen aus Verkehr, Industrie und Haushalten, vor allem im Winter, zu höheren Schadstoffbelastungen führen.

Zur Veranschaulichung der theoretischen Luftschadstoffbelastung des Hedemündener Beckens wird eine Berechnung über die Emissionen der Autobahn A7 durchgeführt.

In der Tabelle 2 sind die Abgasemissionen des Kfz-Verkehrs bei Autobahnbetrieb, unterteilt nach Schadstoffen und Motortyp, aufgelistet.

Tab. 2: Abgas-Emissionswerte (in g/km) für verschiedene Motortypen bei Autobahnbetrieb

Motortyp	CO	CH	NOx	Ruß
G-Kat	5,13	0,14	0,75	-
ohne Kat	12,78	0,94	3,18	-
Diesel	0,33	0,05	0,83	0,119

Quelle: TÜV Rheinland (1988)

Die Tabelle 3 zeigt die Anzahl der Kraftfahrzeuge auf der A 7 bei Hedemünden. Die Gesamtzahl der Kraftfahrzeuge sowie der Anteil des Schwerverkehrs geht aus der Zählung hervor, die Anteile nach Motortypen der PKW wurde geschätzt.

Tab. 3: Ergebnisse der Verkehrszählung an der A7 zwischen Hann. Münden/Hedemünden und Hann. Münden/Lutterberg und geschätzte Verteilung auf Kfz-Arten

Fahrzeugart	gezählte/geschätzte Verteilung	Anzahl Kfz pro Tag (DTV)
Kfz insgesamt	100 % *	61.523*
davon PKW mit G-Kat	55 % **	33.838 **
davon PKW ohne Kat	10 % **	6.152 **
davon PKW Diesel	19,63 % **	12.075 **
davon Schwerverkehr > 3,5 t (Diesel)	15,37 % *	9.458*

DTV = durchschnittlicher täglicher Verkehr im Jahresmittel

\* nach Daten des Niedersächsisches Landesamt für Straßenbau (1995)

\*\* geschätzt

In der weiteren Berechnung wird die Anzahl der Fahrzeuge aus Tabelle 3 mit den Schadstoffemissionen der Tabelle 2 multipliziert. Um die Länge des für Hedemünden relevanten Autobahnabschnittes von 3 km zu berücksichtigen, werden die für einen km geltenden Schadstoffmengen mit dem Faktor drei multipliziert. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 4.

Tab. 4: Abgas-Emissionswerte in g für die A7 pro Tag auf einem 3 km langen Streckenabschnitt nördlich Hedemündens

Fahrzeugart	Anzahl/24 Std. (DTV)	CO	CH	NO <sub>x</sub>	Ruß
G-Kat	33.838	520.767	14.212	76.136	-
ohne Kat	6.152	235.868	17.349	58.690	-
Diesel	12.075	11.954	1.811	30.067	4.311
Schwerverkehr (> 3,5 t)	9.458	9.364	1.419	23.551	3.377
gesamt	61.523	777.953	34.791	188.444	7.688

Für das Werratal im Bereich Hedemünden in der Ausdehnung von Blickershausen im Osten bis zum Spiegelkopf im Westen ist ein Luftvolumen, gerechnet vom Talgrund bis in 50 m Höhe, von ca. 136 Millionen Kubikmetern ermittelt worden.

Nimmt man eine austauscharme Wetterlage und damit eine Inversionsschicht in 50 m Höhe und eine gleichmäßige Verteilung der Schadstoffe im Werratal an, so könnten sich folgende theoretische Schadstoffkonzentrationen ergeben (Tab. 5):

Tab. 5: *Theoretische Schadstoffkonzentrationen im Werratal bei einer eintägigen Stagnationswetterlage ohne Luftaustausch und Schadstoffabbau*

Luftschadstoff	CO	CH	NO <sub>x</sub>	Ruß
Konzentration im Luftvolumen von 136 Mio m <sup>3</sup> in Mikrogramm pro m <sup>3</sup>	5.720	256	1.386	56

Quelle: eigene Berechnungen

Die Zahlen veranschaulichen, welche Luftschadstoffmassen alleine vom Autobahnverkehr gebildet werden und, daß es zu erheblichen Schadstoffanreicherungen im Werratal bei Stagnationswetterlagen kommen kann. Zum Vergleich: Die Schadstoffgrenzwerte nach TA-Luft (1986) liegen für CO bei 30.000 und für NO<sub>2</sub> bei 200 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft.

Ausdrücklich betont werden muß, daß es sich bei den Berechnungen um rein theoretische Bilanzierungen handelt. Realistisch sind die Konzentrationswerte nicht, da sich die meisten Luftschadstoffe nicht gleichmäßig im Talraum verteilen. Der größte Anteil schlägt sich in geringer bis mittlerer Entfernung der Autobahn nieder. Daneben existieren z.B. Stickstoffzyklen, in denen das NO<sub>x</sub> relativ rasch - u.a. zu Salpetriger Säure und Ozon - umgewandelt wird.

Daraus schlußfolgernd muß für die Beckenlage des Werratales im Großraum Hedemünden die Funktionsfähigkeit bestehender Frisch- und Kaltluftzufuhrbahnen in den Talraum dringend erhalten bleiben. Jeder m<sup>3</sup> Frischluft, der bei Stagnationswetterlagen zur Verbesserung der Talluft beiträgt, ist wichtig (siehe auch Kap. 9.1 „Kaltluftmengenberechnung“). Die Summe der Hangabwinde, auch wenn es sich im Einzelnen um vergleichsweise geringmächtige Flurwinde handelt, ist von erheblicher Bedeutung für eine Minimierung der lufthygienischen Belastung des Talraumes.

## 5 Witterungsverlauf im Untersuchungszeitraum

Die Analyse des Witterungsverlaufs im Untersuchungszeitraum ist für eine klimatische Beurteilung der räumlichen Verhältnisse wichtig, um das Geländeklima signifikant von der allgemeinen Witterung unterscheiden zu können. Dementsprechend werden Fallstudien während verschiedener Wetterlagen (Synopsen) durchgeführt.

Geländeklimatologische Messungen werden somit bei zonaler und azonaler Zirkulation vorgenommen.

### Allgemeine Wetterlage

Die Witterung vom **20.08.1998** (Probemessung) wurde durch ein Azorenhoch, von dem sich ein Hochkeil nach Mitteleuropa erstreckte und sich weiter nach Osten ausdehnte, bestimmt. Dabei kam es zur Erwärmung der Luft. Der Wind drehte auf Südwest, frischte tagsüber auf und legte sich erst abends.

### Witterung im Großraum Hedemünden:

Sonnig, 1/8 bedeckt, Wind aus SW

### Allgemeine Wetterlage

Die Witterung vom **21.09.1998** (1. und 2. Meßgang, morgens und abends) wurde durch ein Hochdruckgebiet über der Nordsee mit Nordost-Ostwinden charakterisiert. In den Nachtstunden bildete sich Nebel, der sich im Laufe des Tages zögernd auflöste.

### Witterung im Großraum Hedemünden:

Nebel, schwacher Wind aus NE bis E. Gegen Nachmittag löst sich der Nebel auf und es wird heiter bis wolkig.

### Wettertypen

Der Typisierung von WILMERS (1976) folgend, werden 5 Wettertypen definiert. Im folgenden werden die Wettertypen für den Untersuchungszeitraum angegeben:

Tab. 6: *Wettertypen während des Untersuchungszeitraumes*

Datum	20.08.98	21.09.98
Typ	Z / S	S

S = Strahlungstyp / Strahlungsnacht; Z = Zyklonaler Wettertyp;

Die Meßgänge erfaßten 2 Ausstrahlungsnächte und 1 Strahlungstag. Zum Vergleich verschiedener Synopsen war die Probemessung am 20.08.1998 mit einer West-Wetterlage geeignet. An diesem Tag herrschte zwar Hochdruckeinfluß. Wegen der relativ starken Luftdruckgegensätze wehte jedoch ein mäßiger Wind aus Südwest.

## 6 Biotopkartierung

### Untersuchungsgebiet „Weinberg“

Das Gebiet wird größtenteils ackerbaulich genutzt. Grünlandflächen existieren lediglich am östlichen Rand des Gebiets, innerhalb der Aue des dort verlaufenden Baches sowie nördlich eines landwirtschaftlichen Betriebes zwischen A 7 und B 80. Des weiteren wird ein von Straßen umschlossenes Reststück an der B 80 als Grünland genutzt.

Teilweise sind die Ackerflächen durch Gehölzstrukturen gegliedert, jedoch überwiegt der Anteil an offenen, wenig gegliederten Flächen. Der das Gebiet im Norden begrenzende Weg wird von einer Hecke gesäumt, während die am Ostrand verlaufende Straße und ein Weg nördlich der B 80 mit einseitigen Baumreihen ausgestattet sind. Am Nordrand des Gebiets befindet sich außerdem eine ca. 2 ha umfassende Obstwiese.

Das Gebiet wird durch die Autobahn A 7 in zwei Teile geteilt. Zu beiden Seiten der Fahrbahn befinden sich schmale Krautsäume, wobei der südliche Saum auf einer Länge von ca. 500 m in einen Damm mit Ruderalvegetation übergeht. Ebenso sind die B 80, die das Gebiet am südlichen Rand quert, sowie mehrere Feldwege von Krautstreifen gesäumt.

Der Bach im Mannstal - am Ostrand des Gebiets - ist als bedingt naturnah zu bezeichnen. Er weist ein mäßig strukturreiches, stellenweise begradigtes Bachbett und einen lückigen Gehölzsaum auf. Südlich der A 7 geht der Bach in einen linear verlaufenden Straßengraben über, der in westlicher Richtung in den Rischenbach entwässert.

An Siedlungsbiotopen sind, abgesehen von o.g. Verkehrsflächen eine Gewerbefläche am Südrand sowie daran angrenzend eine Fläche mit Wohnbebauung zu nennen. Die Gewerbefläche wird von einem einzelnen, großen Gebäude dominiert. Demgegenüber setzt sich die Wohnbebauung aus Einfamilienhäusern mit Gärten zusammen. Des weiteren befindet sich im Osten des Gebiets eine Lagerfläche.

Nach Norden und Osten hin schließen sich Waldflächen an das Untersuchungsgebiet an, im Westen Acker- und Grünlandflächen. Im Süden dehnen sich Gewerbeflächen und Wohngebiete der Gemeinde Hedmünden aus.

### Untersuchungsgebiet „Oberode“

Das Untersuchungsgebiet „Oberode“ weist einen völlig anderen Charakter auf. Es dominiert die Grünlandnutzung auf kleinen, durch zahlreiche Hecken und Baumreihen gegliederten Flächen. Dabei handelt es sich überwiegend um Weiden und Mähweiden, seltener um reine Mähwiesen. Es herrschen frische Standortverhältnisse, stellenweise durch Staunässe beeinflusste feuchte Standorte vor. Einige wenige Ackerflächen befinden sich in der Nähe der Siedlungsbereiche, die das Gebiet im Westen, Norden und Osten einrahmen.

Bei den bebauten Flächen handelt es sich überwiegend um lockere Wohnbebauung, bestehend aus Ein- und Mehrfamilienhäusern, die von Gärten umgeben sind. Teilweise erstreckt sich die Bebauung bis dicht an das Werraufer. Lediglich das sogenannte „Schulzenwerder“, ein durch Grünlandnutzung geprägter Auebereich, ist von Bebauung frei geblieben.

Das Gebiet ist von zahlreichen Wegen durchzogen, die dem bewegten Relief angepaßt sind und daher teilweise einen stark geschwungenen Verlauf aufweisen. Die Wege sind meist unbefestigt und von Hecken oder Baumreihen gesäumt. Der Waldanteil im Gebiet ist äußerst gering. Er beschränkt sich auf ein Pappelwäldchen im sogenannten „Entenloch“, einem Tälchen im Zentrum des Gebiets, und auf ein Wäldchen am Oberlauf des Ruschenbachs.

Der Ruschenbach verläuft in der Talmulde am östlichen Rand des Gebiets und mündet im äußersten Nordosten in die Werra. Er wird von zwei Quellbächen gespeist, die außerhalb des Gebiets entspringen. Der westliche der beiden Quellbäche ist aufgrund seines naturnahen Charakters als § 28-Biotop ausgewiesen. Ein weiterer Bach verläuft westlich des Untersuchungsgebiets, parallel zur „Meinte“. Das in gleicher Richtung ausgerichtete Tälchen im Zentrum des Gebiets weist hingegen keinen Gewässerlauf auf.

Das Untersuchungsgebiet bei Oberode ist im Osten und Süden von zusammenhängenden Laubwäldern umgeben. Im Norden schließt sich die weitgehend offene Werraue an, während der Westen durch einen Wechsel von Acker- und Grünlandflächen mit vereinzelt Gehölzstrukturen geprägt ist.

## 7 Erfassung des Geländeklimas

### 7.1 Temperaturmessungen bei verschiedenen synoptischen Situationen

Nach den Probemessungen vom 20.08.1998 ergaben sich für das Gebiet „Weinberg“ 10 repräsentative Standorte. In Tallage befinden sich die Standorte 1, 2, 3 und 10. Am Unterhang befinden sich die Standorte 4 und 8. Am Mittelhang befinden sich die Standorte 6, 7 und 9. Am Oberhang liegt der Meßpunkt 5.

In Oberode repräsentieren die Meßpunkte 1, 2, 5 und 7 Tallagen, wobei Meßpunkt 1 die Werraue an der Brücke bei Hedemünden markiert. Oberhänge werden durch die Meßpunkte 4 und 6 repräsentiert. Meßpunkt 3 ist eine Dorflage.

Die konstante Größe bei allen Standorten ist die einfallende Strahlung. Die Oberflächeneigenschaften, der Wasserhaushalt, die Textur der Böden und die Vegetation beeinflussen nachhaltig den Strahlungs-, Wärme- und Feuchtehaushalt der Standorte. Im folgenden werden die wesentlichen Wärmehaushaltskonstanten der Standorte in Oberode und in „Weinberg“ dargestellt:

Tab. 7: Übersicht der Wärmehaushaltskonstanten - Weinberg; 21.09.1998

Standort-Nr.	Standort-Eigenschaft	Neigung (%)	Exposition	Albedo (%)	Wärmeleitfähigkeit (cal. cm <sup>-1</sup> Grad <sup>-1</sup> sec <sup>-1</sup> )	Temperaturleitfähigkeit (cm <sup>2</sup> /sec)	spezifische Wärme (cal/g Grad)
1	Grünland	4	S	16-27	+/-	+/-	+/-
2	Stoppelfeld (feucht)	7	SSO	15-17	+	+	+
3	Stoppelfeld (feucht)	5	SO	15-17	+	+	+
4	Stoppelfeld	12	S	15-17	+/-	+/-	+/-
5	Wald	20	SSO	10-15	+/-	+/-	+/-
6	Acker	9	S	7-16	-	-	-
7	Grünland	6	SSW	16-27	+/-	+/-	+/-
8	Feldweg	0	-	15-25	+/-	+/-	+/-
9	Acker	6	SSW	7-16	-	-	-
10	Acker	4	S	7-16	-	-	-

Die + und - geben relative Unterschiede der einzelnen Standorte des Untersuchungsgebiets an

Tab. 8: Übersicht der Wärmehaushaltskonstanten - Oberode; 21.09.1998

Standort-Nr.	Standort-Eigenschaft	Neigung (%)	Exposition	Albedo (%)	Wärmeleitfähigkeit (cal. cm <sup>-1</sup> Grad <sup>-1</sup> sec <sup>-1</sup> )	Temperaturleitfähigkeit (cm <sup>2</sup> /sec)	spezifische Wärme (cal/g Grad)
1	Wasser	0	-	7-25	+	+	++
2	Grünland	2	N	16-27	+/-	+/-	+/-
3	Asphalt	5	NNO	5-10	++	++	++
4	Asphalt	13	NO	5-10	++	++	++
5	Feldweg	13	NNO	15-25	-	-	-
6	Grünland	13	NNO	16-27	+/-	+/-	+/-
7	Grünland	13	NNO	16-27	+/-	+/-	+/-

Die + und - geben relative Unterschiede der einzelnen Standorte des Untersuchungsgebiets an

Wesentliche Modifikationen bestehen in der geringeren Reflexzahl (Albedo) der Ackerflächen gegenüber dem Grünland. Eine hohe Wärmeleitfähigkeit weisen die Asphaltstandorte auf. Sie nehmen als „Schwarzstrahler“ schnell Wärme auf und geben sie schnell wieder ab.

Die Meßpunkte der Probemessungen am 20.08. beider Untersuchungsgebiete entsprechen nicht denen der Hauptmessungen am 21.09.! Dies ist sowohl bei den folgenden Abbildungen, als auch in Text und Tabellen zu berücksichtigen. In Karte 1 sind ebenfalls nur die Meßpunkte der Hauptmessungen dargestellt.

#### „Weinberg“ - 20.08.1998 (abends)

Am Tag der Probemessung wechselte die Witterung während der 2 Meßgänge vom zyklonalen zum Ausstrahlungstyp.

Dadurch konnte signifikant der Kaltluftabfluß im Mannstal nachgewiesen werden. Während an Meßpunkt 1 um 20.26 Uhr der Wind noch aus Süd wehte, wehte er bei der abschließenden Vergleichsmessung um 20.58 Uhr aus Nord - also aus dem Tal. Auch die Temperatur liegt deutlich unter dem Wert von Meßpunkt 5 und 6. Im Mannstal macht sich in Bodennähe an den Meßpunkten 2, 3 und 4 trotz der an den Punkten 5 und 6 festgestellten Makrowindrichtung und der um 1-2 °C höheren Lufttemperaturen bereits ein Kaltluftstrom bemerkbar, der sich zum Ende der Messung bis zum Autobahntunnel durchgesetzt hat. Die Makro-Windgeschwindigkeit nahm parallel dazu ab (vgl.: Allgemeine Wetterlage).

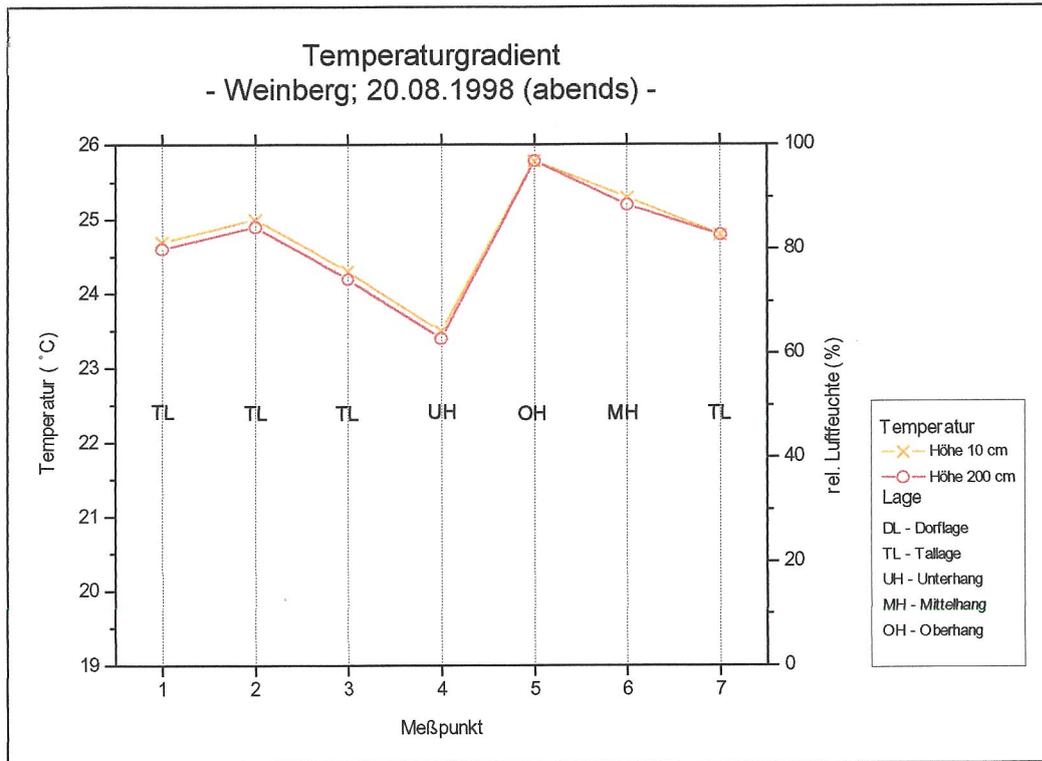


Abb. 6: Probemessung am „Weinberg“, 20.08.1998

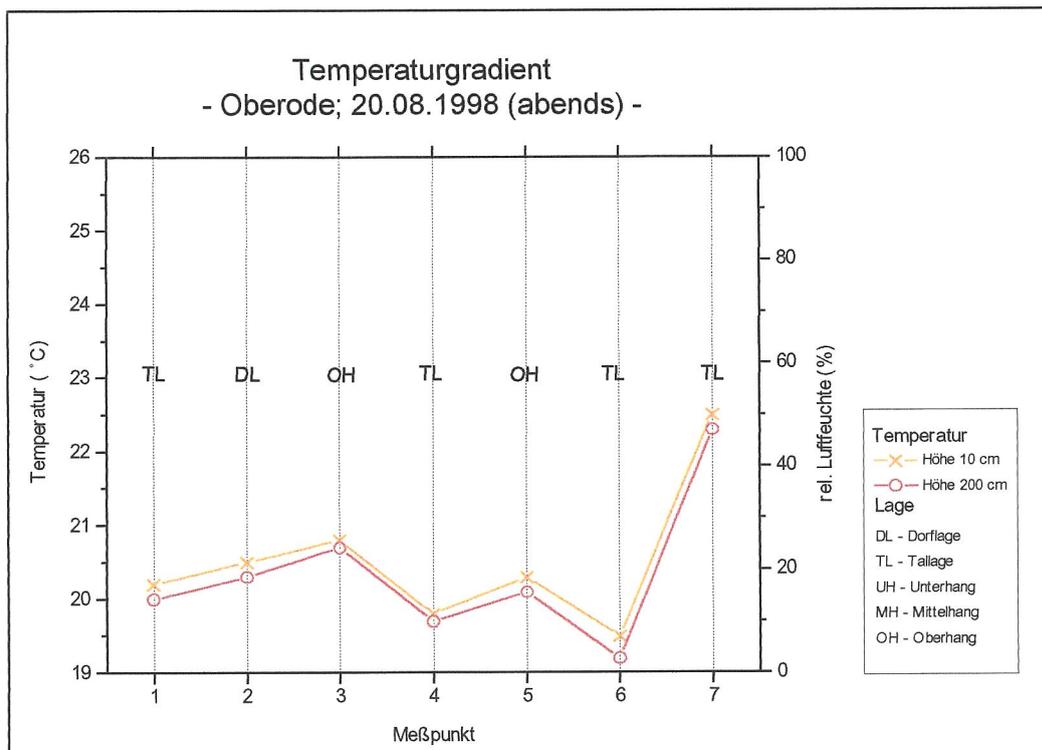


Abb. 7: Probemessung in „Oberode“, 20.08.1998

### „Oberode“ - 20.08.1998 (abends)

Sehr deutlich kommt der gerichtete Kaltluftabfluß im Temperaturdiagramm (Abb. 7) zum Ausdruck. Die Meßpunkte 1, 4 und 6 weisen bis zu 1,5 °C niedrigere Temperaturen als die Meßpunkte in Dorf (2) und Riedellage (3) auf. Der Meßpunkt 1 liegt im Temperaturniveau etwas höher als der Punkt 6 am Weg „Entenloch“. Dies liegt, wie man am Temperaturmaximum an der Werrabrücke (3°C Differenz zum Meßpunkt „Entenloch“) erkennen kann, an der wärmenden Wirkung der Werra und dem zu diesem Zeitpunkt noch höheren Temperaturen in der Aue. Die kalte Talluft des Entenloches schiebt sich im Bereich des Meßpunktes 1 unter die wärmere Luft der Werraue und erwärmt sich dabei etwas. Während in der exponierten Lage der Punkte 2 und 7 ein westlicher Wind weht, der dem durch die Talstreichrichtung kanalisiertem allgemeinem Südwestwind entspricht, hat sich bereits deutlich an den nicht windexponierten Standorten des Entenloches, 1, 3, 4, 5, 6, der kalte Hangabwind eingestellt. Am Punkt 1 (Kreuzung Ruschenbach / Obere Dorfstraße) kommt es wegen der Bebauung zwischen Oberer und Unterer Dorfstraße zu einem leichten Turbationseffekt, da hier der Kaltluftstrom eingeschnürt wird.

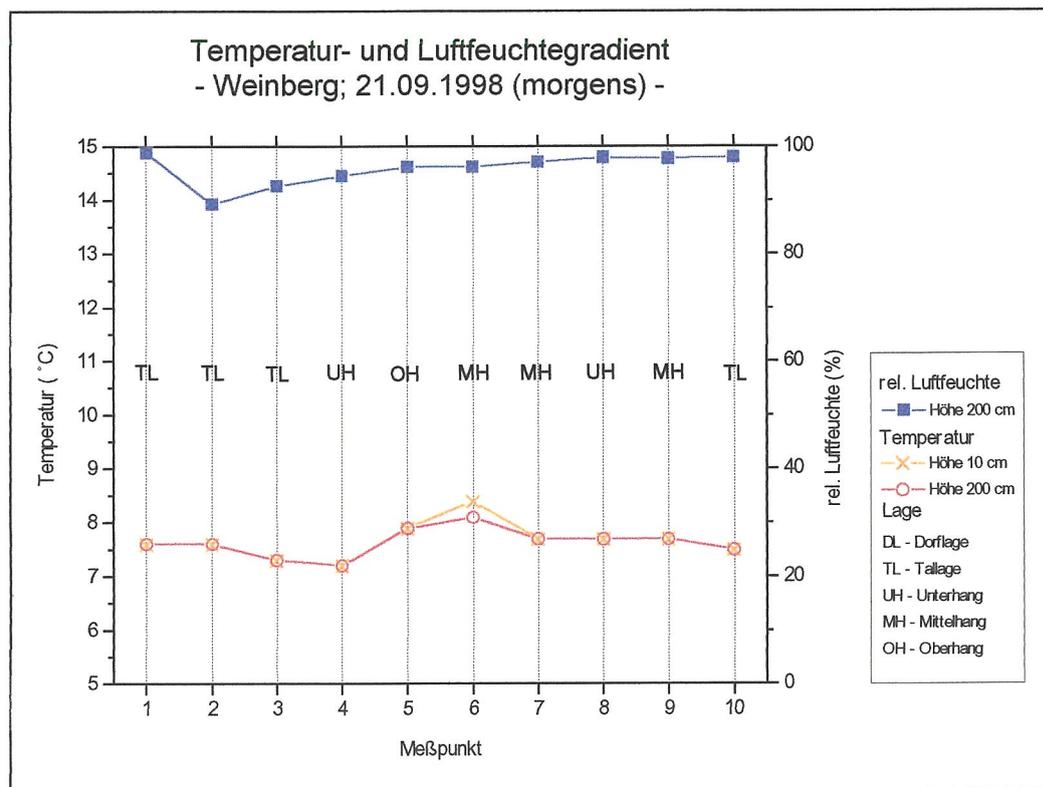


Abb. 8: Geländemessung am „Weinberg“, 21.09.1998 (morgens)

### „Weinberg“ - 21.09.1998 (morgens)

Wegen des gegen Mitternacht gebildeten Talnebels konnte sich das Hangwindssystem zwar nicht sehr stark ausbilden, aber immerhin waren an den Meßpunkten 1, 3 und 4 Kaltluftströme von 0,3 m/s feststellbar. An den Punkten 1, 3 und 4 war die Windrichtung N bis NNE, das heißt, sie paßte sich exakt an die Tiefenlinie des Mannstaales an. Die Standorte 9 und 10 wiesen Winde aus N bis NNW auf. Hier machte sich das Kaltluftentstehungsgebiet des Weinberg-Südhanges bemerkbar. Der Einfluß des Hangabwindes reichte jedoch, meßbar, nur bis zur Autobahn. Südlich der Autobahn (Punkte: 7 u. 8) werden SW-Winde gemessen, was bei dem derzeit vorherrschendem NE bis E-Makro-Wind auf ein lokales Windzirkulationssystem hindeuten könnte. An den

Punkten 1, 2, 3, 4 und 10 läßt sich deutlich der Kaltluftstrom nachweisen. Wegen des Nebels und der damit eingeschränkten Ausstrahlung, sind die Temperaturdifferenzen im Vergleich zu den Ober- und Mittelhang-Standorten jedoch mit ca. 1 °C vergleichsweise gering. Die relative Luftfeuchte verhält sich immer umgekehrt proportional zur Lufttemperatur.

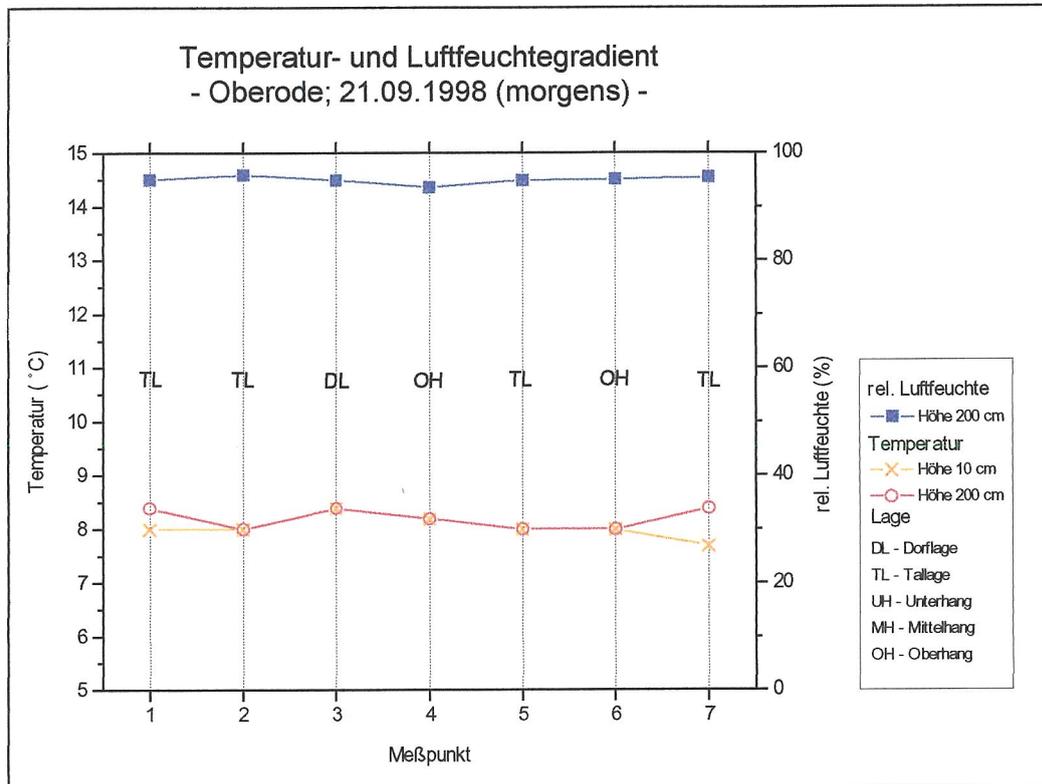


Abb. 9: Geländemessung in „Oberode“, 21.09.1998 (morgens)

### „Oberode“ - 21.09.1998 (morgens)

Deutlich hat sich der Kaltluftstrom an den Standorten 2, 5, 6 und 7 ausgebildet. Die Temperaturgegensätze sind jedoch mit 0,4 °C ähnlich schwach ausgeprägt wie am „Weinberg“. Auch hier läßt sich bei Punkt 2 eine zur Werra gerichtete Kaltluftströmung feststellen. Zwischen den Punkten 2 und 3, entlang der Bebauung der Oberen Dorfstraße, konnte jedoch keine Strömung festgestellt werden. Dies weist auf die Barrierewirkung der Häuserzeile hin. Ebenfalls vom Nordhang des „Käseküppel“ ist ein Kaltluftstrom nachweisbar. Dieser ist auf die Tiefenlinie des „Entenloches“ gerichtet.

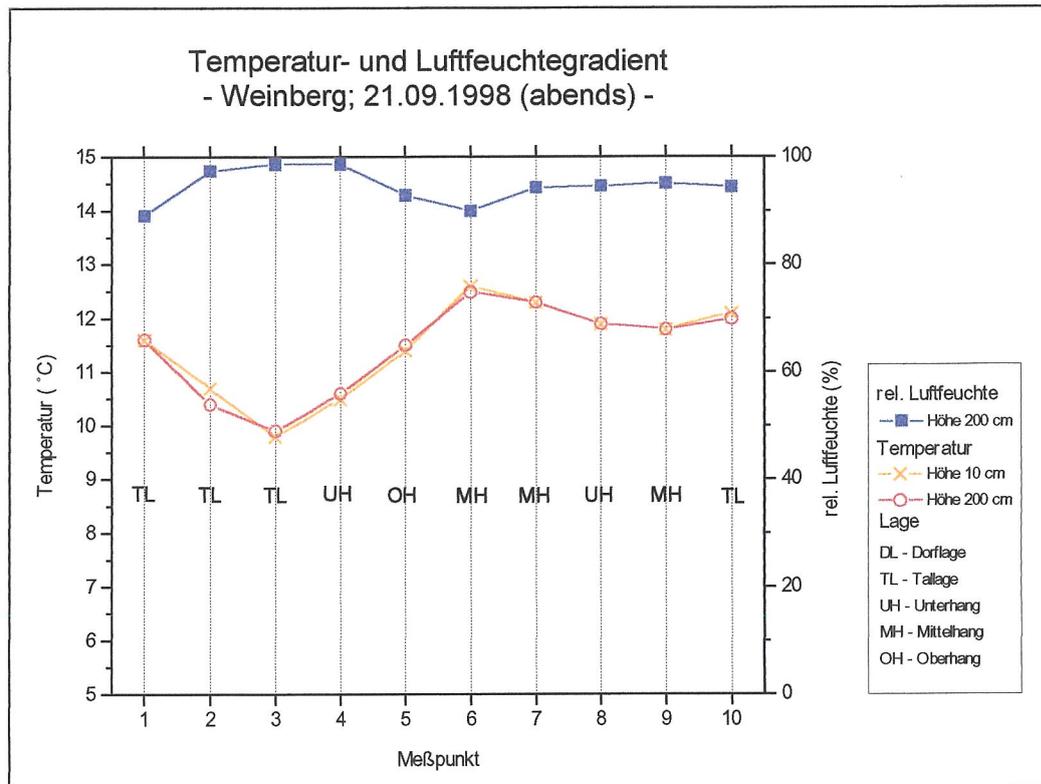


Abb. 10: Geländemessung am „Weinberg“, 21.09.1998 (abends)

### „Weinberg“ - 21.09.1998 (abends)

Die deutlichste Ausbildung des Kaltluftstromes aus dem Mannstal ließ sich bei dieser Messung nachweisen. Hier wurden auch die Rauchpatronenversuche durchgeführt. An den Talstandorten 2, 3 und 4 wurden N bis NE-Winde festgestellt. Die Lufttemperaturen lagen bis zu 2,5 °C niedriger als bei den Ober- und Mittelhangstandorten 6 und 7. Deutlich setzte sich die Makrowindrichtung bei den Standorten 5, 6 und 7 durch. Die Standorte 8, 9 und 10 wiesen bzgl. der Windrichtung und der Temperatur noch deutlich auf die Wirksamkeit des kalten Hangabwindes, auch südlich der Autobahn (Punkt 8), hin. Eine Vergleichsmessung südl. von Punkt 10 ergab einen über den ca. 8 m hohen Lärmschutzwall der Autobahn hinüberstreichenden Kaltluftstrom. Das etwas höhere Temperaturniveau von „8“ gegenüber „10“ weist auf die Durchmischung mit der wärmeren Werratalluft und auf die Wärmeabgabe der Autobahn hin. Relativ hohe Windgeschwindigkeiten (bis zu 2,0 m/s), in diesem Fall aus ESE, an den Punkten 6 und 7, verdeutlichen die Be- und Entlüftungsfunktion dieser exponierten Fläche (geplantes Gewerbegebiet).

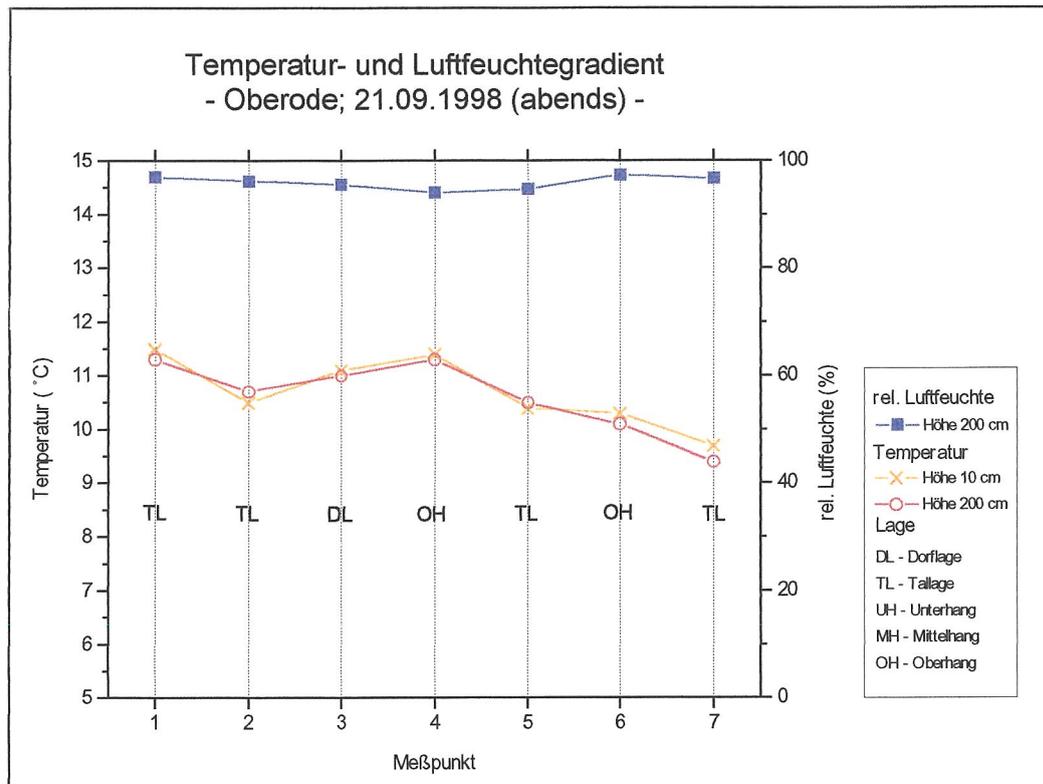


Abb. 11: Geländemessung in „Oberode“, 21.09.1998 (abends)

### „Oberode“ - 21.09.1998 (abends)

Auch in Oberode ist der Kaltluftstrom an diesem Abend am deutlichsten nachweisbar. Die Temperaturen der Punkte 5, 6 und 7 liegen bis zu 2 °C niedriger als die Standorte in der Dorflege und an der Werrabrücke. Deutlich wird (Punkt 6), daß auch maßgeblich Kaltluft aus dem Ruschenbachtal in das „Entenloch“ fließt. Die am Standort 2 ankommende Kaltluft vermischt sich in diesem Höhen-Niveau bereits mit der wärmeren Auenluft (s.o.), wie die etwas höheren Temperaturen als im „Entenloch“ anzeigen. Beobachtungen ergaben, daß die Kaltluft, je nach Ausprägung des Flurwindes, intervallartig, an Punkt 2 vorbei, zur Werra fließt. Auch bei dieser Messung weist die südwestliche Windrichtung auf einen eingengten Abfluß der Luftmassen hin. An den Punkten 5 und 7 (Tiefenlinie des „Entenloches“) wurden Kaltluftströme von 0,8 m/s gemessen. Bei Meßpunkt 2 verringert sich die Geschwindigkeit auf 0,2 m/s. Dies ist wieder als Hinweis auf die Barrierewirkung der bereits bestehende Bebauung an der Oberen Dorfstraße, aber auch auf die hier beginnende Durchmischung der Hang-Kaltluft mit der wärmeren Werra-Auenluft zu werten (s.o.).

## 7.2 Rauchpatronenversuche

Rauchpatronenversuche (Rauchkerzen) wurden zum phänologischen Nachweis der Kaltluftströme durchgeführt. Sie veranschaulichen die Richtung, die Geschwindigkeit und das Ausbreitungsverhalten der Kaltluft.

Beide Versuche fanden während des Meßganges am 21.09.1998 (abends) statt. In beiden Fällen konnte signifikant die hangabwärts fließende Kaltluft optisch nachgewiesen werden.



Foto 1: Rauchpatronenversuch am „Weinberg“, Meßpunkt 4. Die Luft strömt hangabwärts, Richtung Südwest. (21.09.1998, Foto: U. Döpel)



Foto 2: Rauchpatronenversuch am „Entenloch“, Meßpunkt 7. Die Luft strömt hangabwärts, Richtung Nordnordwest. (21.09.1998, Foto: U. Döpel)

### 7.3 Phänologische Beobachtungen und Befragungen

Bei der Messung am 21.09., morgens, konnte wegen des Talnebels im Mannstal die Obergrenze des Kaltluftstromes wahrscheinlich gemacht werden. In ca. 20 m über Talsohle konnte ca. 100 m oberhalb des Meßpunktes 3 aufgrund der sichtbaren Nebelunterseite, auf die Mächtigkeit des Kaltluftstromes geschlossen werden. Aufgrund der apparativen Messungen wird geschätzt, daß die Mächtigkeit des Kaltluftstroms im Bereich des Autobahntunnels bei der Messung am 21.09. (abends) mindestens 10 m über Flur lag. Es kann davon ausgegangen werden, daß bei stärkerer Ausbildung des Flurwinde, etwa im Oktober bis April, die Mächtigkeit der Kaltluftströme noch größer ist.

Die Befragung eines Dorfbewohners von Oberode ergab, daß es aus Erfahrung im Tälchen des „Entenlochs“ schnell zur Raureifbildung kommt. Diese Aussage ist als weiteres Indiz für den meßtechnisch festgestellten Kaltluftabfluß an dieser Stelle zu werten.

## 8 Klimaökologische Funktionseinheiten

### Klima dicht bebauter Industriebereiche

Die Gewerbeflächen im Süden des Untersuchungsgebiets „Weinberg“ sind durch einen hohen Versiegelungsgrad und groß dimensionierte, einzeln stehende Hallen gekennzeichnet. Hierdurch kommt es, verglichen mit der Umgebung, zu höheren Durchschnittstemperaturen, einer geringeren Luftfeuchte und - aufgrund der Bauweise - zu Windverwirbelungen. Die von dem gesamten Gewerbekomplex ausgehenden Emissionen werden bei austauscharmen Wetterlagen und hoher Sonneneinstrahlung hangaufwärts, in Richtung Wald, geführt, während sich der Transport nachts in umgekehrter Richtung, in die Werraue vollzieht. Bei den häufig auftretenden Winden aus westlicher Richtung findet eine Verdriftung in die angrenzenden Wohngebiete Hedemündens statt. Schwerpunktmäßig handelt es sich dabei um die Wohngebiete „Obere Trift“ und „Konrad-Adenauer-Straße“.

### Klima der Vorstädte in Tallage

Diese Einheit umfaßt einen Teil des Ortskerns von Oberode sowie einen Lagerplatz am Rande des Untersuchungsgebiets „Weinberg“. Der Ortskern von Oberode ist auf einem Höhenniveau zwischen 130 und 140 m ü. NN am Rande der Werraue angesiedelt. Das zur Werra hin leicht abfallende Gelände ist durch eine mäßig dichte Bebauung gekennzeichnet. Der Versiegelungsgrad liegt bei ca. 50 %, der Anteil an Grünflächen ist ungefähr gleich groß.

Bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad besteht in den genannten Bereichen eine deutlich höhere Erwärmung gegenüber den umliegenden Freiflächen und auch gegenüber den Gebieten mit Einzelhausbebauung. Die relative Luftfeuchtigkeit fällt deutlich niedriger aus als in den angrenzenden, vegetationsreicheren Einheiten.

Aufgrund der offenen Lage im west-ost-streichenden Tal erreichen die Windgeschwindigkeiten bei West- und Ostwinden relativ hohe Werte, die jedoch durch Gebäude und Gehölzstrukturen stellenweise stark vermindert werden.

Randlich wird der Ortskern von Oberode durch den Kaltluftabfluß in der benachbarten Tallage beeinflusst. Hierdurch werden dem Siedlungsbereich Kalt- und Frischluft zugeführt, was sich positiv auf die lufthygienische Situation auswirkt, da Überwärmungen abgebaut und Immissionen verdünnt werden.

### Klima der Einzelhausgebiete

Diese Einheit umfaßt ein Wohngebiet mit lockerer Bauweise, das sich in Oberode östlich der Straße „Meinte“ erstreckt. Desweiteren sind dieser Einheit der Landwirtschaftsbetrieb im Zentrum des Untersuchungsgebiets „Weinberg“ sowie die Wohnbebauung im äußersten Südosten des Gebiets zuzuordnen. Überwiegend handelt es sich hierbei um einzeln stehende Ein- und Mehrfamilienhäuser, die von Gärten umgeben sind. Insofern ist der Versiegelungsgrad relativ gering, der Anteil an Grünflächen demgegenüber hoch. Die Bebauung folgt dem Gefälle einer schwach ausgeprägten Tallage, die durch einen Bachlauf markiert wird. Das Gelände weist mit ca. 10 % ein relativ hohes Gefälle auf.

Durch den hohen Freiflächenanteil und die geringe Breite des Siedlungsstreifens in Oberode unterscheiden sich Temperatur und Luftfeuchte nur unwesentlich von denen der angrenzenden Freiflächen. Die Belüftungssituation ist als gut zu bezeichnen. Die teilweise dichten Vegetati-

onsstrukturen führen zu einer Verminderung der Windgeschwindigkeiten und leisten einen Beitrag zur Filterung von Luftschadstoffen.

## Freilandklima der offenen Hochlagen

### Klima der Hochlagen nördlich der Werra

Die Einheit umfaßt den größten Teil des Untersuchungsgebietes „Weinberg“, welches nördlich der Werra von 150 m auf 220 m ü. NN ansteigt. Das relativ wenig reliefierte Gelände wird größtenteils ackerbaulich genutzt, so daß meist niedrige und wenig strukturierte Vegetation vorherrscht.

Diese Voraussetzungen führen zur Ausprägung eines typischen Freilandklimas, das durch Temperaturen gekennzeichnet ist, die deutlich unter denen der Siedlungsbereiche liegen. Bei intensiver Einstrahlung im Sommer kommt es jedoch zu einer starken Erwärmung der bodennahen Luftschichten und somit zu starken Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht. Wegen der Süd- bis Südwest-Exposition der Hochlagen nördlich der Werra ist die Sonneneinstrahlung hier besonders intensiv.

In Strahlungs Nächten kommt es auf den ausgedehnten Ackerflächen zu einer hohen Kaltluftproduktion, die hangabwärts transportiert wird und in den am Hangfuß gelegenen Gewerbe- und Wohngebieten zu einer Verbesserung der lufthygienischen Verhältnisse führt. Bei austauscharmen Wetterlagen und bei Hochdruckwetterlagen mit leichter Ostströmung trägt die über das Werratal abgeführte Kaltluft außerdem zum Luftaustausch im Stadtgebiet von Hann. Münden bei. Dieses ist umso wichtiger als hier die tiefer liegenden Stadtteile durch die Kessellage zeitweise stark mit Luftschadstoffen belastet sind (vgl. KATZSCHNER 1988).

In der Einheit selbst treten zu allen Tageszeiten vergleichsweise hohe Windgeschwindigkeiten, überwiegend aus westlicher Richtung auf, so daß hier gute Austauschverhältnisse gegeben sind. Insofern werden die von der A 7 ausgehenden Emissionen relativ schnell abgeführt. Demgegenüber können windstille Hochdruckwetterlagen dazu führen, daß warme, mit Schadstoffen angereicherte Luft hangaufwärts transportiert wird und dort zu einer Schädigung der vorhandenen ausgedehnten Wälder des Mündener Stadtförstes beiträgt.

### Klima der Hochlagen südlich der Werra

Auf der Südseite der Werra existieren in den offenen Hochlagen ähnliche Bedingungen wie auf der Nordseite, wobei die effektiven Einstrahlungswerte wegen der Nord- bis Nordost-Expositionen deutlich geringer als nördlich der Werra liegen. Die klimatologische Einheit umfaßt hier die Hanglagen östlich der Einzelhausbebauung, wobei die Tallage ausgespart bleibt, da sie eine eigene klimatologische Einheit bildet (s.u.). Das Gefälle ist auf beiden Seiten der Werra ähnlich, jedoch ist der Südhang des Werratales durch zahlreiche kleine Taleinschnitte stärker gegliedert und weist daher ein wesentlich bewegteres Relief auf.

Auch hier sind die Hanglagen überwiegend landwirtschaftlich genutzt, wobei die Grünlandnutzung gegenüber der Ackernutzung überwiegt. Das Gelände ist stärker durch Baumreihen und kleine Waldstücke gegliedert. Die betrachtete Einheit ist insgesamt kleiner.

Klimatische Unterschiede ergeben sich vor allem durch die unterschiedliche Exposition. Die nordöstliche Ausrichtung der Hochlagen südlich der Werra führt zu einer weniger intensiven Sonneneinstrahlung als auf der Nordseite und somit zu einer geringeren Erwärmung des Bodens und der bodennahen Luftschichten, was wiederum eine schnellere Abkühlung bei Nacht zur Folge hat. Die Kaltluftproduktion ist somit relativ höher, Nebelbildung und Frost treten häufiger auf

als an der Nordseite. Eingeschränkt wird die höhere Kaltluftproduktion durch die geringere Größe der offenen und somit Kaltluft produzierenden Flächen und durch die im Vergleich zu Acker geringere Kaltluftproduktion von Grünland. Jedoch treten diese Aspekte gegenüber den o.g. expositionsbedingten Auswirkungen in den Hintergrund.

Die mittleren Lufttemperaturen liegen niedriger als auf der Nordseite der Werra. Die Windexposition, und damit auch die Windstärken, sind vergleichsweise gering.

### **Klima der Rinnenlagen**

Im Untersuchungsgebiet „Oberode“ existieren eine deutlich ausgeprägte und zwei weniger stark ausgeprägte Rinnenlagen. Im Untersuchungsgebiet „Weinberg“ weist dieser Klimatop, der Teile des Mannstales umfaßt, ein eher flaches Profil auf, hat jedoch eine Breite von mehreren hundert Metern. Die Rinnenlagen werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt, wobei im Untersuchungsgebiet „Oberode“ Grünlandnutzung und in „Weinberg“ Ackernutzung überwiegt.

In Strahlungs Nächten sammelt sich in den Rinnenlagen Kaltluft, die talabwärts transportiert und mit der Luftströmung im Werratal in Richtung Hann. Münden weitergeleitet wird. Dort trägt die Kaltluft wesentlich zum Luftaustausch und somit zur Verbesserung der Belüftungssituation bei.

Innerhalb der Rinnenlagen liegen die Temperaturen deutlich unter denen der Umgebung (bis zu 2,5 °C). Hierdurch besteht eine erhöhte Frostgefahr. Bedingt durch die niedrigen Temperaturen wurden zudem entsprechend hohe Werte der relativen Luftfeuchte gemessen.

Gehölzriegel, Bebauung oder aufgeschüttete Dämme innerhalb der Rinnenlagen führen zu einer Behinderung des Kaltluftabflusses (vgl. Kap. 9.2). Hierdurch kommt es zum Kaltluftstau, mit der Folge verstärkter Nebelbildung und Frostgefahr sowie einer Beeinträchtigung der Belüftungswirkung für das Werratal.

### **Freilandklima des Unteren Werratales**

Im Untersuchungsgebiet „Oberode“ ist eine kleine Teilfläche dieser Einheit zuzuordnen, während sie am „Weinberg“ gar nicht anzutreffen ist.

Das Untere Werratal weist in Höhe von Hedemünden und Oberode eine Breite von ca. 1,5 km auf, verengt sich jedoch in westlicher und östlicher Richtung stark. Innerhalb dieser Beckenlage steigen die Hänge nach Norden und Süden hin leicht an, das Gefälle der Aue selbst ist gering. Die überwiegend landwirtschaftliche Nutzung bedingt eine niedrige Vegetationsstruktur mit geringer Rauigkeit.

Insgesamt kann in der Aue wegen des hohen Anteils offener Flächen von einer hohen Kaltluftproduktion in Ausstrahlungsnächten ausgegangen werden. Zwar hat der Wasserkörper wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit des Wassers eine ausgleichende Wirkung auf die Umgebungstemperatur. Der Einfluß der großflächigen Kaltluftproduktion überwiegt jedoch besonders vom Winter bis zum Frühjahr, wobei die Größe der Offenlandbereiche und die angrenzenden Seitentäler mit ihrem Kaltluftzustrom von wesentlicher Bedeutung sind, da neben der autochthonen Kaltluftproduktion sich die Kaltluft der umgebenden Hänge in der Werraaue sammelt. Aufgrund der niedrigen Temperaturen, verbunden mit einer hohen Evaporation und Transpiration in diesem Gebiet, liegen die Werte der relativen Luftfeuchte besonders an Strahlungstagen sehr hoch. Die Nebel- und Schwülegefährdung ist daher in diesem Bereich hoch einzuschätzen. Hinzu kommt eine hohe Frostgefährdung, die im wesentlichen durch die Beckenlage hervorgerufen wird, da die Kaltluft wegen des geringen Talgefälles und der beschriebenen Talverengungen nur schlecht abfließen kann.

Wegen der Verengung des Auebereichs westlich von Oberode, kommt es hier dementsprechend häufig zum Kaltluftstau, der sich je nach Wetterlage auch auf die Orte Oberode und Hedemünden auswirkt. Somit ist bei austauscharmen Wetterlagen die Gefahr einer Schadstoffanreicherung gegeben.

### **Klima der Wälder in Tallage**

Dieser Klimatop umfaßt lediglich drei kleine Waldstücke im Untersuchungsgebiet „Oberode“. Aber auch die oberhalb beider Untersuchungsgebiete liegenden, zusammenhängenden Waldbereiche haben maßgeblichen Einfluß auf das Klima im Untersuchungsgebiet, da die hier produzierte Frischluft die hangabwärts strömende Kaltluft ersetzt.

Das Klima geschlossener Waldgebiete ist durch relativ geringe Temperaturschwankungen und eine hohe Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet. Auf ihre Umgebung, die in der Regel größeren Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, haben Wälder eine ausgleichende Wirkung. Durch Luftruhe und die Filterleistung der Blattmassen werden zudem Luftverunreinigungen herausgefiltert. Die höchste Filterfunktion wird in naturnahen Wäldern mit heterogenem Bestandsaufbau erreicht, während in strukturarmen Nadelwaldforsten, wie sie im Untersuchungsgebiet großflächig anzutreffen sind, eine verringerte Leistungsfähigkeit festzustellen ist. Hinzu kommt die Produktion von Sauerstoff. Somit haben Wälder eine große Bedeutung als Frischluftproduzenten. Demgegenüber fällt die Kaltluftproduktion im Vergleich zum Offenland deutlich niedriger aus.

Auch die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Waldstücke erfüllen die genannten Funktionen, wobei ihre Leistungsfähigkeit wegen der geringen Flächengrößen eingeschränkt ist (vgl. Kap. 9.1). Dennoch kann davon ausgegangen werden, daß die hangabwärts liegenden Grünlandflächen wegen der ausgleichenden Wirkung des Waldes weniger frostgefährdet sind. Hangaufwärts besteht hingegen eine Neigung zum Kaltluftstau, da die Waldbestände eine Barrierewirkung haben. Insbesondere dem Pappelwäldchen im „Entenloch“ kommt diese Wirkung zu, da er sich mitten in einer Kaltluftbahn befindet (vgl. Kap. 9.2).

### **Klima der Wälder in Talrandlage**

Für diesen Klimatop, der sich auf ein Waldstück im Osten des Untersuchungsgebiets „Weinberg“ beschränkt, gelten im Prinzip ähnliche Bedingungen wie für die „Wälder in Tallage“. Der Unterschied besteht im wesentlichen darin, daß der Waldbereich im Untersuchungsgebiet „Weinberg“ durch seine Talrandlage den Kaltluftabfluß kaum behindert. Außerdem ist die ausgleichende Wirkung des Waldes auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Umgebung hier wegen der Süd- bis Südwest-Exposition des Untersuchungsgebiets höher.

## 9 Bewertung der Leistungsfähigkeit und Empfindlichkeit der klimaökologischen Funktionen

### 9.1 Leistungsfähigkeit

Unter Leistungsfähigkeit wird die Bedeutung der klimaökologischen Funktionen bzw. der einzelnen Klimatope für die klimatische Regeneration verstanden. Diesem Ansatz liegt die Erkenntnis zugrunde, daß in dicht bebauten und stark versiegelten Siedlungsbereichen als Folge der Modifizierung von Relief, Vegetation und Bodenoberfläche sowie der Anreicherung der Atmosphäre mit Spurenstoffen ein ungünstiges Lokalklima herrscht, welches der Regeneration bedarf (u.a. BLÜTHGEN & WEISCHET 1980, WILMERS et al. 1987). Je nach Funktion und Leistungsfähigkeit ist zwischen Bedarfs- und Ausgleichsräumen zu unterscheiden.

Wichtig für die klimatische Regeneration sind insbesondere solche Bereiche, die zu **Luftaustausch** und Temperatenausgleich beitragen und zum anderen solche, die der **Luftreinhaltung** dienen. Die Leistungsfähigkeit einzelner Klimatope hängt von der Ausprägung unterschiedlicher Kriterien ab, von denen die wichtigsten nachfolgend kurz dargestellt werden. Als Bewertungsgrundlage für die Leistungsfähigkeit der Klimatope in den Untersuchungsgebieten „Weinberg“ und „Oberode“ dient Tab. 10, in der die einzelnen Kriterien unter Angabe von Größenordnungen beschrieben sind.

**Kaltluftproduktion** findet in Strahlungs Nächten über Oberflächen statt, bei denen die Wärmenachlieferung gering ist und über Oberflächen mit niedriger Ausgangstemperatur. Am höchsten ist die Kaltluftproduktion somit über Torfböden, feuchtem Grünland und Ackerflächen. Waldflächen sind wegen ihrer Eigenschaft, tagsüber Wärme zu speichern und bei Nacht wieder abzugeben, weniger gut als Kaltluftproduzenten geeignet. Entscheidend ist ferner die Größe des Kaltlufteinzugsgebietes. Großräumig betrachtet ist ab einer Flächengröße von ca. 300 ha Offenland mit einer spürbaren Wirkung als klimatischer Ausgleichsraum auszugehen (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1997, PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE UND UMWELT 1989) (vgl. Tab. 9).

Kaltluft ist aufgrund der höheren Dichte schwerer und fließt nach den Gesetzen der Schwerkraft hangabwärts. Dabei ist die Richtung des **Kaltluftabflusses** abhängig von den Windverhältnissen und der Morphologie. Die Fließgeschwindigkeit wird von der Hangneigung, den Vegetations- und Nutzungsstrukturen und der Intensität des Kaltluftstromes gesteuert. Demnach nimmt die Fließgeschwindigkeit mit der Neigung der Talhänge und der Talsohle zu und kann ab einer Hangneigung von ca. 5° zu einem klimatisch bedeutsamen Kaltluftabfluß führen (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1997, PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE UND UMWELT 1989) (vgl. Tab. 9).

Als bedeutsam für die **Frischluffproduktion** können Waldbestände ab einer Mindestbreite von 200 m angesehen werden, da ab einer solchen Größe ein eigenständiges Bestandsklima garantiert ist. Frischluft entsteht zum einen durch die Filterung von Aerosolen durch Ablagerung an den Blattoberflächen, zum anderen durch Sauerstoffproduktion.

Die **Filterfunktion** ist auf Flächen mit lockerem, parkartigem Gehölzbewuchs am größten, da es hier in den luftberuhigten Bereichen zu einem effektiven „Auskämmen“ von Luftschadstoffen an einer relativ großen filteraktiven Blattoberfläche kommt. Eine besonders geeignete Struktur und somit eine hohe Leistungsfähigkeit haben Streuobstwiesen. Weniger wirksam sind Flächen mit niedriger Vegetation, wie Wiesen- und Ackerflächen.

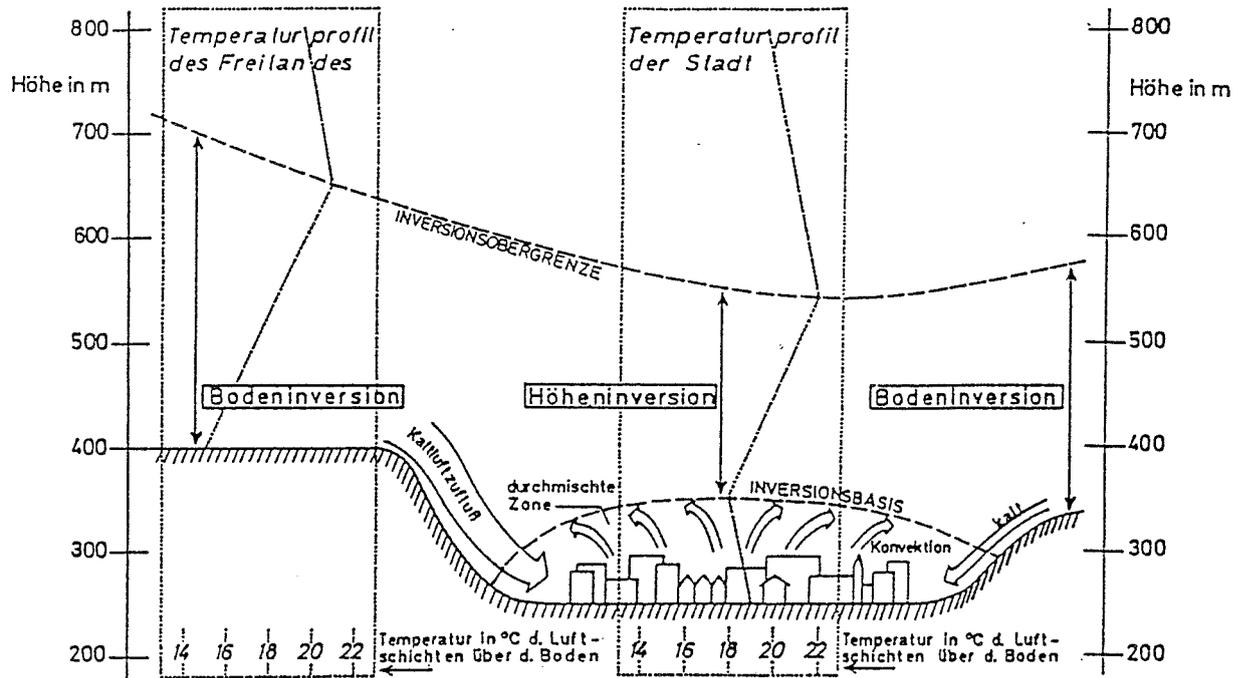


Abb. 12: Skizze mit vertikalen Temperaturprofilen zur Veranschaulichung der Belüftung einer Stadt im Tal in einer Strahlungsnacht (aus: REUTER et al. 1991)

Tab. 9: Bedeutung von Nutzungs-/Strukturtypen für die klimatische Regeneration (verändert nach Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1989 und BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 1997)

Faktor/ Merkmal	Kriterien	Nutzungs-/Strukturtypen und ihre Bedeutung für die klimatische Regeneration					
		hohe Bedeutung	→	abnehmende Bedeutung	→	geringe Bedeutung	
Frischluff- produktion	Verdunstung, Abschir- mung	Wälder, alte Ge- hölzbestände (Breite > 200 m)	→	Wiesen, lichte Ge- hölzbestände	→	unbewachsene Flächen	
			→	Obstwiesen			
Kaltluftpro- duktion in Strahlungs- nächten	Größe des Einzugsge- bietes:	25-100 km <sup>2</sup>	→	3-25 km <sup>2</sup>	→	< 3 km <sup>2</sup>	
	Intensität/ Produktivität in Abhängigkeit des Bewuchses (Bodenreibung)	überwiegend → feuchte Wiesen	Acker- u. → Wiesen- flächen ge- mischt	überwiegend → Acker- und Brachflächen	überwiegend → Wald	Siedlungsflächen → mit lockerer Bebauung	Siedlungsflä- chen mit dichter Be- bauung
	Vegetation, Siedlung und Feuchte beeinflus- sen die Abkühlung der Luft. Mit zunehmendem Feuchte- und Wiesen- anteil steigt daher auch die Kaltluftproduktion			aufgelockerte Bebauung mit Abstands- grün, Ein-/Zweifamilien häuser mit Pri- vatgärten	→	dichte Block- bebauung, gewerbl./ industrielle Bebauung	
		Grünland →	Ackerland bewachsen	→ Ackerbrache →	Obstwiese	→	Hochwald

Faktor/ Merkmal	Kriterien	Nutzungs-/Strukturtypen und ihre Bedeutung für die klimatische Regeneration				
		hohe Bedeutung	→	abnehmende Bedeutung	→	geringe Bedeutung
Kaltluftabfluß	Hangneigung	> 15 ° (ca.27%)	→	> 5° (ca. 9 %) (Hangabwind)	→	0 (Ebene)
	Mindestreliefenergie (max. Höhenunter- schied in einem Talein- zugsgebiet)	250 m		50 m		
Kaltluftleit- bahnen	Täler sind die bevorzug- ten Leitbahnen	größeres Talsystem (> 5 km länge) mit größerem Gefälle und steiler Hangnei- gung, vorwiegend acker- u. weide- wirtsch. genutzt.	→	kleines Tal mit mittlerem Gefälle und Hangneigung (≥ 5°), vorwiegend ackergrün- landwirtschaftlich bewirtschaftet, einzelne Obstbaumwiesen	→	flaches Tal mit flach geneigten Hängen → Ebene, Wald
Staubfilterung	Durchströmbbarkeit, Luftberuhigung, Ablage- rungsfläche	parkartiger Be- wuchs mit Einzel- bäumen	→	Wald	→	offene Flächen, Wiesen, Brach- flächen

Die Bewertung der Leistungsfähigkeit des Untersuchungsraumes hinsichtlich der klimatischen Regenerationsfunktion wird auf der Grundlage der in Tab. 9 aufgeführten Kriterien vorgenommen. Das Ergebnis der Bewertung ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tab. 10: Bewertung der Leistungsfähigkeit des Untersuchungsraumes hinsichtlich der klimatischen Regenerationsfunktion

Bereiche	Funktion	Leistungsfähigkeit
Dicht bebaute Industriebereiche (1) • Weinberg	Klimatischer Bedarfsraum	stark belastend
Vorstädte in Tallage (2) • Lagerplatz Weinberg • Ortskern Oberode	Klimatischer Bedarfsraum	belastend
Einzelhausgebiete (3) • Weinberg, Kirchweg • Oberode	Kaltluftleitbahn/ -abfluß Filterfunktion	gering gering
Hochlagen nördlich der Werra (4a) • Weinberg	Kaltluftproduktion Filterfunktion	mittel/hoch <sup>2</sup> gering
Hochlagen südlich der Werra (4b) • Oberode, westlich des Entenlochs • Oberode, östlich des Entenlochs	Kaltluftproduktion Filterfunktion	mittel <sup>3</sup> mittel
Rinnenlagen (5) • Weinberg, Mannstal	Kaltluftleitbahn/ -abfluß Kaltluftproduktion	gering mittel/hoch <sup>4</sup>
• Oberode, Entenloch • Oberode, Am Ruschenbach	Kaltluftleitbahn/ -abfluß Kaltluftproduktion	mittel mittel <sup>5</sup>
Unteres Werratal (6) • Oberode	Kaltluftproduktion Kaltluftleitbahn/ -abfluß Filterfunktion	mittel <sup>6</sup> gering gering
Wälder in Tallage (7a) • Oberode, zwei Waldstücke am Ruschenbach • Oberode, Entenloch	Filterfunktion Frischluffproduktion	mittel gering
Wälder in Talrandlage (7b) • Weinberg, östlicher Rand des UG	Filterfunktion Frischluffproduktion	mittel hoch

<sup>2</sup> Ausschlaggebend für die Bewertung ist in diesem Fall nicht die tatsächliche Flächengröße dieses Klimatops, sondern die Größe des als Kaltluftentstehungsgebiet dienenden Gesamttraumes, der über das Untersuchungsgebiet hinaus geht (Erläuterungen im Text).

<sup>3</sup> Siehe Fußnote 2.

<sup>4</sup> Siehe Fußnote 2.

<sup>5</sup> Siehe Fußnote 2.

<sup>6</sup> Siehe Fußnote 2.

### **Untersuchungsgebiet „Weinberg“**

Das Gebiet weist insbesondere hinsichtlich der Kaltluftproduktion eine besondere Bedeutung auf. Zwar ist der entsprechende Klimatop isoliert betrachtet von geringer Größe. Da es jedoch notwendig ist, den Untersuchungsraum im klimaökologischen Gesamtzusammenhang zu betrachten, ist zu berücksichtigen, daß es sich hier um die Teilfläche eines größeren Kaltluftquellbereiches handelt, der sich westlich des Untersuchungsgebiets fortsetzt. Die Leistungsfähigkeit dieses durch landwirtschaftliche Nutzung und damit durch niedrige Vegetation geprägten Bereichs ist als mittel bis hoch einzuschätzen. Die ins Werratal abfließende Kaltluft führt im Talraum zu einer Durchmischung der stagnierenden Luftschichten. Dies wirkt sich insbesondere auf die lufthygienische Situation in Hedemünden positiv aus.

Auch die Rinnenlage im Osten des Untersuchungsgebietes ist als Teil des zuvor beschriebenen gebietsübergreifenden Kaltluftentstehungsgebietes anzusehen. Der Abfluß der Kaltluft erfolgt hier schneller und zielgerichteter als auf den angrenzenden Flächen. Zwar beträgt das Talgefälle weniger als 5°, so daß die Leistungsfähigkeit hinsichtlich des Kaltluftabflusses relativ gering ist. Wegen der hohen Inversionsgefährdung im Werratal kommt dieser Leitbahn dennoch eine besondere Bedeutung zu. Zudem wird das durch den Kaltluftabfluß entstehende „Luftvakuum“ teilweise mit Frischluft aus den nördlich und östlich angrenzenden Waldgebieten ersetzt. Diese fließt ebenfalls talabwärts und führt zu einer Verbesserung der Luftqualität im Bereich Hedemündens.

Die Waldfläche im Osten des Untersuchungsgebiets ist Teil eines größeren, zusammenhängenden Waldbereiches. Wegen der Größe dieses Waldgebiets und aufgrund des hohen Laubwaldanteils ist die Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Frischluftproduktion als hoch zu bezeichnen.

### **Untersuchungsgebiet „Oberode“**

Im Hinblick auf die klimatische Regenerationsfunktion des betrachteten Raumes sind zwei Klimatope besonders hervorzuheben, nämlich die Tallage im Bereich des Entenloches und die umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen. Aufgrund des hohen Anteils an Grünland- und Ackerflächen wird die Kaltluftproduktion in den genannten Bereichen als bedeutsam eingeschätzt. Zusätzlich stellt sich der angrenzende Waldbereich am Asberg als Herkunftsgebiet großer Mengen an Kalt- und Frischluft dar. Über das Tal im Bereich des Entenloches, dessen Hangneigung zwischen 5 und 11° liegt, wird die gesamte Frisch- und Kaltluft ins Tal der Werra transportiert, wo es zunächst zum Luftaustausch im Ort Oberode und darüber hinaus durch Luftaustausch und Verdünnung zur Verbesserung der lufthygienischen Situation im gesamten Talbereich um Hedemünden beiträgt. Der Talbereich ist weitgehend unverbaut. Lediglich im Talausgangsbereich wird der Kaltluftabfluß durch eine bestehende Häuserzeile beeinträchtigt (vgl. Kap. 9.2). Als Kaltluftleitbahn fungiert auch die flachere Tallage westlich des Sportplatzes, wobei deren Leistungsfähigkeit wegen der geringeren Talneigung und -größe deutlich geringer ausfällt. Darüber hinaus sind die in den genannten Bereichen vorhandenen Gehölzstrukturen wegen ihrer Filterfunktion von Bedeutung.

Zwar ist die Leistungsfähigkeit des betrachteten Raumausschnitts hinsichtlich der Kaltluftproduktion und des Kaltluftabflusses lediglich als mittel einzustufen (vgl. Tab. 10). Statt den Untersuchungsraum isoliert zu betrachten, ist es jedoch notwendig, das Gebiet als Teil eines größeren Klimaraumes mit zahlreichen Wechselwirkungen zu verstehen, in dem sich Veränderungen im lokalen Bereich auf die gesamte regionale klimatische und lufthygienische Situation auswirken. Es ist zu erwarten, daß eine Beeinträchtigung der Kaltluftproduktion und des Abflusses im Bereich Oberodes sich insgesamt negativ auf die lufthygienische und bioklimatische Situation im Bereich Hedemündens auswirken würde und daß in geringem Umfang auch das flußabwärts ge-

legene Hann. Münden von dem verringerten Kaltluftabfluß betroffen wäre. An dieser Stelle wird auf Kap. 4 verwiesen, wo dargestellt wurde, daß in einem Belastungsraum, wie es das Werratal um Hedemünden darstellt, alle bestehenden Kalt- und Frischluftströme, die mit dazu beitragen die lufthygienische Situation im Werratal bei Stagnationswetterlagen zu entlasten, unbedingt zu erhalten und, wenn möglich, zu entwickeln sind.

### **Empfindlichkeit**

Die Empfindlichkeit stellt eine Verbindung zwischen Leistungsfähigkeit und den eingriffsbezogenen Wirkfaktoren her und stellt somit ein Maß zur Einschätzung möglicher Veränderungen bzw. Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit dar. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über relevante Wirkfaktoren, denen gegenüber eine besonders hohe Empfindlichkeit besteht.

### **Kaltluftmengenberechnung**

Eine überschlägige Quantifizierung der abfließenden Kaltluft ergab - exemplarisch für zwei Talquerschnitte - folgende Luftmassen:

Im Untersuchungsgebiet Weinberg fließt durch das Tälchen „Mannstalgründe“ am Talquerschnitt C-D (vgl. Abb. 3), bei einer (beobachteten) Mächtigkeit der Kaltluft von 20 m, in einer 10-stündigen Nacht und einer Windgeschwindigkeit von 0,5 m/s, ein Kaltluftvolumen von ca. 56,5 Mio. Kubikmetern. Bezogen auf das in Kapitel 4 unter dem Punkt „Lufthygiene“ angenommene Talvolumen der Werra bei Hedemünden von 136 Mio. Kubikmetern, wird hiervon in einer Nacht ein Anteil von ca. 40 % durch diesen Kaltluftstrom ausgetauscht.

Im Untersuchungsgebiet Oberode wurde am Querschnitt A-B (vgl. Abb. 4) ein Kaltluftvolumen von ca. 20,8 Mio Kubikmetern (bei 0,5 m/s, in 10 Stunden) ermittelt. Dieser Kaltluftstrom steuert demnach in einer Nacht ca. 15 % zum Luftaustausch des oben genannten Talvolumens bei.

Durch diese Zahlen wird die Bedeutung der Seitentälchen für die Frischluftversorgung des Werratal - insbesondere bei Stagnationswetterlagen - deutlich.

Tab. 11: Empfindlichkeit der klimaökologischen Funktionseinheiten gegenüber unterschiedlichen Wirkfaktoren

Bereich	Funktion	Wirkfaktoren, gegenüber denen eine hohe Empfindlichkeit besteht
Dicht bebaute Industriebereiche (1)	Klimatischer Bedarfsraum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zusätzliche Schadstoffimmissionen</li> <li>• Störung des Luftaustausches in Randbereichen</li> </ul>
Vorstädte in Tallage (2)	Klimatischer Bedarfsraum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zusätzliche Schadstoffimmissionen</li> <li>• Störung des Luftaustausches</li> </ul>
Einzelhausgebiete (3)	Filterfunktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zusätzliche Schadstoffimmissionen</li> <li>• Verdichtung der Bebauung</li> <li>• Störung des Luftaustausches</li> </ul>
Hochlagen nördlich der Werra (4a)	Kaltluftproduktion Filterfunktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versiegelung</li> <li>• Schadstoffeintrag</li> <li>• Aufforstung</li> </ul>
Hochlagen südlich der Werra (4b)	Kaltluftproduktion Filterfunktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versiegelung</li> <li>• Schadstoffeintrag</li> <li>• Aufforstung</li> </ul>
Rinnenlagen (5)	Kaltluftleitbahn/ -abfluß Kaltluftproduktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterbrechung bzw. Abriegelung des Kaltluftstromes durch Bebauung, Aufschüttungen, Gehölzreihen oder geschlossene Gehölzbestände</li> <li>• Versiegelung</li> </ul>
Unteres Werratal (6)	Kaltluftproduktion Kaltluftleitbahn/ -abfluß Filterfunktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterbrechung bzw. Abriegelung des Kaltluftstromes durch Bebauung, Aufschüttungen, Gehölzreihen oder geschlossene Gehölzbestände</li> <li>• Versiegelung</li> <li>• Schadstoffeintrag</li> </ul>
Wälder in Talrandlage (7a)	Filterfunktion Frischluffproduktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffeintrag</li> <li>• Flächenentzug durch Versiegelung</li> </ul>
Wälder in Tallage (7b)	Filterfunktion Frischluffproduktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffeintrag</li> <li>• Flächenentzug durch Versiegelung</li> </ul>

Die Höhe der Empfindlichkeit korreliert mit der Höhe der Leistungsfähigkeit (vgl. Tab. 10). Als hoch empfindlich sind daher die „Hochlagen nördlich der Werra“ hervorzuheben, deren Funktion als Kaltluftentstehungsgebiete durch Versiegelung und Bebauung erheblich gestört würde. Damit einher geht eine hohe Empfindlichkeit der Kaltluftleitbahnen gegenüber Barrieren, die den Kaltluftabfluß behindern, da es in diesem Fall zur Bildung von Kaltluftseen kommt und Kalt- und Frischluft nicht bis in den Talraum gelangen können, wo sie dem Luftaustausch dienen und der Ausbildung von Wärmeinseln entgegenwirken.

Wegen ihrer hohen Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Frischluftproduktion sind außerdem die „Wälder in Talrandlage“ besonders empfindlich. Gefährdet wird ihre Leistungsfähigkeit vor allem durch Schadstoffeintrag und durch Flächenversiegelung.

Des weiteren weisen die Siedlungsbereiche, insbesondere solche mit Wohnfunktion, eine hohe Empfindlichkeit gegenüber zusätzlichen Schadstoffbelastungen auf, da hierdurch die Wohn- und Aufenthaltsqualität gemindert wird.

## 9.2 Vorbelastungen

Als Vorbelastungen klimaökologischer Funktionen sind - bezogen auf den gesamten Untersuchungsraum - folgende Faktoren zu nennen:

- Unterbrechung des Kaltluftstromes durch Gebäude, Aufschüttungen und Vegetationsstrukturen
- Verlust von Frischluft- und Kaltluftentstehungsflächen durch Versiegelung (Siedlungen, Straßen)
- Schadstoff- und Staubemissionen durch Siedlung, Verkehr und Gewerbebetriebe

Für das Untersuchungsgebiet „Weinberg“ sind an Vorbelastungen vor allem die von der Autobahn A 7 gebildeten Immissionen zu nennen, die mit der Kaltluft hangabwärts nach Hedemünden transportiert werden, wo die lufthygienische Situation durch die aus dem Gewerbegebiet stammenden Emissionen noch verschärft wird. Demgegenüber ist bei windstillen Hochdruckwetterlagen mit intensiver Sonneneinstrahlung der umgekehrte Effekt festzustellen, da sich die Luft in den südexponierten Hangbereichen erwärmt und hangaufwärts, in Richtung des Mündener Stadtförstes transportiert wird. Mit hoher Wahrscheinlichkeit trägt die mit Schadstoffen angereicherte Luft hier zu einer Schädigung der Waldvegetation bei.

Im östlichen Abschnitt der Autobahn schließt sich nach Süden ein ca. 8 m hoher Lärmschutzwall an die Fahrbahn an, der hier eine stauende Wirkung auf hangabwärts fließende Luftmassen ausübt. Ebenso ist im Bereich der B 80, bedingt durch die Einschnittslage der Bundesstraße, mit der Ansammlung kalter Luftmassen zu rechnen.

Im Untersuchungsgebiet „Oberode“ wird der Kaltluftabfluß im Bereich der Rinnenlagen durch die Bebauung zwischen Oberer und Unterer Dorfstraße stark beeinträchtigt. Die Luft staut sich vor der Häuserzeile und fließt durch diese abgelenkt - im Bereich der Straßengabelung in die Werraau. Barrierewirkungen gehen außerdem von den Gehölzreihen oberhalb des Entenloches sowie von dem Pappelwäldchen im Entenloch aus. Auch hier kommt es zur Bildung kleiner Kaltluftseen, die auf den landwirtschaftlichen Flächen zu einer erhöhten Frostgefahr führen. Im Oberlauf des Ruschenbaches wird der Kaltluftabfluß durch ein kleines Wäldchen beeinträchtigt, was jedoch wegen der geringen Leistungsfähigkeit dieser Kaltluftleitbahn nicht als gravierend einzustufen ist.

Die Siedlungsbereiche Oberodes (Klimatope 2 und 3) sind von der allgemeinen Grundbelastung, deren Ursachen Verkehr und Hausbrand darstellen, betroffen. Dabei ist der Ortskern wegen seiner dichteren Bauweise, des geringeren Grünflächenanteils und der tieferen Lage stärker berührt als die sich südlich erstreckende, höher gelegene Einzelhausbebauung.

### 9.3 Leitbild und Entwicklungsziele

Gemäß § 1 BauGB sind in der Bauleitplanung die Belange des Umweltschutzes sowie des Naturschutzes und der Landschaftspflege, einschließlich des Klimas, zu berücksichtigen (BauGB § 1 Abs. 5 Nr. 7). Entsprechend heißt es im NNatG, daß zur Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege u.a. Beeinträchtigungen des Klimas, insbesondere des örtlichen Klimas zu vermeiden sind (NNatG § 2 Nr. 8).

Der Erhalt der Leistungsfähigkeit der klimaökologischen Funktionseinheiten, insbesondere solcher mit ausgleichender Wirkung auf das belastete Klima der Siedlungsbereiche, stellt somit das übergreifende Ziel für den Planungsraum dar. Hierbei sind im Einzelfall die Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenwelt sowie Landschaftsbild zu berücksichtigen.

Aus der Bewertung der Leistungsfähigkeit der Klimatope im Untersuchungsraum (Kap. 9.1) können im einzelnen folgende Entwicklungsziele abgeleitet werden:

- Freihaltung von Talräumen wegen ihrer Funktion als Kaltluftleitbahn (Mannstal, Tallage „Entenloch“, Ober- und Unterlauf des Ruschenbaches, Werraue).
- Freihaltung offener Landschaftsbereiche wegen ihrer Funktion als Kaltluftentstehungsgebiete und zum Erhalt eines schutzwürdigen Landschaftsbildes (Offene Bereiche „Weinberg“, Bereiche östlich und südwestlich der Tallage „Entenloch“, Bereich östlich des Ruschenbaches).
- Verzicht auf zusätzliche Behinderungen des Kaltluftabflusses in bereits verengten und somit besonders gefährdeten Bereichen (Flächen südlich der Oberen Dorfstraße).
- Erhalt klimawirksamer Waldbereiche (Waldbereiche im Mannstal und am Ruschenbach, außerhalb des Untersuchungsgebiet liegende Waldbereiche am Asberg).
- Erhalt des historischen Ortskerns mit Freiflächen und Gärten; Verzicht auf eine Verdichtung der Bebauung und damit einhergehende weitere Versiegelung (Ortskern Oberode).
- Erhalt des dörflichen Siedlungscharakters in den Einzelhausgebieten; Erhalt der lockeren Bauweise, um der Entstehung von Wärmeinseln und schlecht durchlüfteten Bereichen entgegen zu wirken (Einzelhausgebiete südlich des Ortskerns von Oberode).
- Bei Realisierung von Bauvorhaben: optimale Anpassung der Höhe, Ausrichtung, Grundflächenzahl, des Abstandes von Gebäuden zur Vermeidung von Windverwirbelungen und Kaltluftstau; Freihaltung von Durchlüftungsschneisen sowie gezielte Freiflächengestaltung.
- Freihaltung von Durchlüftungsbahnen entlang der Autobahn.

## 10 Planungsempfehlungen

Nachfolgend werden für die beiden Untersuchungsgebiete, deren klimatische Funktionen in Kap. 8 und 9 beschrieben und bewertet wurden, Planungsempfehlungen herausgearbeitet. Grundlage bilden die Planungsvorstellungen der Stadt Hann. Münden für diese Bereiche. Dabei soll beurteilt werden, ob die vorgeschlagenen Planungen aus klimatischer Sicht realisiert werden sollten bzw. inwieweit die existierenden Planungsvarianten unter klimatischen Aspekten zu modifizieren sind.

### 10.1 Gewerbeansiedlung nördlich von Hedemünden

Nordwestlich von Hedemünden, zwischen der A 7 im Norden und der neuen B 80 im Süden plant die Stadt Hann. Münden ein ca. 35 ha großes Gewerbegebiet. Das Gebiet ist im Vorentwurf des Flächennutzungsplanes als Gewerbegebiet ausgewiesen, ohne daß konkrete Planungshinweise gegeben werden.

Durch den Autobahnanschluß Hedemünden in unmittelbarer Nähe, die neue B 80 im Süden und das daran angrenzende Gewerbegebiet im Süden scheint das Gebiet für eine Gewerbeansiedlung prädestiniert zu sein.

Im folgenden soll die Planung aus klimatischer Sicht bewertet und Hinweise für eine klimaökologisch optimierte Planung aufgezeigt werden.

#### 10.1.1 Luftaustausch

Das geplante Gewerbegebiet liegt zum großen Flächenanteil im Kaltluftentstehungsgebiet eines schwach südexponierten Hanges. Nur zwei kleine Wärmeinseln, eine Lagerfläche und ein Ausiedlerhof, modifizieren das Mesoklima kleinräumig in Richtung eines Klimas der Einzelhausbauungen und Vorstädte. Diese Flächen mindern die Bedeutung des Gebietes als Kaltluftentstehungsgebiet jedoch nur unerheblich. Durch die schwache Neigung wird die in Ausstrahlungsnächten gebildete Kaltluft in das im Süden angrenzende Gewerbegebiet geleitet. Diese Funktion wird durch die im Einschnitt liegende neue B 80 wegen ihrer Barrierewirkung gemindert. Bei Strahlungswetterlagen tritt der gegenteilige Effekt auf: Erhitzte Luft wird über die Autobahn hinweg hangaufwärts in das Mannstal geführt. Sie zieht mit Aerosolen belastete und erwärmte Stadtluft nach. Damit wird die belastete Luft des Autobahnkorridors aus dem Talraum geleitet. Der Ostteil des geplanten Gebietes dient als Kaltluftleitbahn. Er bildet den Talausgang des Mannstales und führt die im Mannstal bei Ausstrahlungswetterlagen gebildete Kaltluft über den Lärmschutzwall und durch die Unterführung der A 7 in den nordwestlichen Stadtteil Hedemündens. Diese Luft ist zwar durch Immissionen der Autobahn belastet, die Immissionen werden aber durch den stetigen Zustrom von frischer Kaltluft verdünnt. Diese klimatischen Funktionen sind in den Planungsempfehlungen zu berücksichtigen. Bei sommerlichen Strahlungswetterlagen findet eine umgekehrt-gerichtete Luftströmung statt: Erwärmte, mit Schadstoffen belastete Luft aus dem Stadtgebiet Hedemündens wird über die Autobahn nach Norden in den Stadtforst abgeführt.

Eine weitere sehr wesentliche klimaökologische Funktion des Gebietes besteht in der Entlüftungsfunktion bei windstarken West- und Ostwetterlagen, die am häufigsten im Gebiet auftreten. Die stark mit Immissionen belastete Luft im Bereich des Autobahnkorridors wird durch die exponierte Lage des geplanten Gewerbegebietes - bei Westwinden nach Osten am Nordrand von Hedemünden vorbei - und bei Ostwind am Nordwestrand von Hedemünden - entlüftet. Wesent-

lich für diese klimaökologische Leistungsfähigkeit ist die offene und zudem exponierte Lage des Gebietes. Bei der Planung gilt es diese für die lufthygienische Situation Hedemündens bedeutenden Funktionen unbedingt zu erhalten.

Die zuerst genannten **klimaökologischen Funktionen der Kaltluftentstehung und der Warmluftabfuhr** sollten durch folgende städteplanerische Maßnahmen erhalten bleiben:

Zum Erhalt der im Kaltluftentstehungsgebiet (4 a) gebildeten **Kaltluft** und deren Herabsinken in das Werratal sowie der zum Hang hin aufsteigenden Warmluft, ist eine Bebauung im Schachbrettmuster mit Nord-Süd-ausgerichteten Durchlüftungsschneisen zu wählen. Die Schneisen sollten eine lichte Weite von mind. 50 m aufweisen. Die max. Gebäudehöhe sollte 10 m nicht überschreiten. Dabei sollten die Gebäude möglichst gleich hoch sein, um unerwünschte Verwirbelungseffekte zu minimieren. Die Baukörper im östlich dargestellten Baufenster (Maßnahmen-Nr. 4) sollten wegen der besonderen Empfindlichkeit gegenüber klimawirksamen Barrieren eine Gebäudehöhe von max. 5 m aufweisen und ebenfalls in ihren Gebäudeachsen Nord-Süd-ausgerichtet sein. Parkplätze sind nur in wassergebundener Deckenbauweise auszuführen und so nah wie möglich an die Baukörper anzugliedern.

Zur Gewährleistung der **Be- und Entlüftungsfunktionen** des Gebietes sind die in Karte 2 dargestellten West-Ost-ausgerichteten Gebäudeachsen und Durchlüftungsschneisen von mind. 50 m Breite zu berücksichtigen. Empfohlen wird die dargestellte Lage der Baufenster.

Zur Minimierung des **Wärmeineffektes** ist die GRZ auf max. 0,3 zu beschränken (bezogen auf die Gebäude). Beim Straßen- und Wegebau sind Teilversiegelungen (Rasenfugenpflaster, Pflaster, wassergebundene Decken, helle Materialien) Vollversiegelungen vorzuziehen

Die **Begrünung** des Gebietes sollte sich zur Minimierung des Strömungswiderstandes auf die Anpflanzung lockerer Strauchgruppen beschränken. Nur im Ansichtsbereich des Gewerbegebietes - im Westen, Norden und Osten - sind in der Flucht der Baukörper gestufte Hecken-Baumreihen-Pflanzungen anzulegen. Diese sollen jedoch die Durchlüftungsachsen nach Außen hin durchgängig lassen. Zur raschen Eingrünung der Ansichten werden schnellwüchsige Baumarten 1. Ordnung wie z.B. Berg-Ahorn oder Esche vorgeschlagen. Die Baukörper des geplanten Autohofes sind in ähnlicher Weise wie die West- und Nordansicht zu begrünen. Statt der Bäume 1. Ordnung sollten hier nur Bäume 2. Ordnung gewählt werden um die Barrierewirkung zu minimieren und die Baumhöhen an die hier geringeren Gebäudehöhen anzupassen. Die Fassaden und Dächer der Gebäude sind aus klimatischen und grünordnerischen Gründen nach Möglichkeit zu begrünen. Im Bereich des Autobahnkorridores kann eine landwirtschaftliche Nutzung beibehalten werden.

### 10.1.2 Lufthygiene

Wegen der Lage des geplanten Gewerbegebietes im Nordwesten zu Wohngebieten Hedemündens, in Verbindung mit der beschriebenen Funktion des Gebietes als Kaltluftentstehungsgebiet sowie der Be- und Entlüftungsfunktionen, sind nach Möglichkeit schadstoffemittierende Gewerbebetriebe nicht zuzulassen. Sie würden eine neben der bereits bestehenden Belastung durch die Autobahn zusätzliche lufthygienische Belastung bei West- und Ostwetterlagen und bei ausgeprägten Kaltluftwinden für Hedemünden und im weiteren für das Werratal bewirken. Dieser Forderung ist grundsätzlich mit der geplanten Ausweisung als Gewerbegebiet - im Gegensatz zum Industriegebiet - schon nachgekommen worden. Es sind im Detail noch Festsetzungen zur Art der Gewerbebetriebe empfehlenswert, um das Maß der zusätzlichen Emissionen (auch der thermischen Belastung durch Prozeßwärme) so gering wie möglich zu halten. Zu empfehlen ist eine

energiesparende Bauweise, der Einsatz von erneuerbaren Energiequellen (z. B. Sonnenkollektoren) bzw. die Verwendung sparsamer und emissionsarmer Heiztechnik.

Werden die genannten Empfehlungen in dem zu entwickelnden Bebauungsplan integriert, dann ist für die lufthygienische Situation Hedemündens nicht mit einer erheblichen zusätzlichen Belastung zu rechnen.

### 10.1.3 Zusammenfassung der Planungsempfehlungen

- Freihaltung von Kaltluftleitbahnen in der Tallage des Mannstales sowie der Kaltluftentstehungsgebiete im Mannstal
- Freihaltung eines jeweils 100 m breiten Korridores zur Be- und Entlüftung parallel zur Autobahn
- Bebauung des Gewerbegebietes im Schachbrettmuster mit Gebäudehöhen von max. 10 m und einer max. GRZ (Gebäude) von 0,3 - im Bereich des geplanten Autohofes Gebäudehöhe von max. 5 m
- Ausrichtung der Gebäudeachsen entsprechend der Durchlüftungsschneisen
- Einhaltung von mind. 50 m breiten Durchlüftungsschneisen zwischen den Baukörpern; zulässig sollen Fahrbahnen, Parkplätze und Rasenflächen mit lockerer Bepflanzung aus Sträuchern und Kleinbäumen sein
- Verzicht auf Vollversiegelung im Wege- und Straßenbau
- Gestaltung der Grünflächen in Anpassung an gute Durchlüftungsverhältnisse
- Fassaden- und Dachbegrünung
- Realisierung schadstoff- und abwärmearmer Heizsysteme

## 10.2 Geplante Wohnbebauung südöstlich von Oberode

In Oberode ist der Bau vier weiterer Wohngebiete geplant. Das erste Gebiet schließt östlich an die vorhandene Einzelhausbebauung an. Für dieses Gebiet im sogenannten „Entenloch“ existiert der Vorentwurf eines Bebauungsplans. Zwei weitere Gebiete (die „Wielandswiesen“ zwischen Meinte, Entenloch und Oberer Dorfstraße) sowie das vierte Gebiet nördlich der Unteren Dorfstraße sollen die Lücke zwischen dem alten Ortskern und dem weiter östlich liegenden neueren Teil Oberodes schließen. Für sie liegt bisher noch kein Bebauungsplan vor.

Der B-Plan Nr. 041/„Entenloch“ sieht ein ca. 1,5 ha großes Wohngebiet vor, daß ca. 14 Einfamilienhäuser mit dahinter liegenden Gärten aufnehmen soll. Das Gebiet soll durch eine Straße erschlossen werden, einzelne Häuser sollen von der vorhandenen Straße „Entenloch“ erreichbar sein. Als östliche Begrenzung ist eine Grünfläche geplant, im Westen ist die Anlage einer weiteren Grünfläche vorgesehen. Hinsichtlich der Höhenentwicklung ist eine maximale Bauhöhe von 10,5 m, bei eingeschossiger Bauweise, vorgesehen. Als Grundflächenzahl wird 0,3 angegeben, d.h. es werden maximal 30 % der Grundfläche überbaut.

Für die anderen drei Gebiete, die Größen von ca. 1,5 bis 0,5 ha aufweisen, liegt noch keine detaillierte Planung vor. Jedoch ist auch hier eine lockere Bebauung mit Einfamilienhäusern geplant.

### 10.2.1 Luftaustausch

Alle drei Gebiete liegen in der Tallage „Entenloch“, der im Raum Hedemünden eine wichtige Funktion als Kaltluftleitbahn zukommt. Dem inversionsgefährdeten Talraum der Werra wird über diese Leitbahn kühle, unbelastete Luft zugeführt. Gemäß den in Kap. 9.3 dargestellten Entwicklungszielen ist die Tallage offenzuhalten, um den Kalt- und Frischluftabfluß nicht zu behindern. Die unbebauten Talflanken, als Kaltluftstehungsgebiete, sind ebenfalls von Bebauung freizuhalten. Von einer Errichtung zusätzlicher Barrieren, in Form von Bebauung oder Gehölzriegeln, ist abzusehen, insbesondere im Bereich des Talausgangs, wo vorhandene Gebäude bereits eine Barrierewirkung ausüben und den Kaltluftabfluß stark einengen. Vor diesem Hintergrund sind die geplanten Bauvorhaben folgendermaßen zu bewerten:

#### Geplantes Wohngebiet „Entenloch“

Das Gebiet liegt am Rande der Tallage. Die untere Häuserzeile befindet sich im Unter- bis Mittelhangbereich und die obere Häuserzeile im Oberhangbereich und auf dem Riedel (= Höhenrücken). Die zu bebauenden Flächen ragen teilweise in den Talraum hinein, so daß die Tiefenlinie von Bebauung frei bleibt. Aus klimaökologischer Sicht wäre eine Beschränkung der Bebauung auf den oberen Teil des Hanges - so weit wie die vorhandene Bebauung reicht - optimal, da der Kaltluftstrom in diesem Fall unbeeinträchtigt bliebe. Wird das Bauvorhaben so realisiert, wie der Entwurf des B-Plans es vorsieht, wird der Talquerschnitt in Höhe des Baugebiets eingengt und der **Kaltluftabfluß** behindert, so daß diese Variante als suboptimal anzusehen ist. In diesem Fall sollte die in Karte 2 dargestellte Baubegrenzungslinie berücksichtigt werden, mit der die Empfehlung gegeben wird, östlich dieser Linie ausschließlic Gärten und Grünflächen anzulegen.

Um eine ausreichende **Durchlüftung des Gebiets** zu gewährleisten, sollten die Gebäudeachsen, entgegen der Aussage des B-Plans, parallel zur Tiefenlinie des Tals, d.h. von Südsüdwest nach Nordnordost ausgerichtet sein. Am Oberhang, wo die durchgeführten Klimamessungen (vgl. Kap. 7.1) einen von Südwest nach Nordost gerichteten Kaltluftabfluß belegen, ist die Ausrichtung der Hauptachsen entsprechend anzupassen (vgl. Karte 2). Eine Abweichung von diesen Empfehlungen sollte nicht mehr als 15 ° betragen.

Des weiteren ist die Gebäudehöhe - wie bereits im B-Plan vorgesehen - auf eine Höhe von max. 10,5 m zu beschränken, was einer eingeschossigen Bauweise entspricht. Zur Talsohle hin ist eine noch geringere (9,0 m) Bauhöhe zu empfehlen, um dem Kaltluftstrom möglichst wenig Widerstand entgegen zu setzen. Die Abstände zwischen den Häusern sollten möglichst groß sein.

Auch die Gestaltung der Gärten und sonstigen Grünflächen hat Einfluß auf den Luftaustausch. Um diesen möglichst wenig zu behindern, ist bei der Anlage von Einfriedigungen auf die Errichtung von Mauern und dichten Hecken zu verzichten. Hinsichtlich der Bepflanzung ist ein lockerer Gehölzbestand anzustreben (Kronenschluß max. 20 %), wobei auf Koniferen wegen ihrer geringeren Durchlässigkeit gegenüber Laubgehölzen, verzichtet werden sollte. Der das Wohngebiet im Osten begrenzende Grünzug (Fläche zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft) sollte weitgehend offen bleiben (Grünlandnutzung). Eine Anpflanzung von großkronigen Einzelbäumen wird lediglich entlang der Straße vorgeschlagen, um die Talaaue sichtbar vom Oberhang abzugrenzen. Des weiteren wird ein langfristig vorzunehmender Ersatz des Pappelbestandes durch einen grabenbegleitenden Saum aus Schwarz-Erlen empfohlen. Diese Maßnahme dient neben klimaökologischen Zielsetzungen auch dem Arten- und Biotopschutz (vgl. Kap. 11).

Weitere zu empfehlende Maßnahmen zielen darauf ab, den **Wärmeineleffekt**, der in Siedlungsbereichen aufgrund des hohen Anteils versiegelter Flächen auftritt, möglichst gering zu halten.

Hierdurch wird zum einen verhindert, daß das Gebiet, welches momentan noch als Kaltluftentstehungsgebiet dient, nach Fertigstellung des Bauvorhabens zur Erwärmung des Kaltluftstroms im „Entenloch“ beiträgt. Zum anderen ist eine Minderung des Wärmeinseleffektes auch aus bioklimatischer Sicht anzustreben, da ansonsten für den Menschen unangenehme Wärmebelastungen häufiger auftreten können.

Nach Angaben von BECKRÖGE (1987) sind ab einem Versiegelungsgrad von 20 % deutlich erhöhte Temperaturwerte festzustellen (siehe Abb. 13). Für das Wohngebiet „Entenloch“ wird daher am Unterhang eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,2 und am Oberhang eine GRZ von 0,3 vorgeschlagen.

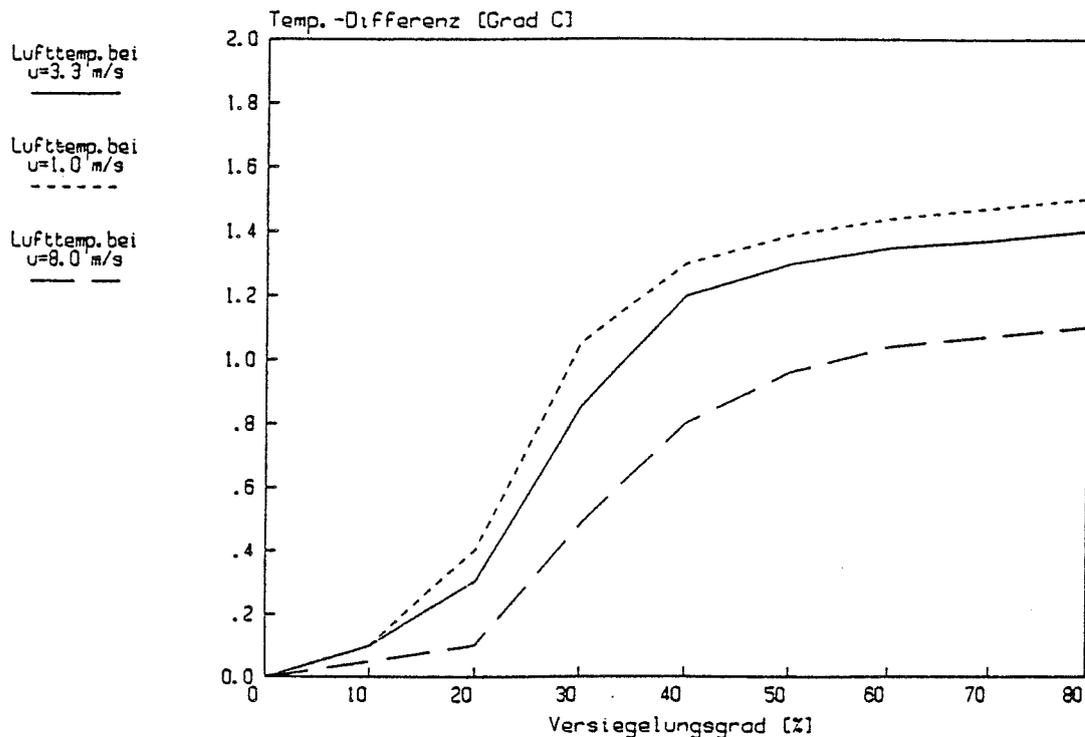


Abb. 13: Lufttemperaturdifferenz bei verschiedenen Versiegelungsgraden  
(aus: BECKRÖGE, 1987)

Aus dem gleichen Grund sollten die Häuser helle, möglichst weiße Fassaden und keine schwarzen Dachziegel bekommen (regionaltypisch: rot). Auch Fassadenbegrünungen wirken sich positiv aus, da Vegetation grundsätzlich eine ausgleichende Wirkung auf die Umgebungstemperatur und die Luftfeuchtigkeit hat. Bei Flachdächern, beispielsweise von Garagen, ist außerdem eine Dachbegrünung empfehlenswert.

Weitere Möglichkeiten, die Auswirkungen der Versiegelung zu vermindern gibt es bei der Gestaltung der Verkehrsflächen. So ist die Anlage der Erschließungsstraße in Pflasterbauweise, unter Verwendung von hellem Pflaster, zu empfehlen. Der Querschnitt sollte so gering wie möglich sein.

### Geplante Wohngebiete östlich des Ortskerns

Bei den Standorten der drei anderen geplanten Wohngebiete handelt es sich aus klimatischer Sicht um äußerst sensible Bereiche, da sie in der Tiefenlinie des Tales, im Bereich des Talausgangs liegen. Durch die vorhandene einzeilige Bebauung ist der **Abfluß der Kaltluft** bereits beeinträchtigt, so daß von der Errichtung weiterer Gebäude in diesem Bereich abzusehen ist. Andernfalls ist oberhalb der geplanten Bebauung eine verstärkte Ansammlung von Kaltluft und verringerte Belüftung des Werratsals wahrscheinlich, wodurch die Wohnqualität deutlich gemindert würde. Zudem bliebe die positive Wirkung des Kaltluftstromes auf die Lufthygiene des gesamten Talbereich Hedemündens aus. Für das geplante Wohngebiet nördlich der Unteren Dorfstraße ist eine Zeilenbebauung weniger bedenklich als für die beiden geplanten Gebiete der „Wielandswiesen“, da die vorgelagerte, bestehende Häuserzeile bereits eine Vorbelastung darstellt.

Sollte die Verwirklichung der geplanten Wohngebiete unabdingbar sein, ist in jedem Fall der in Karte 2 dargestellte Taburaum von der Bebauung auszuschließen. Dieser umfaßt die Tiefenlinie (Aue) des Talraumes in einer Breite von mind. 50 m sowie den Talausgang auf der gesamten Breite des Tales. In den Bereichen, die dann noch für eine Bebauung in Frage kämen, ist auf eine mehrgeschossige Bauweise zu verzichten. Außerdem sind die Gebäudeachsen strikt an der Richtung des Kaltluftstromes auszurichten. In dem nördlichen der drei geplanten Wohngebiete kommt auch eine zweigeschossige Bauweise in Betracht, da der Standort im Windschatten (Lee) der bereits vorhandenen Bebauung liegt. Die Kaltluft wird daher zum größten Teil östlich an der Bebauung vorbei geleitet und nur in geringem Umfang zwischen den Gebäuden hindurch. Bezüglich der Gestaltung der Gärten, Fassaden und Wege gelten die für das Wohngebiet „Entenloch“ gegebenen Empfehlungen.

### Flächen außerhalb der geplanten Wohngebiete

Von einer über die geplanten Vorhaben hinaus gehenden Erschließung von Flächen innerhalb von Kaltluftleitbahnen, ist in jedem Fall abzuraten. Hierzu zählen im Abschnitt des unteren Werratsals u. a. folgende Täler: Laubachtal, Bachtäler westlich und östlich von Oberode, Täler westlich des Tremberges, Mannstalgrund, Schäfertal (vgl. Karte 2). Stattdessen sind weitere Baugebiete in Bereichen mit geringer Bedeutung für das Klima anzusiedeln. Alternativ ist eine Verdichtung der vorhandenen Bebauung denkbar, wenn hierdurch nicht die Durchlüftung des entsprechenden Siedlungsbereiches wesentlich beeinträchtigt wird. Aus klimatischer Sicht ebenfalls für die Bebauung vorzuziehen sind die Rücken und Riedellagen, wie z. B. südwestlich des Friedhofes Oberode.

Die übrigen Klimatope im Untersuchungsgebiet sind entsprechend der in Kap. 9.3 genannten Entwicklungsziele zu behandeln. Im Vordergrund steht hierbei ein Freihalten der Kaltluftentstehungsgebiete sowie ein Erhalt der klimawirksamen Waldbereiche.

## 10.2.2 Lufthygiene

Da die geplanten Baugebiete in Oberode ausschließlich Wohnfunktionen übernehmen sollen, ist in diesen Bereichen im wesentlichen mit Emissionen durch **Hausbrand** und **Verkehr** zu rechnen. Die zusätzlichen Emissionen wirken sich zum einen auf die Wohnqualität am Standort selbst, zum anderen aber auch auf den im Tal gelegenen Siedlungsbereich Hedemündens aus, da die Emissionen mit dem Kaltluftstrom bzw. mit den aus südwestlicher Richtung vorherrschenden Winden dorthin verfrachtet werden. Insbesondere bei den am Talausgang geplanten Wohngebiete-

ten ist wegen der inversionsgefährdeten Lage mit erhöhten Schadstoffkonzentrationen zu rechnen.

Es ist daher darauf hinzuwirken, daß innerhalb der geplanten Wohngebiete möglichst wenig Emissionen entstehen. Dieses kann über geeignete Energieversorgungssysteme auf der Basis von Fernwärme oder Gas geschehen. Denkbar ist auch der Einsatz von Solarenergie. Daneben ist selbstverständlich auch die Anwendung energiesparender Bauweisen zu empfehlen (Niedrigenergiehäuser).

Wird den Empfehlungen entsprochen, ist für die lufthygienische Belastungssituation Hedemündens und des Hedemündener Beckens nicht mit einer wesentlichen Verschlechterung zu rechnen.

### 10.2.3 Zusammenfassung der Planungsempfehlungen

- Verzicht auf Bauvorhaben am Ausgang der Tallage „Entenloch“ (optimal) bzw. Verzicht auf Bebauung der Talsohle (suboptimal)
- Beschränkung der Bebauung im Wohngebiet „Entenloch“ auf den oberen Hangbereich
- Beschränkung auf eingeschossige Bauweisen mit Maximalhöhen von 10,5 m und von 9 m in Bereichen der Kaltluftleitbahn
- Ausrichtung der Gebäudeachsen entsprechend der jeweiligen lokalen Hangwindssysteme
- Grünflächen und Gärten sind so zu gestalten, daß gute Durchlüftung gegeben ist (Wechsel von offenen Flächen und lockeren Gehölzbeständen, Bevorzugung von Laubgehölzen, Verzicht auf Mauern und dichte Hecken)
- Einhaltung möglichst großer Abstände zwischen den Häusern
- Versiegelung möglichst gering halten, Versiegelungsgrad von 30 % (Gebäudegrundfläche) nicht überschreiten
- Fassaden- und Dachbegrünung
- Verzicht auf Vollversiegelung beim Wegebau (Pflasterbauweise)
- Gestaltung von Fassaden und Dächern in hellen Farbtönen
- Sukzessive Umwandlung eines Pappelbestandes in bachbegleitende Erlensäume
- Freihaltung der umliegenden Kaltluftentstehungsgebiete
- Erhalt klimawirksamer Waldbereiche (Frischluffproduktion und Filterfunktion)
- Energiesparendes Bauen
- Realisierung schadstoffarmer Energieversorgungssysteme

## 11 Sonstige Vorhabenwirkungen

### 11.1 Arten- und Biotopschutz

#### Untersuchungsgebiet „Weinberg“

Die Flächen, auf denen Gewerbebauten entstehen sollen, werden ausschließlich ackerbaulich genutzt. Gliedernde, naturnahe Elemente, wie Gehölzstrukturen und Felldraine sind nur in geringem Umfang vorhanden. Aufgrund der hohen Nutzungsintensität und der vorherrschenden nährstoffreichen Lehmböden ist die Bedeutung dieser Flächen für den Arten- und Biotopschutz als gering einzuschätzen. Allerdings spielt das Gebiet als Nahrungshabitat für Greifvögel und andere Vogelarten, die in den eingestreuten Gehölzen und Siedlungen brüten, eine Rolle.

Die Autobahn im Norden und das bestehende Gewerbegebiet im Süden üben eine Barrierewirkung aus, so daß sich Wanderungsbewegungen von Organismen weitgehend auf den noch offenen Westteil des Gebiets beschränken.

Als Folgen der Erweiterung des bestehenden Gewerbegebietes sind der Verlust von Ackerbiotopen als Lebensräume ubiquitärer Arten, der Verlust von Nahrungshabitaten für die Vogelwelt sowie die Verstärkung des Isolationseffektes für ein nördlich der Streusiedlung liegenden Grünlandfläche anzusehen.

#### Untersuchungsgebiet „Oberode“

Von den drei geplanten Bauvorhaben im Südosten Oberodes sind sowohl Grünland- als auch Ackerflächen betroffen. Während die Bedeutung des Biotoptyps „Acker“ bei hoher Nutzungsintensität und dem Fehlen extremer Standortverhältnisse eher gering ist (s.o), weisen die betrachteten Grünlandflächen eine mittlere Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz auf. Im vorliegenden Fall handelt es sich um mesophiles Grünland, d.h. Wiesen und Weiden auf mittleren Standorten, die nur mäßig intensiv genutzt werden und somit eine relativ hohe Artenvielfalt aufweisen. Zudem handelt es sich bei den Grünlandflächen nördlich der Dorfstraße um Flächen mit hohem Artenpotential, bedingt durch den hohen Grundwasserstand in der Aue. Das gesamte Untersuchungsgebiet weist eine deutlich höhere Biotopdiversität auf als das Untersuchungsgebiet „Weinberg“, so daß auch der Wert der einzelnen Flächen höher einzuschätzen ist.

Die Realisierung der Bauvorhaben wäre demnach mit dem Verlust bedeutsamer Offenlandbiotope verbunden.

Bei dem Pappelwäldchen im Entenloch handelt es sich um nicht standortgerechte Vegetation. Im Zuge der Realisierung des Bebauungsplans „Entenloch“ wird daher eine Umwandlung des Bestandes in standortgerechte Vegetation mit Schwarz-Erlen empfohlen (vgl. Kap. 10.2.1).

### 11.2 Erholungsnutzung

#### Untersuchungsgebiet „Weinberg“

Die Errichtung von weiteren Gewerbebauten im Nordwesten Hedemündens wird gravierende Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes nach sich ziehen. Der Blick auf Hedemünden, das bereits jetzt durch einen hohen Anteil an Gewerbebetrieben und die Lage an der Autobahn charakterisiert ist, wird durch die Erweiterung des Gewerbegebietes zunehmend von technisch-artifiziellen Bauwerken bestimmt. Dies wirkt sich insbesondere auf die Erholungsqualität im

Randbereich des Mündener Stadtförstes negativ aus, von wo man den gesamten Talraum, einschließlich der Ortslage Hedemünden, überblicken kann.

Für die Bewohner von Hedemünden wirkt sich das Vorhaben auch insofern negativ aus, als sich der nordwestliche Siedlungsrand weiter nach außen verschiebt, so daß die Entfernung vom Ortskern bis zur freien Landschaft in diesem Bereich vergrößert und die Wege für die Naherholung somit länger werden. Der unmittelbar für das Bauvorhaben vorgesehene Raum verliert seine Funktion für die Naherholung voraussichtlich vollständig.

Auch die in Kap. 10.1 dargestellten negativen Wirkungen des Bauvorhabens auf den Luftaustausch und die Lufthygiene führen zu einer Beeinträchtigung der Erholungsqualität. Die Folgen des Vorhabens sind daher durch Realisierung der in Kap. 10.1 gegebenen Planungshinweise so weit wie möglich zu minimieren.

### **Untersuchungsgebiet „Oberode“**

Auch die geplante Wohnbebauung im Südosten Oberodes führt zu Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes, das wegen des hohen Strukturreichtums und des Wechsels von Offenland und Wald eine hohe Erlebnisqualität aufweist.

Der Talraum im Bereich des „Entenloches“ stellt im jetzigen Zustand eine intakte, naturbetonte Landschaftsbildeinheit dar und bildet auch in ökologischer Sicht eine Einheit. Die geplante Bebauung würde zu einer Überformung (Urbanisierung kulturhistorischer Landschaftsteile) des naturnahen Charakters und zu einer Einschränkung der Erlebbarkeit des Ökosystems Talraum führen. Diese Aussagen betreffen sowohl das Bauvorhaben „Entenloch“ als auch das weiter nördlich angesiedelte Bauvorhaben zwischen den beiden Orsteilen Oberodes.

Eine weitere Bebauung des Talausgangs würde zudem die Blickbeziehungen von den Rändern des Kaufunger Waldes auf die Werra stören. Sollte eine Bebauung in diesem Bereich realisiert werden, ist daher eine möglichst niedrige Bauweise zu empfehlen (vgl. Kap. 10.1).

## 12 Quellenverzeichnis

- ALAND & PLANDUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT (1998): Landschaftsrahmenplan Göttingen, Vorentwurf.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (1997): Landschaftsentwicklungskonzept Region Ingolstadt, Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Heft 140.
- BECKRÖGE, W. (1987): Einsatz eines urbanen Mikroklimamodells in der Humanbiometeorologie und praktische Anwendung in der Planung. In: HÖPPE, P. (1987): 2. Treffen Arbeitskreis Humanbiometeorologie. Münchener Universitäts-Schriften, München.
- BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Kilda-Verlag. 4. Auflage.
- BLÜTHGEN, J. & W. WEISCHET (1990): Allgemeine Klimageographie. Berlin, New York. 3., neu bearb. Aufl., Verlag de Gruyter
- KATZSCHNER, L. (1988): Klima und Planung. Gesamthochschule Kassel GhK. Arbeitsberichte des Fachbereichs Stadtplanung und Landschaftsplanung. Heft 75.
- KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (1988): Klimaanalyse der Stadt Mülheim an der Ruhr, Teilraum Saarn. Mülheim a.d.R.
- LANDKREIS GÖTTINGEN (1974): Landschaftsrahmenplan Naturpark Münden.
- PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE UND UMWELT (1989): Umweltverträglichkeitsstudie zu Projektvarianten der B 31n Überlingen - Östl. Eriskirchen. Gutachten i.A. des RP Tübingen.
- REUTER, U., BAUMÜLLER, J. & U. HOFFMANN (1991): Luft und Klima als Planungsfaktor im Umweltschutz - Grundlagen für die kommunale Planungs- und Entscheidungspraxis. Stuttgart.
- SCHERHAG et al. (1977): Klimatologie, Braunschweig.
- TÜV HANNOVER (1986): Emissionskataster Hannoversch-Münden.
- UMWELTBUNDESAMT (1988): Ermittlung des Abgas-Emissionsverhaltens von Pkw in der Bundesrepublik Deutschland im Bezugsjahr 1988. Texte 21/91, Berlin.

Aufgestellt:

*döpel Landschaftsplanung*

Göttingen, am 23.10.1998



Uwe Döpel  
Landschaftsplaner  
(Diplom-Geograph)



<b>„Weinberg“ 21.09.1998 (morgens)</b>								<b>Blatt: 3</b>
SO	Temperatur °C		rel. Luftf. [%] 200 cm	Windgeschwind. [m/s] 250 cm	Windrichtung 250 cm [°]	Zeit	Datum	Meßgang
	10 cm	200 cm						
1	7,6	7,6	98,9	0,3	30	06.30	21.09.98	1
2	7,6	7,6	89,3	0,1	30	06.48	„	
3	7,3	7,3	92,7	0,3	30	06.52	„	
4	7,2	7,2	94,6	0,3	30	06.56	„	
5	7,9	7,9	96,3	-	-	07.04	„	
6	8,4	8,1	96,3	-	-	07.14	„	
7	7,7	7,7	97,2	0,1	220	07.22	„	
8	7,7	7,7	98,0	0,1	240	07.30	„	
9	7,7	7,7	97,8	0,2	360	07.35	„	
10	7,5	7,5	98,1	0,1	350	07.40	„	
1`	7,5	7,5	98,9	0,1	120	07.45	„	

<b>„Oberode“ 21.09.1998 (morgens)</b>								<b>Blatt: 4</b>
SO	Temperatur °C		rel. Luftf. [%] 200 cm	Windgeschwind. [m/s] 250 cm	Windrichtung 250 cm [°]	Zeit	Datum	Meßgang
	10 cm	200 cm						
1	8,4	8,4	95,1	0,3	270	07.55	21.09.98	1
2	8,0	8,0	96,0	0,1	220	07.58	„	
3	8,4	8,4	95,0	0,1	220	08.04	„	
4	8,2	8,2	93,7	-	-	08.10	„	
5	8,0	8,0	95,0	0,1	180	08.14	„	
6	8,0	8,0	95,2	0,1	170	08.18	„	
7	8,0	8,0	95,6	0,1	180	08.22	„	
1`	8,0	8,4	94,9	-	-	08.28	„	

