

**Ingenieurbüro
Dr.-Ing. Achim Lohmeyer
Karlsruhe und Dresden**

Strömungsmechanik
Immissionsschutz
Windkanaluntersuchungen

An der Roßweid 3 Telefon: 0721 / 6 25 10-0
76229 Karlsruhe Telefax: 0721 / 6 25 10
30

E-mail: lohmeyer_ka@t-online.de
Ust-IdsNr DE143545044

HANDLUNGSKONZEPT KLIMA UND LUFTHYGIENE FÜR DIE STADT WUPPERTAL

Auftraggeber: Stadt Wuppertal
Ressort Umwelt, Grünflächen und Forsten

42269 Wuppertal

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin
Dr.-Ing. A. Lohmeyer

März 2000
Projekt 1372

INHALTSVERZEICHNIS

1 AUFGABENSTELLUNG.....	1
2 AUSWERTUNG DER VORLIEGENDEN DATENGRUNDLAGEN	3
2.1 Beschreibung des Klimas in Wuppertal.....	3
2.2 Beschreibung der lufthygienischen Verhältnisse in Wuppertal.....	7
2.3 Ergebnisse der Kaltluftsimulationen für Wuppertal.....	19
2.3.1 Allgemeines zur Kaltluftberechnung.....	19
2.3.2 Beschreibung der Rechengebiete.....	22
2.3.3 Diskussion der Simulationsergebnisse für das Stadtgebiet	23
3 UMWELTQUALITÄTSZIELE UND -STANDARDS	32
3.1 Definition und Funktion von Leitbildern, Leitlinien, Umweltqualitätszielen und Umweltqualitätsstandards.....	33
3.2 Leitbilder und Leitlinien.....	34
3.3 Umweltqualitätsziele.....	34
3.3.1 Luft und Globalklima.....	34
3.3.2 Luftschadstoffe im Stadtgebiet.....	35
3.3.3 Lokalklima.....	37
3.4 Umweltqualitätskriterien.....	39
3.5 Umweltqualitätsstandards	40
4 BEWERTUNG DER LUFTHYGIENISCHEN UND KLIMATISCHEN SITUATION	41
4.1 Klimaanalysekarte	41
4.1.1 Kurzbeschreibung der Klimaanalysekarte	47
4.2 Bewertung und Planungshinweise.....	51
4.2.1 Kurzbeschreibung der Planungshinweiskarte	60

5 MASSNAHMEN ZUR ERHALTUNG BZW. VERBESSERUNG DER KLIMATISCH-LUFTHYGIENISCHEN VERHÄLTNISSE	65
5.1 Maßnahmen "Klima"	65
5.2 Maßnahmen "Luftschadstoffbelastung"	68
6 UMSETZUNGSMÖGLICHKEITEN DES MASSNAHMENKONZEPTE	72
7 PROGNOSEN ZUR AUSWIRKUNG VON PLANUNGSVORHABEN	76
8 LITERATUR	110
 A N H Ä N G E	
A1 BEURTEILUNG VON SCHADSTOFFIMMISSIONEN.....	115
A2 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM (VERSION 4/1997).....	123
A3 VERGLEICH DER ERGEBNISSE DER KALTLUFTSIMULATIONEN MIT VERFÜGBAREN MESSDATEN	127
A4 EMISSIONSDATEN RAUM WUPPERTAL	134
A5 BEISPIELE VON UMWELTQUALITÄTSZIELEN	149
A6 BEISPIELHAFTE ABBILDUNGEN DER KLIMATOPE.....	152

Hinweise:

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Wuppertal hat mit der Erarbeitung eines gesamtstädtischen Handlungskonzeptes für die Bereiche Klima und Lufthygiene eine Planungs- und Arbeitsgrundlage geschaffen, die die Erstellung entsprechender Fachbeiträge für die Bauleitplanung und andere Fachplanungen wie Kompensationsplanung, Verkehrsplanung etc. erheblich erleichtert und verbessert. Die Berücksichtigung von klimatisch-lufthygienischen Gesichtspunkten im kommunalen Handeln ist von besonderer Bedeutung, da klimatische und lufthygienische Belastungen als Umweltfaktoren auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Sachgüter einwirken. Fragen des Stadtklimas und der Luftschadstoffbelastung sind in den vergangenen Jahren in der Stadtentwicklungs- und Umweltplanung verstärkt in den Vordergrund gerückt. Gesetzlich unterstützt wird die Berücksichtigung der Umweltaspekte von Klima und Lufthygiene in der kommunalen Planung durch die Neufassung des Baugesetzbuches. Ziel dieses Handlungskonzeptes ist die Bewertung der klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse und eine Ableitung von Maßnahmen zum Schutz und der Verbesserung der klimatisch-lufthygienischen Bedingungen in empfindlichen Nutzungen.

Für das Stadtgebiet Wuppertal liegen Untersuchungen zum Klima und den lufthygienischen Verhältnissen vor, die Grundlagen für die klimatisch-lufthygienische Beurteilung darstellen. Desweiteren stehen als Arbeitsgrundlagen u.a. aktuelle topographische Karten mit Höhenangaben des Geländes, digitale Geländedaten, aktuelle Luftbilder und Meßdaten zur Verfügung.

Die Gliederung des Handlungskonzeptes sieht folgende Schritte vor:

- Auswertung der vorliegenden Datengrundlagen
Als Bewertungsgrundlage ist die Einbeziehung vorliegender Informationen und ergänzende Untersuchungen mit aktuellem Datenbestand notwendig. Zu den verfügbaren Daten zählen z.B. Berichte zur Luftqualität, aktuelle lufthygienische Messungen und dabei erhobene Klimadaten, flächenbezogene strukturelle bzw. planerische Daten, aktuelle Luftbilder, die Klimaanalyse von 1986 etc. Nachdem im Stadtgebiet von Wuppertal während austauscharmer Wetterlagen lokale Windsysteme für die Belüftungsverhältnisse von Bedeutung sind, werden diese durch den Einsatz eines Kaltluftabflußmodells zusätzlich betrachtet. Damit werden qualitative und quantitative Aussagen erarbeitet.
- Definition von Funktionen und maßnahmenorientierten Umweltqualitätszielen
Basierend auf Angaben und Definitionen, die in der klimatisch-lufthygienischen Fachliteratur gegeben sind, werden für das Stadtgebiet Wuppertal Umweltqualitätsziele benannt. Darauf

aufbauend werden maßnahmenorientierte Umweltqualitätsziele für die Schutzgüter Luft und Klima für das Stadtgebiet definiert, die aus der topographischen Situation Wuppertals, den lokalen Gegebenheiten, den Wechselwirkungen zwischen Ausgleichs- und Belastungsräumen etc. resultieren. Diese Aspekte werden sowohl für den innerstädtischen Bereich als auch für den Stadtrand und die Außenbereiche des Stadtgebietes benannt.

- Bewertung der lufthygienischen und klimatischen Situation

Die erarbeiteten Datengrundlagen werden zu einer Bewertung der klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse entsprechend den Richtlinien "Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen" (VDI 3787, Blatt 1) und "Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung, Teil 1: Klima" (VDI 3787, Blatt 2) zusammengeführt. Die Darstellung erfolgt in der beiliegenden Karte "Klimaanalyse Wuppertal 1999" und auf einer CD-ROM mit interaktiven Abfragemöglichkeiten.

- Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes

Die Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur Erhaltung bzw. Verbesserung der Funktionen bedeutender Flächen für die klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse beinhaltet allgemeingültige Maßnahmen für das gesamte Stadtgebiet und auch ortsspezifische flächenbezogene Maßnahmen für besonders schützenswerte Flächen.

- Umsetzungsmöglichkeiten des Maßnahmenkonzeptes

Die Umsetzungsmöglichkeiten der Maßnahmen werden neben der allgemeinen Beschreibung auch auf Fachplanungen und verschiedene Planungsebenen übertragen, das umfaßt beispielsweise Flächennutzungsplan, Bebauungspläne, Vorhabens- und Entwicklungspläne. Gleichmaßen wird die Umsetzung der Maßnahmenvorschläge in Fachplanungen wie Verkehrs-, Landschafts-, Kompensationsplanungen usw. betrachtet.

- Prognosen zur Auswirkung von Planungsvorhaben

Neben der gesamtstädtischen Bewertung soll zusätzlich für 16 ausgewählte Flächen bzw. Bereiche, für die eine Nutzungsänderung zur Zeit diskutiert bzw. geplant wird, eine konkrete Untersuchung in bezug auf die Auswirkungen auf klimatisch-lufthygienische Verhältnisse erfolgen. Weiterhin sollen anhand der erarbeiteten Umweltqualitätsziele, und -standards entsprechende Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten erarbeitet werden.

2 AUSWERTUNG DER VORLIEGENDEN DATENGRUNDLAGEN

2.1 Beschreibung des Klimas in Wuppertal

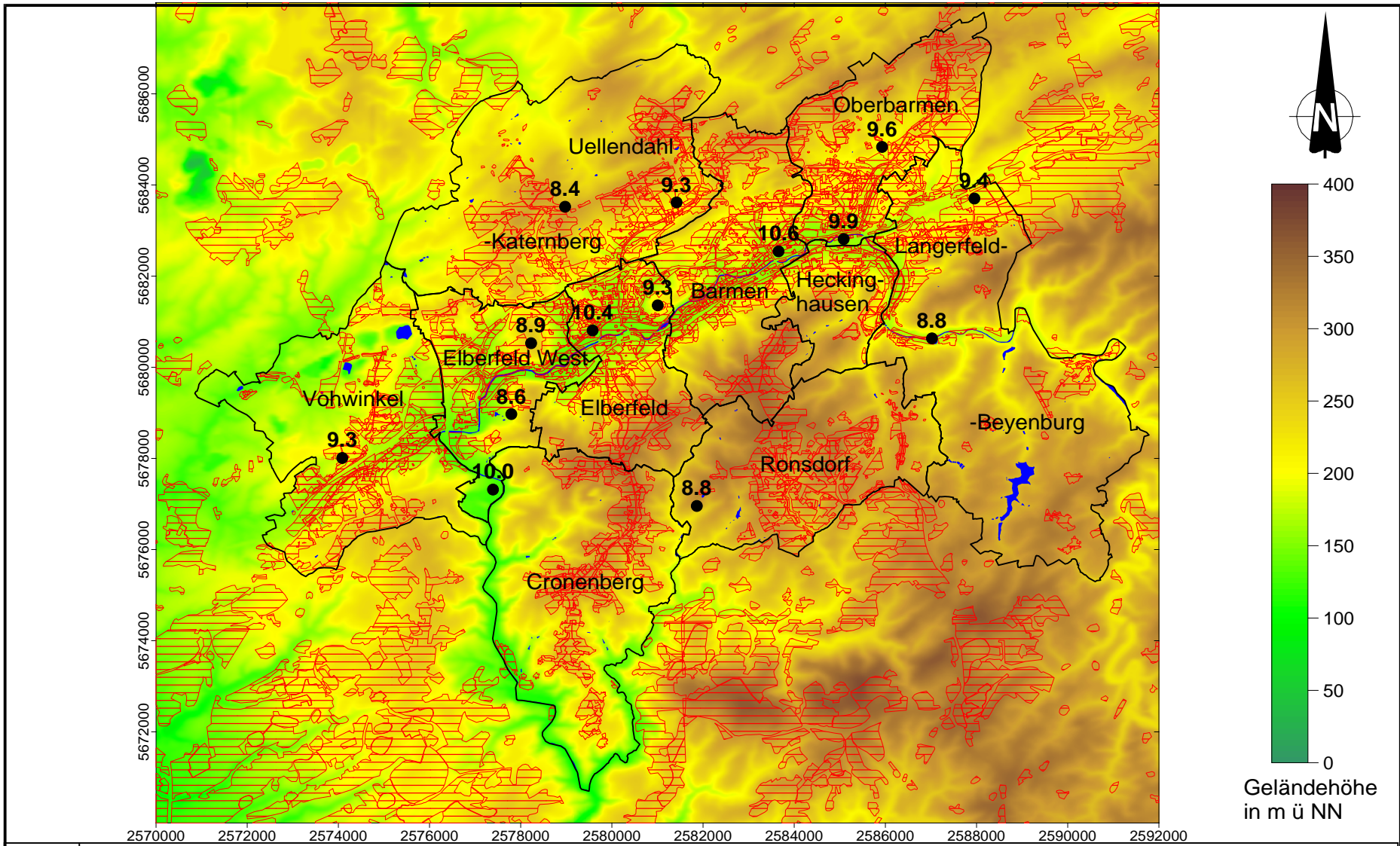
Die geographische Lage am Rheinischen Schiefergebirge prägt die klimatischen Verhältnisse von Wuppertal, so daß der Beschreibung des Klimas von Wuppertal die Beschreibung der Höhenverhältnisse vorangestellt wird. Das Stadtgebiet von Wuppertal liegt im nördlichen Bereich des Rheinischen Schiefergebirges, d.h. im nördlichen Bereich des Bergischen Landes und im westlichen Bereich des Sauerlandes. Der südöstliche Teil des Stadtgebietes zählt zur Bergischen Hochfläche mit Höhen bis zu ca. 350 m üNN innerhalb des Stadtgebietes. Die Bergische Hochfläche wird durch Gewässer- und Bachläufe durchschnitten, die als zum Teil tiefe Kerbtäler ausgeprägt sind. Der tiefste Punkt im Stadtgebiet liegt ca. 101 m üNN. Das Tal der Wupper erstreckt sich im Stadtgebiet überwiegend von Osten nach Westen und weist Aufweitungen mit Breiten von bis zu 2 km auf, in den die Stadtzentren Barmen und Elberfeld gelegen sind. An den östlichen und westlichen Rändern weist die Senke nur eine geringe Breite von wenigen 100 m auf. Im östlichen Stadtbereich weist das Tal der Wupper eine nach Norden gerichtete Orientierung, im westlichen Stadtbereich eine nach Süden gerichtete Orientierung auf. Der nordwestliche Bereich des Stadtgebietes zählt zum Niederbergischen Hügelland, das Geländehöhen bis zu ca. 322 m üNN innerhalb des Stadtgebietes aufweist. Auch dort haben sich durch Wasserläufe Talbereiche ausgebildet.

Das Stadtgebiet von Wuppertal liegt im nordwestdeutschen Klimabereich mit maritimer Prägung, allgemein kühlen Sommern und relativ milden Wintern. Bei kontinental geprägten Wetterlagen mit östlichen bis südöstlichen Winden stellen sich im Sommer höhere Lufttemperaturen und im Winter Kälteperioden ein. Diese allgemeinen Klimaausprägungen werden durch die Einflüsse des Reliefs und der Landnutzung überlagert und führen zu lokal unterschiedlichen Ausprägungen der Klimaparameter Temperatur, Feuchte, Wind, Niederschlag, Strahlung. Im Mittel sind im Stadtgebiet von Wuppertal jährliche Niederschlagsmengen von 1 116 mm in Tallagen und 1 183 mm in höheren Lagen zu erwarten. Diese Daten beziehen sich auf den Zeitraum 1961 bis 1990 und die Stationen Wuppertal-Barmen, Wuppertal-Buchenhofen und Wuppertal-Herbringhausen (Luftgüteüberwachung Wuppertal, 1996). Der niederschlagsreichste Monat ist der Dezember und ein Nebenmaximum stellt sich im Juni ein. In der Tallage (Wuppertal-Buchenhofen) beträgt die mittlere jährliche Lufttemperatur 9.3 °C im langjährigen Mittel von 1961 bis 1990. Der Juli ist mit mittleren Temperaturen von 17.2 °C der wärmste Monat, der Januar mit 1.9 °C der kälteste. An dieser Station werden im Mittel 26 Sommertage mit Temperaturmaxima über 25 °C und 62 Frosttage beobachtet.

Untersuchungen im Rahmen der Klimaanalyse Wuppertal (Bangert et al., 1988) zeigen eine starke räumliche Variation der Temperaturverhältnisse im Stadtgebiet bedingt durch das Relief und die Landnutzung (**Abb. 2.1** und **Abb. 2.2**). In **Abb. 2.1** sind die gemessenen Mittelwerte der Lufttemperatur an den temporären Meßstationen (7/1985 bis 8/1986) im Lageplan aufgeführt. **Abb. 2.2** zeigt die gemessenen mittleren Lufttemperaturen, mittlere Minima und mittlere Maxima der Lufttemperaturen in Abhängigkeit von der Geländehöhe über Normalnull (üNN). Mit zunehmender Höhe sind geringere mittlere Lufttemperaturen anzutreffen. Die aus den Daten ableitbare Abnahme von ca. 0.6 Kelvin pro 100 m Höhe entspricht den Angaben der Fachliteratur. Lokale Prägungen durch das Relief und die Landnutzung führen zu gewissen Abweichungen. Die höchsten mittleren Temperaturen sind im dicht bebauten Talbereich anzutreffen (mit ca. 10.5 °C). Die Stationen in breiten Talbereichen ohne dichte Bebauung weisen Temperaturen um ca. 10 °C auf. In engen Tälern mit geringer Bebauung wie im Osten der Stadt oder am Fuß vegetationsbestandener Hänge führen die Einflüsse der Kaltluft auch zu geringeren mittleren Lufttemperaturen. In den höhergelegenen Bereichen sind die geringsten mittleren Temperaturen anzutreffen. Die Einflüsse der Kaltluft sind auch an der Darstellung der Temperaturen in Abhängigkeit von der Höhe ableitbar, da an tiefgelegenen Stationen teilweise relativ geringe Minima-Temperaturen erfaßt werden. In den innerstädtischen Bereichen sind hingegen hohe Minima-Temperaturen anzutreffen. Diese auf 14-monatiger Meßdauer basierenden räumlichen Verteilungen der Lufttemperatur werden durch weitere Messungen bestätigt (Stadt Wuppertal, 1995).

Die mittlere jährliche Sonnenscheindauer liegt im Stadtgebiet von Wuppertal ohne Berücksichtigung des Schattenwurfs durch Bebauung oder Vegetation bei 1 300 bis 1 400 Stunden pro Jahr (Klima-Atlas, 1989). An der Station Wuppertal-Buchenhofen wurden im Mittel 40 Nebeltage pro Jahr im langjährigen Mittel beobachtet. Die Nebelhäufigkeit nimmt talaufwärts der Wupper bis auf 70 Tage pro Jahr zu, während in den Höhenlagen 15 bis 30 Nebeltage vorkommen (Klima-Atlas, 1989).

Die Windverhältnisse werden durch das Relief und die Landnutzung intensiv beeinflusst. Das wirkt sich sowohl auf die Windgeschwindigkeit als auch die Windrichtungsverteilung aus. Entsprechend Messungen aus den Jahren 1979 bis 1981 reichen die mittleren jähr-



Ingenieurbüro Lohmeyer



Abb. 2.1: Darstellung der gemessenen mittleren jährlichen Lufttemperaturen in ° C, bezogen auf den Zeitraum 7/1985 bis 8/1986 (Bangert et al). Aufgezeigt sind die Geländehöhen, die Bebauung und die Stadtbezirke von Wuppertal

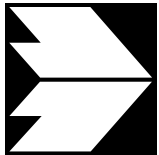
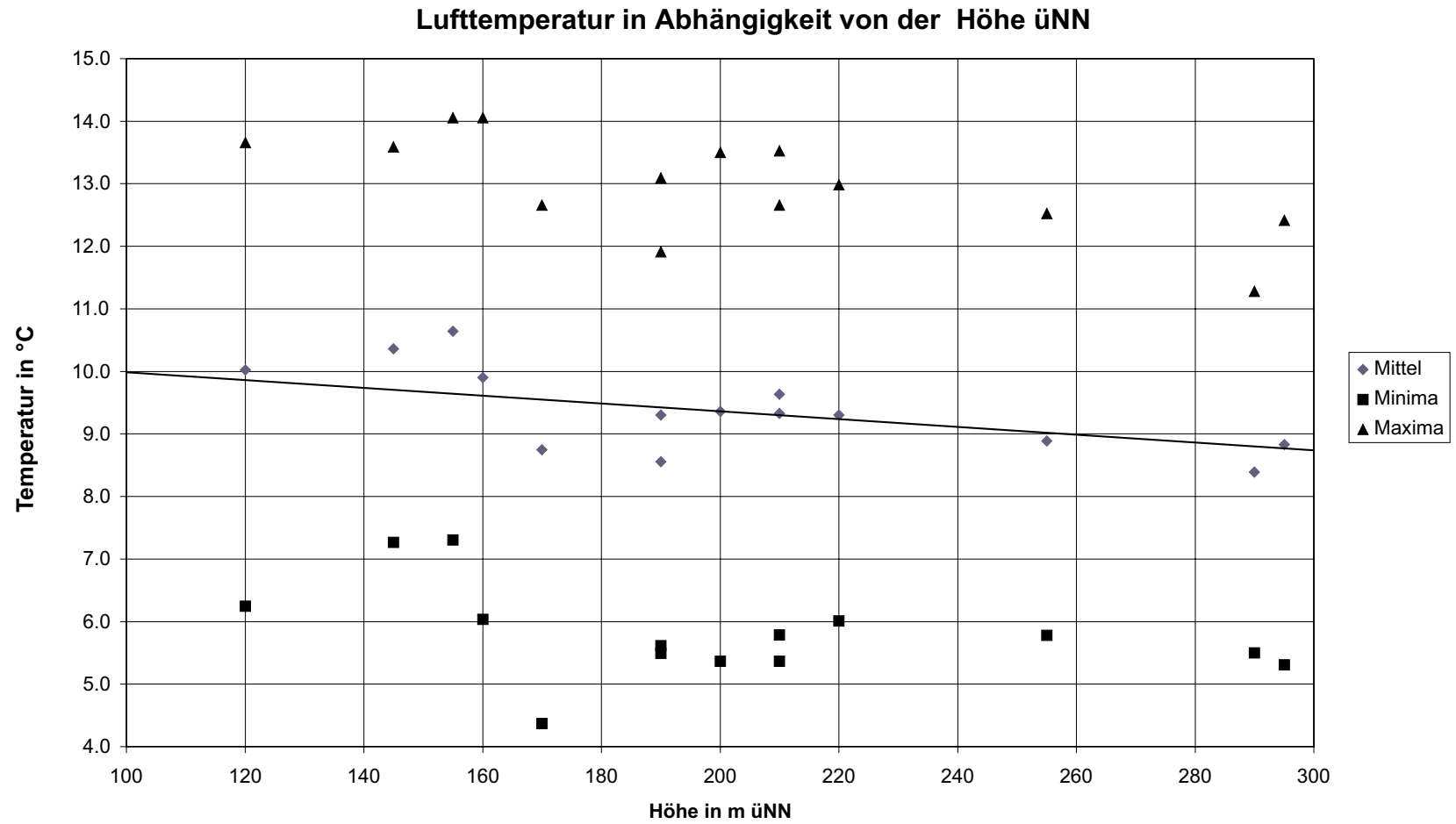


Abb. 2.2: Darstellung der gemessenen Lufttemperaturen (Mittelwerte, mittlere tägliche Maxima und Minima) von 7/1985 bis 8/1986 in Abhängigkeit von der Geländehöhe im Stadtgebiet von Wuppertal. Die Gerade entspricht einer Temperaturabnahme von 0.6 K pro 100 m Höhenzunahme

lichen Windgeschwindigkeiten von ca. 2.9 m/s im Tal bis ca. 3.8 m/s in höheren Lagen. Die Schwachwindhäufigkeit verhält sich etwas anders, indem in den Höhenlagen relativ geringe Schwachwindhäufigkeiten auftreten. In Tallagen wurden höhere Schwachwindhäufigkeiten beobachtet, insbesondere auch in engen Tälern, in denen sich Kaltluftströmungen unabhängig vom Regionalwind ausprägen. Die gemessenen Windrichtungsverteilungen, allerdings bezogen auf unterschiedliche Zeiträume, sind in **Abb. 2.3** aufgezeigt. Auch hier wird die Beeinflussung der Windfelder durch das Relief und die Landnutzung deutlich, da keine für das Stadtgebiet von Wuppertal einheitliche Windrichtungsverteilung anzusetzen ist. Die Stationen auf den Kuppen zeigen als Hauptwindrichtungen südwestliche bis südliche Winde und teilweise ein Nebenmaximum aus nordöstlichen Richtungen. Im Talbereich der Wupper sind reliefbedingt weitgehend die Windrichtungen Südwest und Nordost vertreten. Allerdings zeigen sich bei den Stationen westlich und östlich der Innenstadt von Wuppertal Auswirkungen der von Süden einmündenden Täler. Bei diesen Stationen sind Winde aus Süden besonders häufig.

2.2 Beschreibung der lufthygienischen Verhältnisse in Wuppertal

Luftmeßdaten

In Wuppertal liegen keine flächenhaften Meßdaten der Luftschadstoffbelastung in Form von Immissionskatastern vor. Für vorliegende Untersuchung stehen Meßdaten verschiedener Meßstationen und unterschiedlicher Zeiträume zur Verfügung. An einigen Dauermeßstationen werden die Luftschadstoffbelastungen kontinuierlich erfaßt. Zudem liegen für ausgewählte Zeiträume kurzzeitige Schadstoffmessungen vor, die mit mobilen Meßeinrichtungen in Form von einwöchigen Messungen durchgeführt wurden. **Abb. 2.4** zeigt die Lage der lufthygienischen Meßstationen im Stadtgebiet von Wuppertal, an denen kontinuierliche Messungen stattfanden bzw. an denen für mehrere Jahre Immissionsdaten angegeben sind. Die verfügbaren Meßdaten werden im folgenden kurz beschrieben. Zur Einordnung der Immissionen ist ein Vergleich mit Beurteilungswerten, die im Anhang A1 näher beschrieben sind, hilfreich. Dabei werden die Immissionen einerseits mit dem jeweils geltenden Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Gefahrenabwehr) und andererseits mit dem Vorsorgewert bzw. Leitwert, der dem Schutz der menschlichen Gesundheit und dem langfristigen Schutz der Umwelt dient, verglichen. Schadstoffkomponenten, für die keine Beurteilungswerte bestehen, und Angaben über den Staubbiederschlag werden hier nicht betrachtet bzw. aufgeführt.

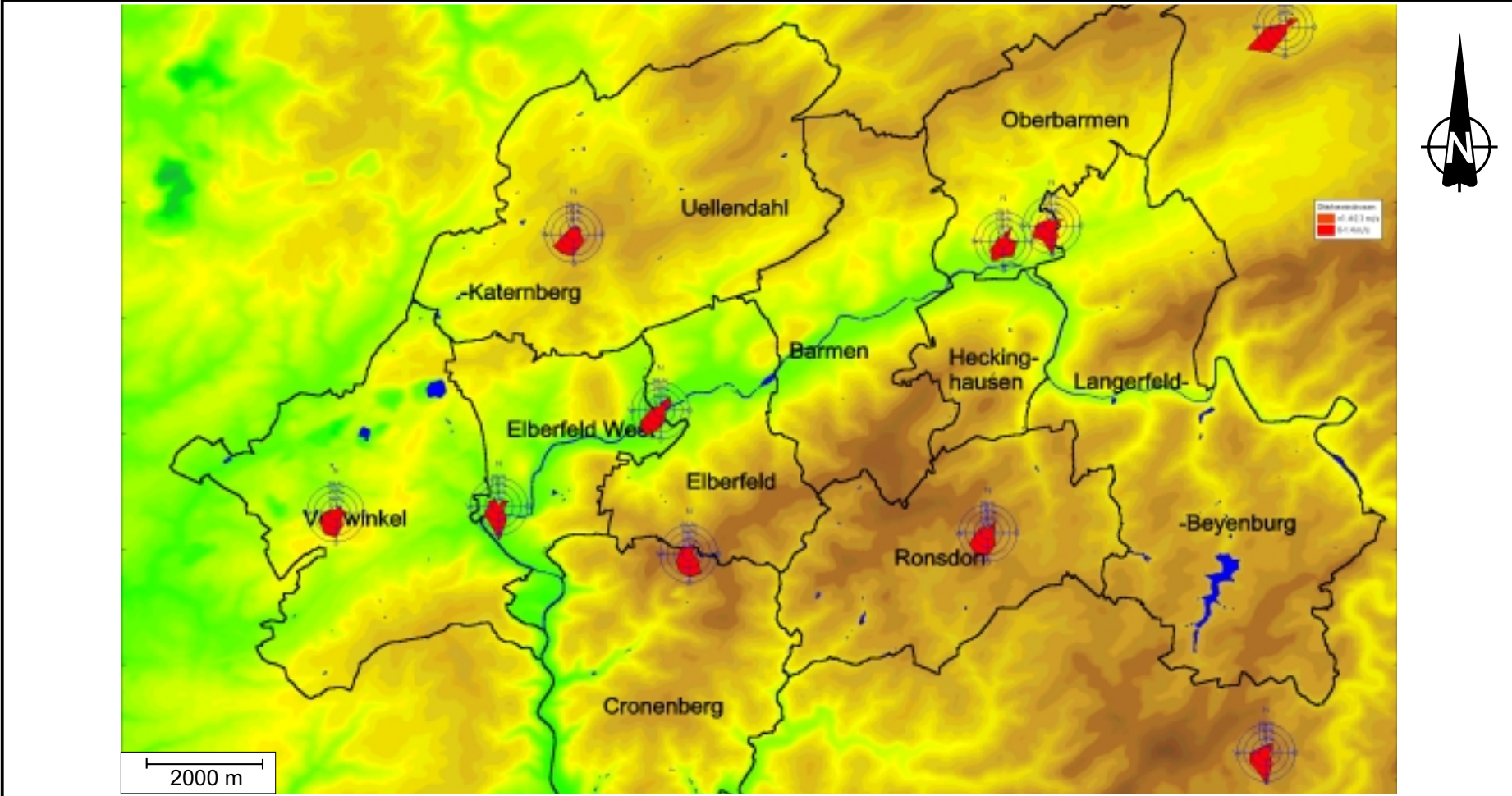
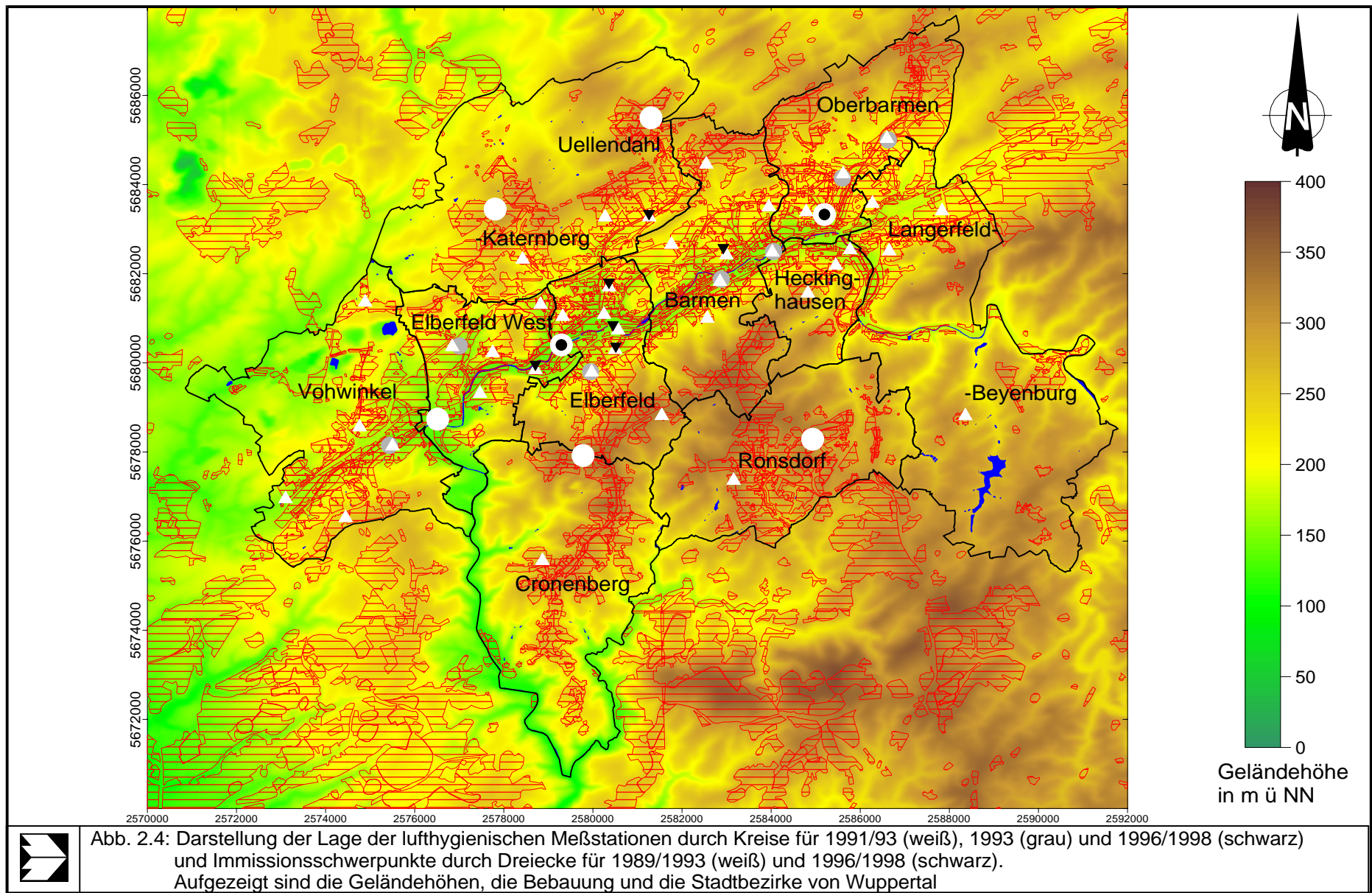


Abb. 2.3: Darstellung der gemessenen Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet. Die Messungen umfassen mindestens eine einjährige Messdauer, beziehen sich aber auf unterschiedliche Jahre



Die "Berichte über die Luftqualität, Heft 2, 1989-1993" (Stadt Wuppertal, 1995) enthalten Meßdaten von Festmeßstationen sowie von Immissionsschwerpunkten. An den 7 Festmeßstationen wurde SO₂ gemessen, an 5 Stationen NO₂, an jeweils einer CO und Schwebstaub. Die im Zeitraum 1991 bis 1993 an den Festmeßstationen gemessenen Jahresmittelwerte an NO₂ sind in **Abb. 2.5** aufgezeigt. Die Messungen erfolgten in ca. 3 m bis 3.5 m über Grund. Damit sind sie von nahegelegenen bodennahen Emissionsquellen, insbesondere vom Kfz-Verkehr beeinflusst. Aus den Meßdaten ist kein einheitlicher Trend abzulesen. Die Belastung ist für diesen Zeitraum in Bezug auf den geltenden Grenzwert der 22. BImSchV von 80 µg/m³ als mittel bis hoch einzustufen. Die im Jahr 1995 in Wuppertal eingeführte Schlüsselmeßgröße NO₂ mit einem Jahresmittelwert von 50 µg/m³ als Vorsorgewert wird an drei von fünf Meßstationen überschritten. Dahingegen zeigt sich eine relativ geringe SO₂-Belastung an den Meßstationen im Jahr 1993 im Vergleich zum Grenzwert von 140 µg SO₂/m³. An insgesamt 39 Meßstandorten, den sog. Immissionsschwerpunkten, wurden mit mobilen Meßeinheiten Schadstoffmessungen im Zeitraum 1989 bis 1993 durchgeführt. Dabei wurden die Schadstoffe SO₂, NO₂, CO, Ozon und Schwebstaub erfaßt. An jedem Standort erfolgten vier jahreszeitliche Messungen über eine Woche. Die Meßdaten wurden für den Schadstoff NO₂ im Vergleich mit kontinuierlichen Meßdaten zu Jahreskennwerten hochgerechnet. Die Meßdaten dieser Festmeßstationen und der Immissionsschwerpunkte sind die Grundlage einer Karte mit der räumlichen Verteilung der Luftbelastung mit Stickstoffdioxid (Stadt Wuppertal, 1995), wobei sich die Meßdaten auf verschiedene Jahre beziehen (**Abb. 2.6**).

Im Jahr 1993 wurden durch das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA, 1993) in Wuppertal Messungen mit sieben mobilen Meßstationen durchgeführt. Eine Meßstation wurde ein Jahr lang betrieben, die anderen ein halbes Jahr. Die Meßergebnisse wurden unter Verwendung einjähriger Meßreihen auf statistische Jahreskennwerte hoch gerechnet. Die erfaßten Luftschadstoffkomponenten sind SO₂, Schwebstaub, NO, NO₂, CO und Ozon. Die Ergebnisse der Messungen sind in **Abb. 2.7** aufgezeigt. In Bezug auf den jeweiligen Grenzwert (TA Luft, 22. BImSchV) stellt bei den Jahresmittelwerten die NO₂-Belastung die kritische Schadstoffkomponente dar. Die NO₂-Immissionen liegen zwischen ca. 40 µg/m³ und 60 µg/m³; das entspricht ca. 50 % bis 70 % des Grenzwertes. Die Schlüsselmeßgröße von Wuppertal wird nach diesen Messungen an einer Station erreicht und an einer überschritten. Die Schwebstaubbelastungen liegen zwischen ca. 35 µg/m³ und 55 µg/m³; das entspricht ca. 23 % bis 37 % des Grenzwertes. Die Belastungen an SO₂ und CO sind in

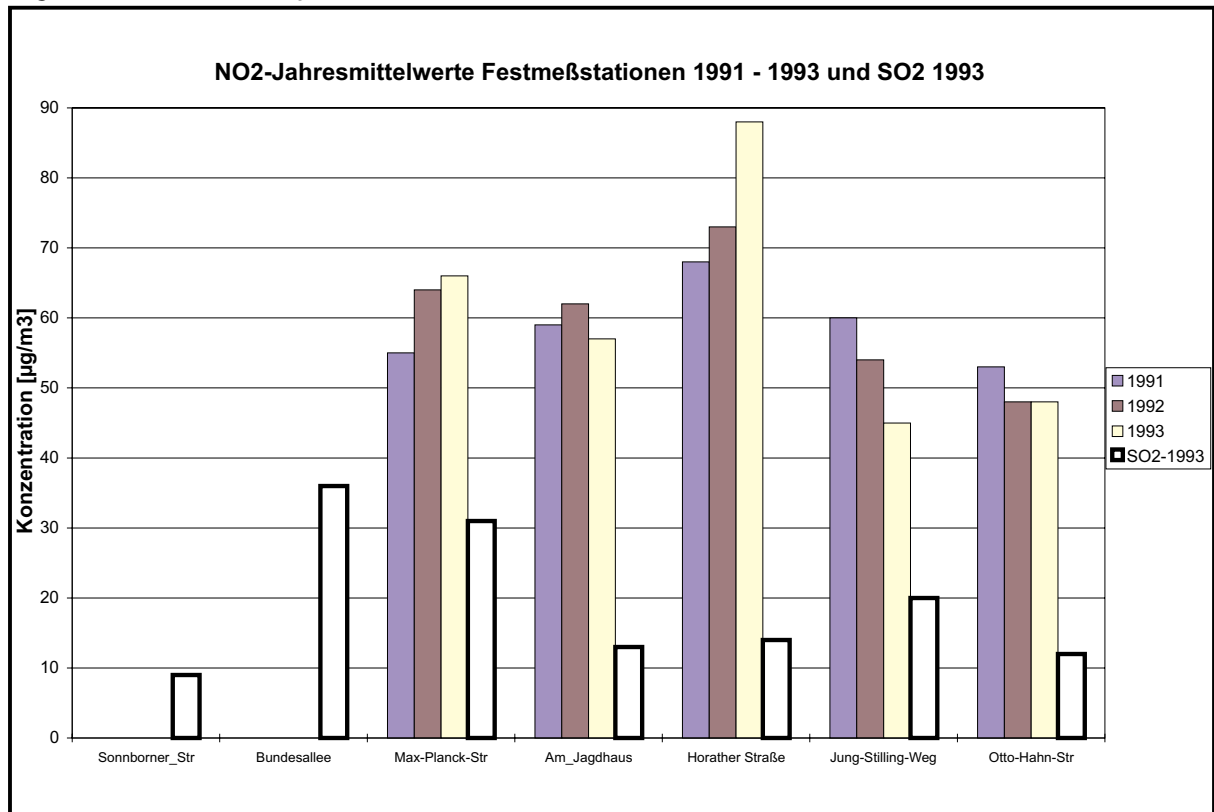


Abb. 2.5: Jahresmittelwerte an den Festmeßstationen in Wuppertal für NO₂ im Zeitraum 1991 bis 1993 und SO₂ im Jahr 1993 ausgedrückt in [µg/m³]

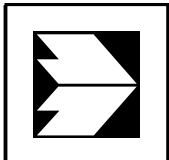
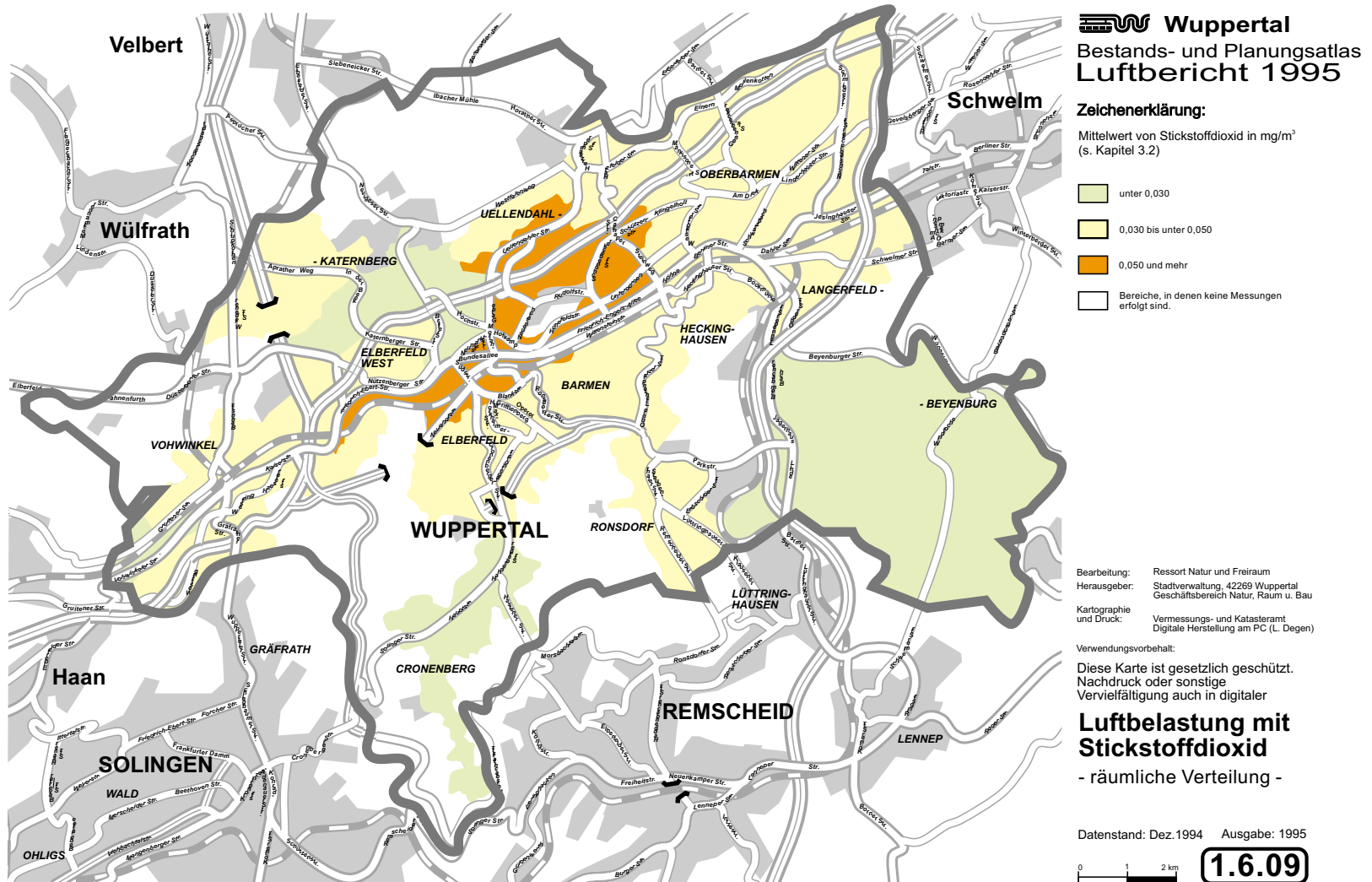


Abb.2.6: Aus temporär erfaßten Meßdaten der Jahre 1989 bis 1993 abgeleitete flächenhafte NO₂-Belastungskarte. Grundlage sind wöchentliche Messungen pro Vierteljahr an 39 Standorten. Grafik wurde von Stadt Wuppertal übernommen.

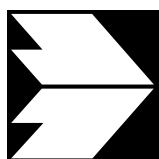
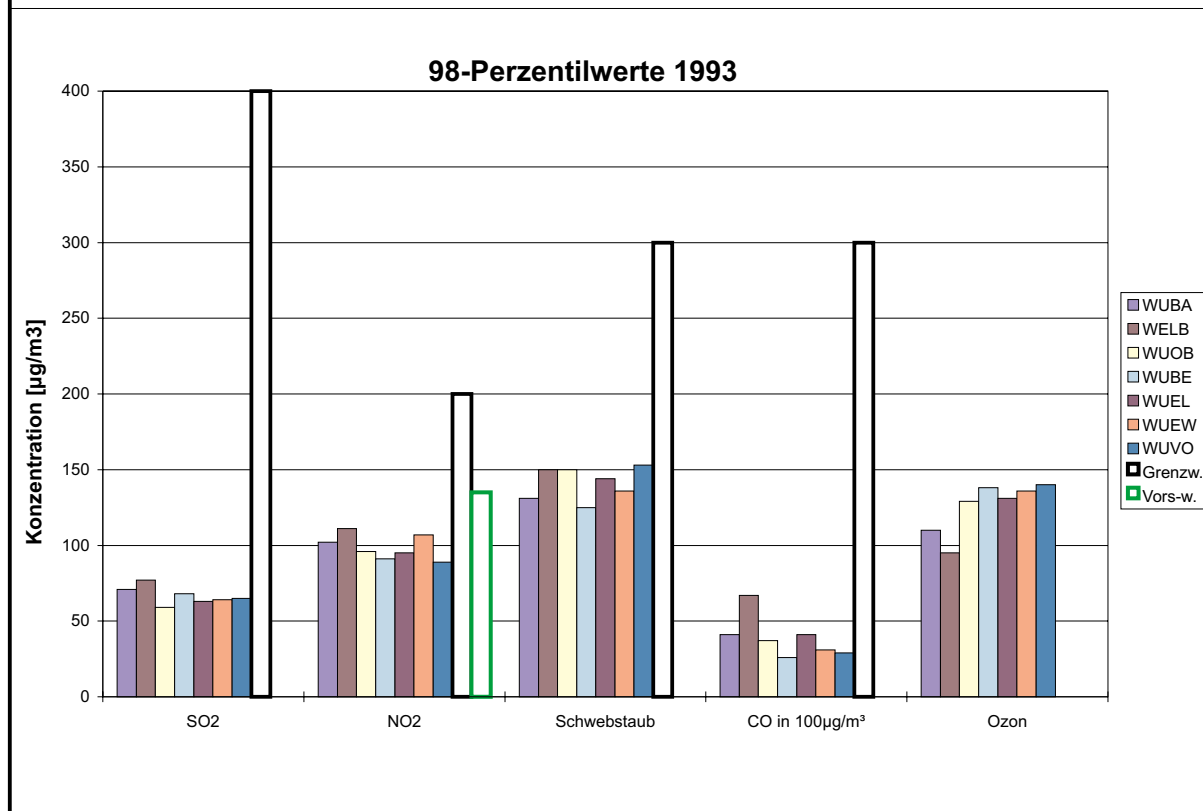
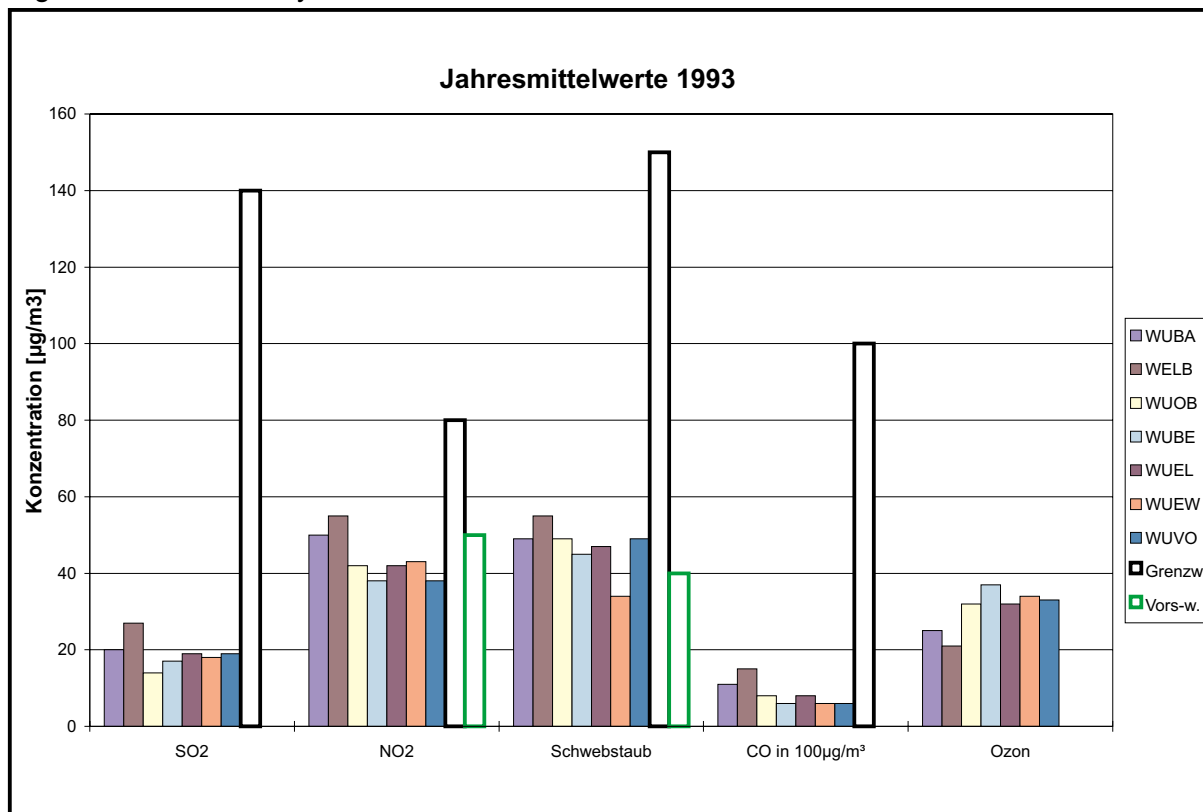


Abb. 2.7: Schadstoffbelastungen im Jahr 1993 an den mobilen Stationen in Wuppertal des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen. Jahresmittelwerte (oben) und 98-Perzentilwerte (unten) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, für CO in $100\mu\text{g}/\text{m}^3$

Bezug auf den jeweiligen Grenzwert als gering zu bezeichnen, da sie den Grenzwert zu weniger als 20 % erreichen. Die Kurzzeitbelastungen, ausgedrückt als 98-Perzentilwerte, zeigen ähnliche Verhältnisse in Bezug auf den jeweiligen Grenzwert. Die Schwebstaubbelastungen erreichen etwas höhere Werte.

Die Ergebnisse der Luftschadstoffmessungen des Luftmeßprogramms Wuppertal Dezember 1996 bis November 1998 (GfA 1997, 1998) sind in **Abb. 2.8** im Vergleich zu den Messungen aus dem Zeitraum 1990/1991 aufgezeigt. Zur Orientierung sind die geltenden Grenz- und Vorsorgewerte eingetragen. Die erfaßten Schadstoffkomponenten sind NO₂ und NO; zusätzlich wurde an einer Station Ozon und an einer Station Staubniederschlag mit Inhaltsstoffen erfaßt. Die kontinuierlichen Messungen erfolgten an den Festmeßstationen Bundesallee und Max-Planck-Straße ganzjährig über Dach von Schulgebäuden und sind als Hintergrundkonzentrationen aufzufassen. Damit liegen Jahreskennwerte für die Jahre 1997 und 1998 vor (**Tab. 2.1**). Die Hintergrundbelastungen an den zwei Standorten unterscheiden sich nicht wesentlich. Im Jahresmittel wurden in den Jahren 1997 und 1998 NO₂-Belastungen zwischen 32 µg/m³ und 39 µg/m³ erfaßt. Von 1997 bis 1998 ist ein leichter Rückgang der Belastungen an den beiden Meßorten zu verzeichnen.

	NO ₂ -I1 1997	NO ₂ -I1 1998	NO ₂ -I2 1997	NO ₂ -I2 1998
Bundesallee	39	37	96	87
Max-Planck-Straße	36	32	93	74

Tab. 2.1: NO₂-Belastungen an den Hintergrundmeßstationen in [µg/m³]. I1 = Jahresmittelwerte, I2 = 98-Perzentilwerte

Die Meßergebnisse an sechs Immissionsschwerpunkten wurden mit mobilen Meßsystemen erfaßt, die mehrmals pro Jahr für jeweils eine Woche an einem Standort installiert waren. Die Messungen erfolgen in einer Höhe von 2.5 m bis 3.5 m über Grund. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden auf den Jahresmittelwert hochgerechnet und sind in **Abb. 2.8 oben** im Vergleich mit den Messungen an diesen Immissionsschwerpunkten im Zeitraum 1990/1991 aufgezeigt. Der 98-Perzentilwert wurde direkt aus den gemessenen Daten abgeleitet. Damit sind an sechs Immissionsschwerpunkten Kennwerte der jeweiligen Meßperioden als 98-Perzentilwerte erfaßt und in der **Abb. 2.8 unten** aufgetragen. An den

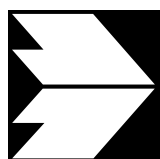
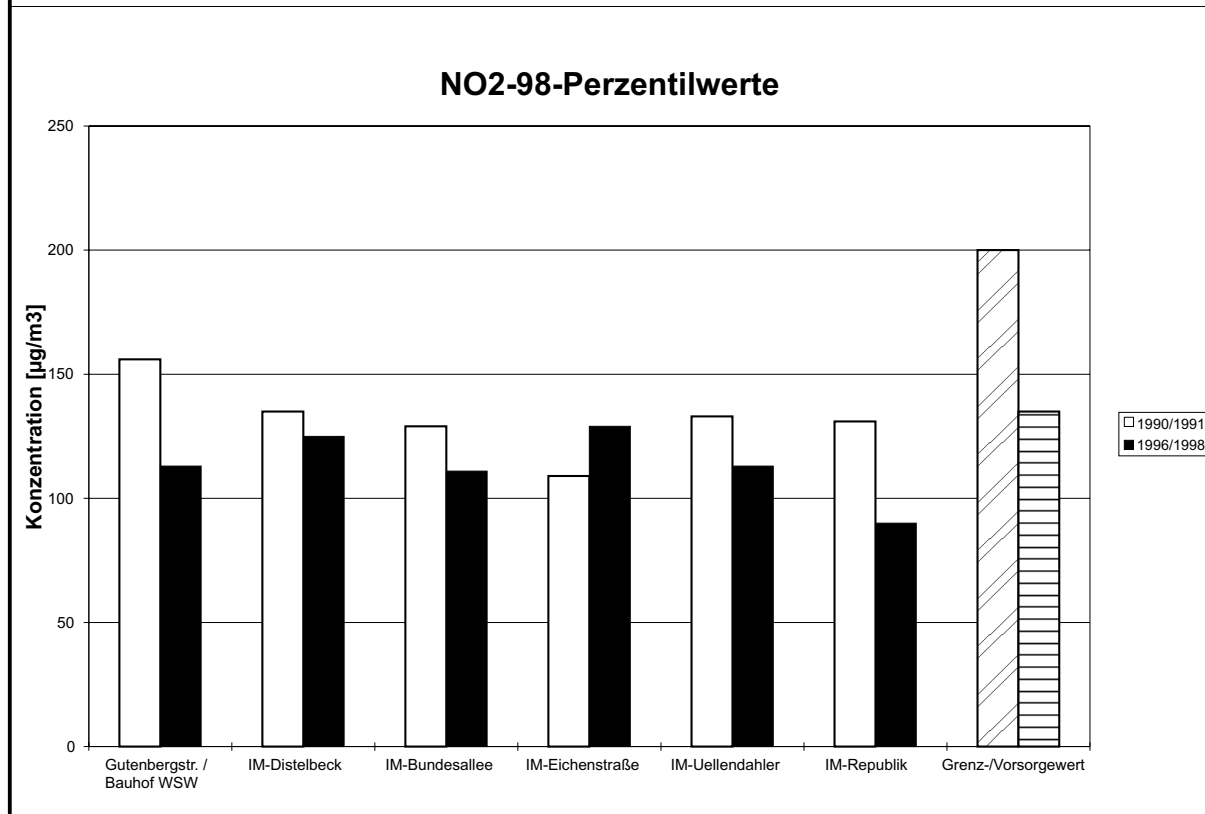
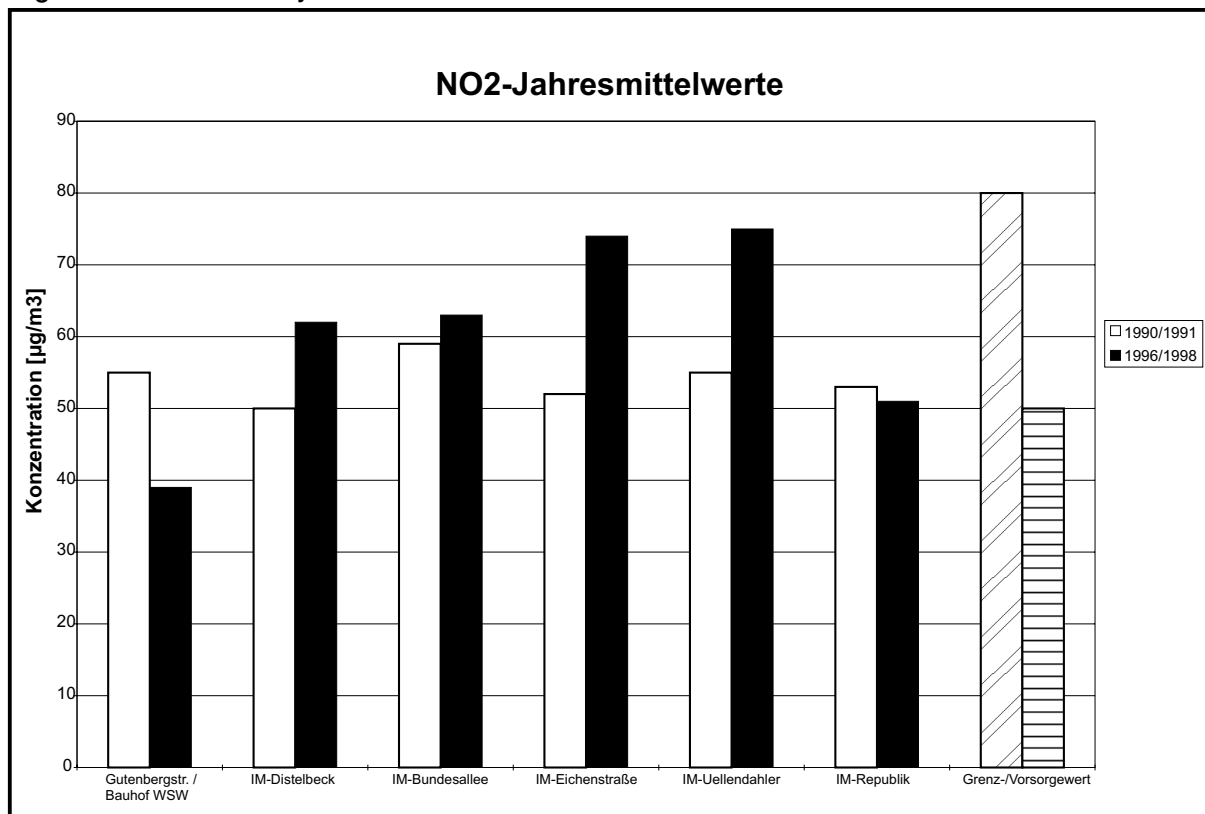


Abb. 2.8: NO₂-Belastungen an mobilen Meßstationen (Immissions-schwerpunkten) in Wuppertal für den Meßzeitraum 1990/1991 und 1996/1998. Jahresmittelwerte (oben) und 98-Perzentilwerte (unten) in [µg/m³]

Immissionsschwerpunkten werden die Auswirkungen nahegelegener bodennaher Quellen, insbesondere des Straßenverkehrs, erfaßt. Damit sind an diesen Meßorten im Jahresmittel deutliche Belastungen vorherrschend. Dort wird der Grenzwert von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ teilweise nahezu erreicht. Die Schlüsselmeßgröße von Wuppertal wird nach diesen Messungen an fünf Immissionsschwerpunkten erreicht bzw. überschritten. Gegenüber den Messungen des Zeitraums 1990/1991 sind im Zeitraum 1996/1998 überwiegend etwas höhere Jahresmittelwerte an NO_2 festzustellen. Insbesondere an den Immissionsschwerpunkten Eichenstraße und Uellendahler Straße sind deutliche Erhöhungen der Jahresmittelwerte von NO_2 mit den angewandten Meß- und Hochrechnungsmethoden festgestellt. Der Immissionsschwerpunkt am Bauhof WSW bzw. an der Gutenbergstraße wurde aufgrund von Bauarbeiten im Meßzeitraum 1996/1998 gegenüber der ersten Meßkampagne verlegt; dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Die Kurzzeitbelastungen weisen im Zeitraum 1996/1998 gegenüber dem Zeitraum 1990/1991 überwiegend geringere Konzentrationen auf.

Flechtenkartierung

Im Jahr 1987 wurde im Stadtgebiet von Wuppertal die Luftgüte mittels Flechtenkartierung erfaßt. Die Kartierungen wurden in einer Karte zusammengefaßt und dargestellt, die flächenhaft Bereiche mit gleichem Luftgüteindex ausweist. Zudem sind einheitliche morphologische Geländeformen getrennt nach Tal- und Muldenbereichen, Hangbereichen und Kuppen- bzw. Hochlagen eingetragen. Nach diesen Darstellungen sind die lufthygienisch ungünstigsten Bereiche in den dicht bebauten Tallagen anzutreffen. Das betrifft das Tal der Wupper von Vohwinkel im Westen bis Oberbarmen im Osten des Stadtgebietes. Entsprechend der Flechtenkartierung sind die lufthygienisch günstigsten Bereiche in wenig bebauten Hangbereichen bzw. an Siedlungsrändern in Hangbereichen anzutreffen. Die günstigsten Verhältnisse wurden im Osten des Stadtgebietes gefunden, d.h. im Stadtteil Langerfeld-Beyenburg südlich von Langerfeld und östlich von Oberbarmen im Hangbereich zur Wupper sowie ganz im Südosten bei Beyenburg. Desweiteren sind an den Siedlungsrändern der südlichen Stadtbezirke Ronsdorf und Cronenberg in Hangbereichen günstige lufthygienische Verhältnisse erfaßt. Nördlich des Wuppertals sind an den äußeren Siedlungsrändern der Stadtbezirke Vohwinkel und Uellendahl-Katernberg in Hangbereichen günstige lufthygienische Verhältnisse entsprechend der Flechtenkartierung ausgewiesen. In weiten Teilen des Stadtgebietes entsprechen die lufthygienischen Verhältnisse dem Mittelwert der erfaßten Belastungen. Das betrifft sowohl bebaute Bereiche als auch Freiflächen. Die Kuppenlagen weisen weitgehend dem Mittelwert entsprechende lufthygienische Verhältnisse auf.

Die Flechtenkartierung wird derzeit durch neue Untersuchungen fortgesetzt und aktualisiert, die im Frühjahr 2000 abgeschlossen sein werden.

Emissionen

Nachdem für das Stadtgebiet von Wuppertal kein aktuelles flächendeckendes Immissionskataster verfügbar ist, bietet sich bezogen auf planungsrelevante Fragestellungen der Rückgriff auf flächenhafte Emissionsdaten des Stadtgebietes an. Das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen hat in dem Bericht "Luftgüteüberwachung Wuppertal" (1996) bezogen auf das Jahr 1992 Emissionsdaten aufgeführt und für die aktuelle Untersuchung Emissionsdaten verschiedener Quellengruppen zur Verfügung gestellt. Das sind Emissionen der genehmigungsbedürftigen Anlagen für das Jahr 1996, Emissionen des Straßenverkehrs für das Jahr 1994 und Emissionen der nichtgenehmigungsbedürftigen Anlagen für das Jahr 1995. Die Emissionsdaten liegen mit unterschiedlichen räumlichen Bezügen vor.

Die Emissionsdaten der genehmigungsbedürftigen Anlagen beziehen sich auf Flächen von einem Quadratkilometer. Im Anhang A4 sind die Emissionen graphisch aufgezeigt. Dabei ist festzuhalten, daß die Emissionen der genehmigungsbedürftigen Anlagen auf einige Rasterflächen verteilt sind, die im gesamten Stadtgebiet von Wuppertal und in dessen Umgebung verteilt sind. Die Großemittenten setzen die Schadstoffe meist in großer Höhe über Grund über Kamine frei, so daß keine Rückschlüsse auf die Luftschadstoffbelastung in der direkten Umgebung zu ziehen sind. Von Südwesten nach Nordosten zieht sich diagonal durch das Untersuchungsgebiet eine Anhäufung von Anlagen hin, d.h. vom Rheintal bei Düsseldorf und Hilden, entlang des Tals der Wupper im Stadtgebiet von Wuppertal und entlang des Tals der Ennepe bis nach Hagen. Zudem sind südlich von Wuppertal in Solingen und Remscheid sowie nördlich in Wülfrath und Velbert genehmigungsbedürftige Anlagen gelegen. Die Anordnung der Anlagen im Untersuchungsgebiet entspricht weitgehend der Hauptwindrichtung der Regionalwinde, d.h. einer Ausrichtung von Südwesten nach Nordosten. Die Emissionen der genehmigungsbedürftigen Anlagen sind in **Abb. A4.1** bis **Abb. A4.4** ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und Quadratkilometer dargestellt.

Für die Ermittlung der Verkehrsemissionen wurden die Verkehrsbelegungsdaten des Hauptverkehrsstraßennetzes des Untersuchungsgebietes ausgewertet. Danach zeichnet sich ein relativ dichtes Straßennetz ab, in dem die Verkehrsbelegungen auf den Autobahnen dominieren. **Abb. A4.5** zeigt die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV in Kfz pro 24 Stunden) für jeden erfaßten Streckenabschnitt. Die **Abb. A4.6** bis **Abb. A4.9** enthalten die berechneten Emissionen an NO_x, Benzol, Partikel und SO₂ ausgedrückt in Kilogramm

Schadstoff pro Jahr und Streckenabschnitt. Da diese Emissionen bodennah freigesetzt werden, prägen sie in deren Nahbereich die Luftschadstoffbelastung. Zudem besteht eine relevante Abhängigkeit der Ausbreitung der Schadstoffe von den topographischen Gegebenheiten der direkten Umgebung, wie z.B. nahegelegener Bebauung, die die Windanströmung beeinträchtigt. Gleichermaßen sind auch lokale Windsysteme, die sich größtenteils bodennah auswirken, von den Emissionen der Straßen betroffen. Zur Gegenüberstellung der Emissionen der genehmigungsbedürftigen Anlagen mit denen des Kfz-Verkehrs wurde ebenfalls ein Emissionskataster im Quadratkilometerraster gebildet. Die **Abb. A4.10** bis **Abb. A4.14** zeigen die flächenhafte Verteilung der Emissionen ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und Quadratkilometer. Dabei zeichnen sich entlang den Autobahnen die höchsten Belastungen an NO_x, Partikel und SO₂ ab. Die Benzolemissionen sind intensiv in den Stadtgebieten zu erkennen.

Die Emissionsdaten der nichtgenehmigungsbedürftigen Anlagen liegen nur als Gesamtsumme der Stadtbezirke von Wuppertal bzw. der Gemeindeflächen vor. Die Emissionen dieser Anlagen werden weitgehend über seitliche Öffnungen der Gebäude bzw. über Dach freigesetzt, so daß sie auch die Luftschadstoffbelastung in der direkten Umgebung prägen. **Tab. 2.2** zeigt eine Gegenüberstellung der Summe der Emissionen der nichtgenehmigungsbedürftigen Anlagen und des Kfz-Verkehrs für das Stadtgebiet von Wuppertal. Danach übersteigen die Emissionen des Verkehrs größtenteils deutlich diejenigen der nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen.

Schadstoff	nicht genehmigungsbedürftige Anlagen in [t/a]	Kfz-Verkehr in [t/a]
NO _x	670	1 087
CO	1 968	14 792
HC	194	1 870
SO ₂	423	85
Staub/Partikel	51	56
CO ₂	888	21 7827

Tab. 2.2: Summe der Emissionen im Stadtgebiet von Wuppertal

Unter Berücksichtigung der vorherrschenden Windverhältnisse und der lokalen Windsysteme lassen sich räumliche Zusammenhänge zwischen den Luftschadstoffbelastungsbereichen und den Emissionsquellen bilden. Dies betrifft insbesondere die Emissionen des Straßenverkehrs, die bodennah freigesetzt werden und die Emissionen der nichtgenehmigungsbedürftigen Anlagen. Die Emissionen der genehmigungsbedürftigen Anlagen tragen größtenteils zur regionalen Luftschadstoffbelastung bei, da sie überwiegend in großen Höhen freigesetzt werden und nicht die direkte Umgebung betreffen.

Die Zusammenhänge zwischen den Emissionsquellen und den Luftschadstoffbelastungsbereichen werden bei den Prognosen der Auswirkungen von Planungsvorhaben unter Berücksichtigung der Windverhältnisse betrachtet und qualitativ beurteilt. Gleichmaßen können die Emissionskataster als Grundlagenkarten für die Darstellungen der Kaltluftströmungen in dem Visualisierungsmodul digitaler Daten der CD Stadtklima Wuppertal genutzt werden.

2.3 Ergebnisse der Kaltluftsimulationen für Wuppertal

Aufgrund der topographischen Verhältnisse im Stadtgebiet von Wuppertal sind die lokalen thermisch induzierten Windsysteme während austauscharmer Wetterlagen, die Kaltluftströmungen, von besonderer Bedeutung. Für flächenhafte Informationen über die Kaltluftströmungen bieten sich Kaltluftsimulationen an. Für das Stadtgebiet von Wuppertal wurden Kaltluftsimulationen mit dem Kaltluftabflußmodell KALM (Beschreibung siehe Anhang A2) durchgeführt. Die Randbedingungen und Ergebnisse der Kaltluftberechnungen werden folgend beschrieben.

2.3.1 Allgemeines zur Kaltluftberechnung

Die Kaltluftabflüsse sind in klaren oder nur gering bewölkten windschwachen Nächten am deutlichsten ausgeprägt. Sie treten an Hängen als hangabwärts orientierte Hangwinde auf, in Tälern als talachsenparallele Bergwinde. Mit zunehmender Kaltluftmächtigkeit gehen die Hangwinde in Bergwinde über.

Strömungsgeschwindigkeit und Kaltluftmächtigkeit hängen stark von der Talgröße und vom Taltyp ab. In Tälern mit größeren Einzugsgebieten können die Abflüsse im Laufe einer Nacht Mächtigkeiten bis zu 100 m erreichen, während Hangwinde geringere Mächtigkeiten (weniger als 20 m), aber höhere Strömungsgeschwindigkeiten (je nach Hangneigung etwa 1 m/s bis 3 m/s) aufweisen. In breiten Tälern dagegen liegt die Abflußgeschwindigkeit dagegen oft unter

1 m/s. In solchen Tälern bzw. Ebenen findet man häufig auch Kaltluftstaugebiete, in welchen wegen der schlechten Austauschbedingungen erhöhte Luftschadstoffkonzentrationen auftreten können.

Die Auftretenshäufigkeit von Kaltluftsituationen variiert von Region zu Region. Nach Heldt und Höschele (1989) treten z.B. Kaltluftsysteme im von ihnen untersuchten Gebiet an 10 % bis 40 % aller Tage, entsprechend etwa 5 % bis 20 % der Zeit eines Jahres, auf; die Jahreszeit des häufigsten Auftretens ist der Frühherbst mit seinen häufigen windschwachen Hochdruckwetterlagen.

Die Kaltluftrechnungen werden mit dem Kaltluftmodell KALM (s. Anhang A2) mit der in oben angegebenen Einteilung der Landnutzungsklassen durchgeführt. Um sowohl die großskaligen Abflüsse als auch die Details des innerstädtischen Ausschnittes zu erfassen, wurde mit den beiden beschriebenen Rechengebieten gearbeitet: dem Gesamtgebiet mit größerer horizontaler Auflösung (200 m) sowie dem Stadtbereich mit 100 m Auflösung. Die Modellrechnungen wurden im "two-way-nesting" durchgeführt, d.h. beide Gebiete werden simultan gerechnet, wobei die Strömungsinformation sowohl vom feinen zum groben Gitter als auch vom groben zum feinen Gitter fließen kann.

Hinsichtlich der Zuordnung Kaltluftproduktionsraten - Landnutzung ist anzumerken, daß größere Verkehrsflächen auch von Gleisanlagen repräsentiert werden, welche sich bei der Betrachtung von nächtlichen Thermalaufnahmen als kalt darstellen. Daher wurde diesen Flächen eine (geringe) Kaltluftproduktionsrate von $3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$ zugeordnet.

Dargestellt werden die Abflußgeschwindigkeit sowie die Volumenstromdichte als Schichtmittelwert. Die Darstellung des Schichtmittelwerts der Strömungsgeschwindigkeit wurde gewählt, um einerseits den in der Natur auftretenden Schwankungen der Kaltluftschichtdicke Rechnung zu tragen und eine bessere Vergleichbarkeit mit Messungen zu gewährleisten, andererseits um die für planerische Zwecke (Bebauungshöhe) wichtige vertikale Variation der Kaltluftflüsse zu erfassen. In den Abbildungen ist die Kaltluftsituation nach 3 h und 5 h simulierter Zeit dargestellt. Nach 3 h simulierter Zeit sind die lokalen Kaltluftsysteme voll ausgebildet und es haben sich, sofern die Topographie es zuläßt, stationäre Verhältnisse eingestellt. Die besondere Situation in Wuppertal erfordert zusätzlich die Betrachtung zu einem späteren Zeitpunkt, damit sich die regional bedeutsame Kaltluftbewegung ausbilden kann.

Bevor die Ergebnisse der Simulationen im einzelnen diskutiert werden, sollen hier kurz die Begriffe Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftvolumenstrom am Beispiel einer bodennahen

Schicht (0 m bis 15 m) erläutert werden. Die Kaltluftvolumenstromdichte ist diejenige Kaltluftmenge in m^3 , die pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen, der senkrecht zur Strömung steht, zwischen der Erdoberfläche und der Schichtoberkante fließt; ihre Einheit ist $\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$. Der durch einen beliebigen Querschnitt fließende Kaltluftvolumenstrom läßt sich allgemein durch Aufsummieren der Kaltluftvolumenstromdichte entlang dieses Querschnittes ermitteln. Falls die Volumenstromdichte über einen Querschnitt konstant ist, läßt sich der Volumenstrom als Volumenstromdichte mal Länge der Grundlinie dieser Fläche berechnen.

Ein Zahlenbeispiel soll dies verdeutlichen: bei einer angenommenen Schichtdicke von 15 m betrage die Volumenstromdichte $10 \text{ m}^2/\text{s}$ über einen Talquerschnitt von 500 m Breite. Somit ist der Volumenstrom durch die 15 m dicke bodennahe Schicht $10 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}) \times 500 \text{ m} = 5\,000 \text{ m}^3/\text{s}$. Wie klimarelevant dieser Volumenstrom ist, kann anhand der Luftwechselrate wie folgt grob abgeschätzt werden (dabei wird angenommen, daß das in Betracht gezogene Gebiet eine Ausdehnung von z.B. 1 000 m in Strömungsrichtung hat): das Volumen des betrachteten Gebiets beträgt $500 \text{ m} \times 1\,000 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 7.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, somit ist die Luftwechselrate $(5\,000 / 7.5 \cdot 10^6)/\text{s} = 0.0007/\text{s} = 2.4/\text{h}$. Das bodennahe Luftvolumen wird also etwa alle 25 Minuten einmal ausgetauscht; man kann in diesem Beispiel von einer guten Durchlüftung sprechen.

Dieses Beispiel zeigt, daß der Kaltluftvolumenstrom selbst kein ausreichendes Maß für den Luftaustausch und damit auch die Klimarelevanz ist; er muß im Verhältnis zu den Abmessungen des zu durchlüftenden Gebietes beurteilt werden.

Fordert man, daß die Luft in einem $1\,000 \text{ m} \times 1\,000 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ großen Volumen zweimal stündlich ausgetauscht wird, so erhält man eine Volumenstromdichte von etwa $8 \text{ m}^2/\text{s}$, entsprechend einem Volumenstrom von $8\,000 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$. Dieser Wert liegt in der Größenordnung, wie der in der Schriftenreihe Raumordnung (1979) angegebene klimarelevante Volumenstrom von $10\,000 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$.

Die Kaltluftvolumenstromdichte ist somit eine geeignete Größe zur klimatischen Beurteilung von Kaltluftabflüssen. Die folgenden Darstellungen und Aussagen beziehen sich daher auf diese Größe.

2.3.2 Beschreibung der Rechengebiete

Für die Modellrechnungen ist eine Vielzahl von Eingangsdaten notwendig, die weitgehend von der Stadt Wuppertal zur Verfügung gestellt wurden. Nachfolgend aufgeführte Eingangsdaten wurden verwendet:

- Karten des weiteren Untersuchungsgebietes, die die Geländehöhen und die Landnutzung beinhalten,
- Digitales Geländemodell des Stadtgebietes, digitale Daten der Landnutzung,
- Luftbilder zur Identifizierung der aktuellen Landnutzung und der Bebauungsdichte mit überschlägigen Gebäudehöhen,
- Unterlagen über die klimatischen Verhältnisse, Klimagutachten mit Meßdaten über die Kaltluftströmung,
- gemessene lokal repräsentative Winddaten auf Datenträger,

Für die Modellrechnungen wurden die topographischen Informationen digital erfaßt. Die Landnutzung wurde für die Kaltluftsimulation in folgende 8 Klassen, welche sich hinsichtlich ihrer dynamischen und thermischen Oberflächeneigenschaften wie z.B. Oberflächenrauigkeit, Verdrängungsschichtdicke, Versiegelungsgrad und Kaltluftproduktivität unterscheiden, unterteilt:

- Freiland
- Wald
- Wasser
- locker bebaute Wohngebiete
- dicht bebaute Wohngebiete
- Gewerbegebiete
- Verkehrsflächen (asphaltiert)
- Gleisanlagen

Damit die Kaltluftströmungen in den Randbereichen des Stadtgebietes entsprechend den topographischen Gegebenheiten der umliegenden Bereiche erfaßt werden können, wird ein deutlich größeres Rechengebiet mit einer gröbereren Auflösung zusätzlich erfaßt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über Lage und Größe der Rechengebiete "Gesamtgebiet" und

"Stadtbereich" sowie die jeweils verwendete horizontale Auflösung, die für die Kaltluftberechnung angesetzt wurde.

Gebiet	GK*-Koordinaten SW-Ecke	GK-Koordinaten NO-Ecke	Auflösung (m)
Gesamtgebiet	(2560000, 5666000)	(2602000, 5694000)	200
Stadt Wuppertal	(2570000, 5670000)	(2592000, 5688000)	100

Die Gebiete sind in **Abb. 2.9** dargestellt. Der innere Rahmen zeigt die Lage des Rechengebietes, das für das Stadtgebiet von Wuppertal ausgewählt ist.

2.3.3 Diskussion der Simulationsergebnisse für das Stadtgebiet

Die Darstellungen und Diskussion der Simulationsergebnisse beziehen sich auf drei unterschiedliche Zeiträume. Einmal wird die Anfangsphase der Kaltluftbedingungen betrachtet, in der sich die bodennahen Hangwinde ausbilden (nach ca. 1 Stunde simulierter Zeit). Dann wird der Zeitpunkt der vollständigen Ausbildung der Kaltluftströmungen in der ersten Nachthälfte dargestellt (nach etwa 3 Stunden simulierter Zeit). In der zweiten Nachthälfte kommen in den breiten Tälern teilweise talparallele Abflüsse zum Tragen, die mit den Darstellungen nach ca. 5 Stunden simulierter Zeit aufgezeigt werden.

Abb. 2.10 zeigt die Kaltluftströmungsgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Kaltluftentstehung (nach ca. 1 Stunde simulierter Zeit). An den Hängen mit intensiver Neigung und über Freiland sind die intensivsten Kaltluftströmungen zu erkennen. In locker bebauten Hangbereichen sind auch teilweise intensive Kaltluftströmungen berechnet, während dichte Bebauung die Strömungsgeschwindigkeiten deutlich reduziert. In **Abb. 2.11** sind die Kaltluftvolumenstromdichten und die Mächtigkeit der Kaltluft dargestellt. In den eingeschnittenen Tälern sammelt sich rasch die Kaltluft an und bewegt sich der Neigung folgend. In diesen Bereichen herrschen schon kurz nach Einsetzen der Kaltluftbildung intensive Volumenströme vor.

* GK = Gauß-Krüger

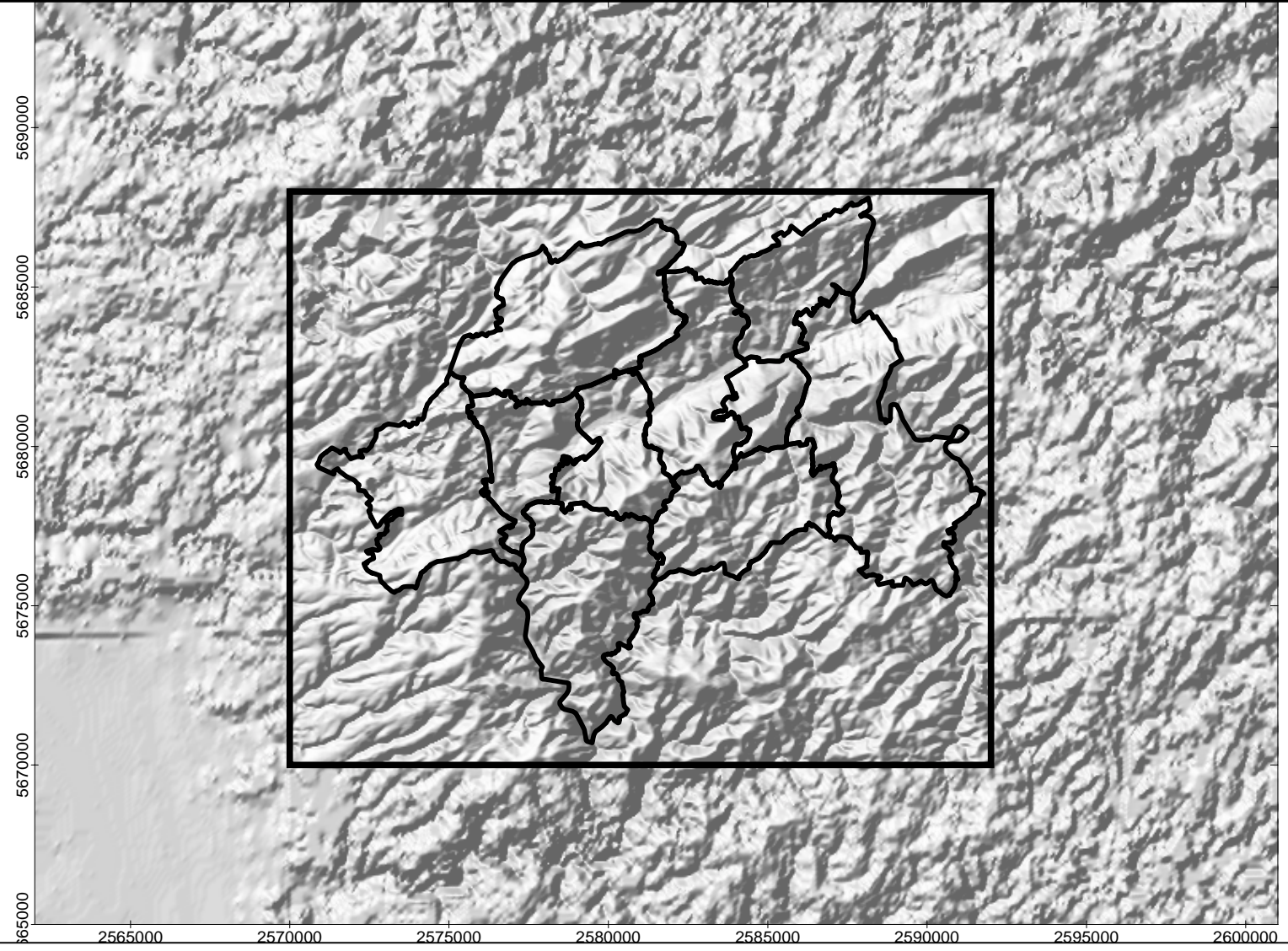


Abb. 2.9: Lageplan der Rechengebiete. Dargestellt sind das Relief, die Stadtgrenze von Wuppertal sowie der Rand des inneren Rechengebietes

In der Anfangsphase dominieren die Hangabwinde mit teilweise bedeutenden Strömungsgeschwindigkeiten. Die Hangabwinde weisen zu dieser Zeit eine geringe Mächtigkeit und damit größtenteils eine geringe Kaltluftvolumenstromdichte auf. Bei gut ausgebildeten Kaltluftbedingungen sind in den Hangbereichen die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten ausgebildet (**Abb. 2.12**). In tief eingeschnittenen Tälern sind hingegen geringe Strömungsgeschwindigkeiten simuliert, da dort aufgrund des intensiven Zuströmens der Kaltluft Kaltluftansammlungen entstehen. Damit nehmen größtenteils am Hangfuß die Strömungsgeschwindigkeiten ab. Die talparallelen Strömungen weisen eine intensive Mächtigkeit bei meist reduzierten Strömungsgeschwindigkeiten auf. Damit werden die Hangabwinde im Bereich des Hangfußes in die talparallele Strömung umgelenkt. Solche Kaltluftströmungen haben eine hohe Bedeutung für die Belüftung anschließender Siedlungsbereiche. Dies ist auch in **Abb. 2.13** anhand der Darstellungen der Kaltluftschichtdicken zu erkennen. In den schmalen Tälern sind relativ große Kaltluftmächtigkeiten und entsprechend des talparallelen Kaltluftströmens intensive Volumenströme zu erkennen. Die Kaltluftströmungen greifen auch in bebaute Bereiche ein. In dieser Phase sind auch Kaltluftströmungen ausgebildet, die nicht unmittelbar der Geländeneigung folgen. Ein schönes Beispiel zeigt sich im südlichen Bereich des Stadtbezirks Vohwinkel, da sich im Tal der Wupper eine nach Norden gerichtete Kaltluftströmung ausbildet, wobei die Wupper mit leichtem Gefälle nach Süden fließt. Dieser Effekt ist durch den bedeutenden Kaltluftzufluß aus westlichen, südlichen und östlichen Hangbereichen zu erklären, während im Norden durch die dichtbebaute Siedlungsfläche ein Kaltluftzehrgebiet gebildet wird. Damit werden die im Tal der Wupper gesammelten Kaltluftmassen nach Norden gedrängt.

In der zweiten Nachthälfte finden sich in nahezu allen tief gelegenen Bereichen Kaltluftansammlungen und damit geringe Strömungsgeschwindigkeiten (**Abb. 2.14**). Die Bereiche mit intensiven Hangabwinden sind deutlich verringert gegenüber den vorhergehenden Phasen. Dies wird durch die Darstellungen der Kaltluftschichtdicken in **Abb. 2.15** verdeutlicht. Selbst in den dicht bebauten Talbereichen sind Kaltluftansammlungen simuliert. Das führt in dem Tal der Wupper zu einer nach Osten gerichteten Kaltluftströmung mit allerdings geringen Strömungsgeschwindigkeiten.

Ein Vergleich zwischen den berechneten Kaltluftströmungen und Meßdaten ist im Anhang A3 aufgeführt. Insgesamt zeigt sich eine gute Übereinstimmung der berechneten Kaltluftströmungen mit den gemessenen Windverhältnissen an den verfügbaren Meßdaten.

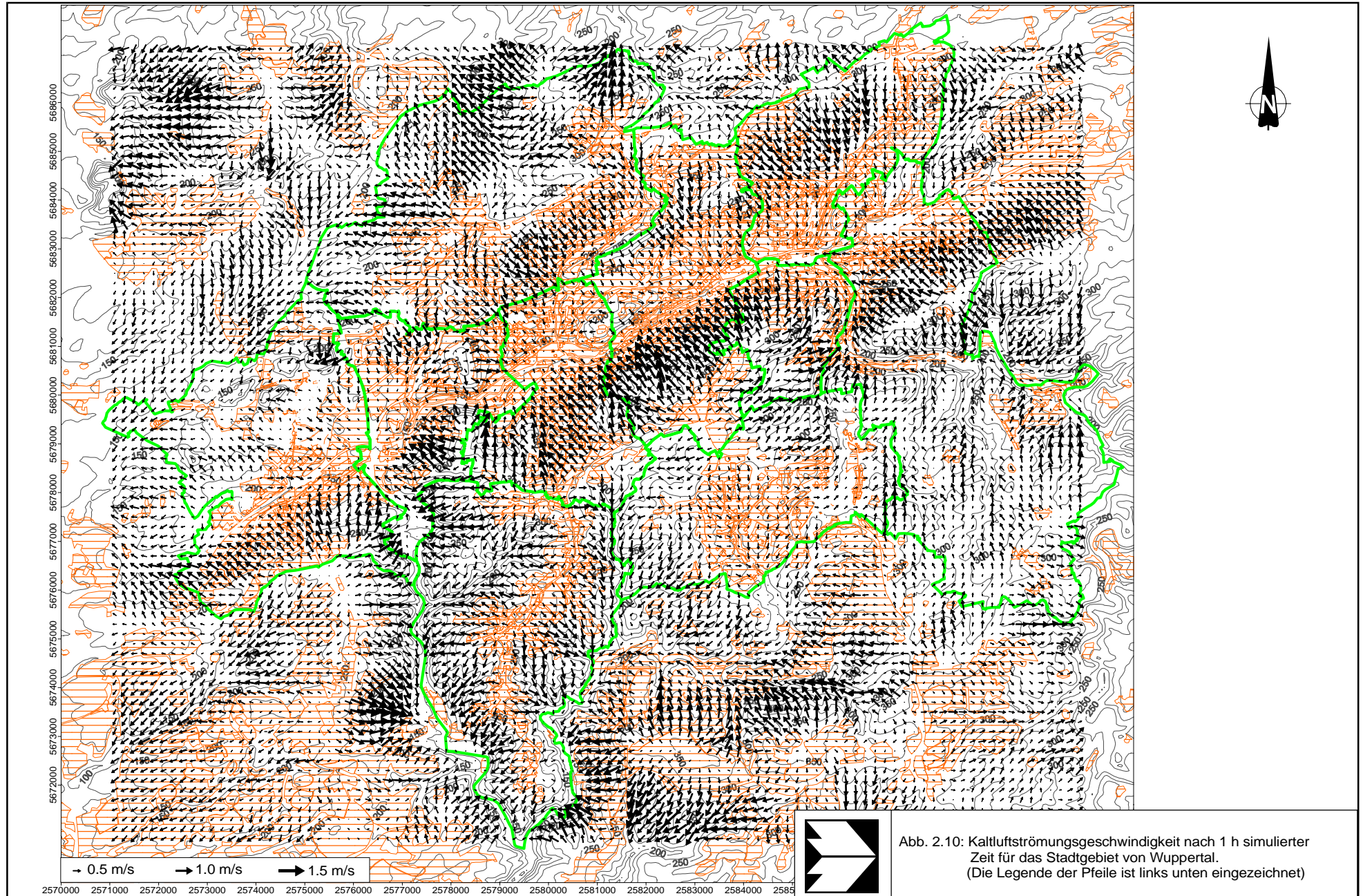


Abb. 2.10: Kaltluftströmungsgeschwindigkeit nach 1 h simulierter Zeit für das Stadtgebiet von Wuppertal.
(Die Legende der Pfeile ist links unten eingezeichnet)

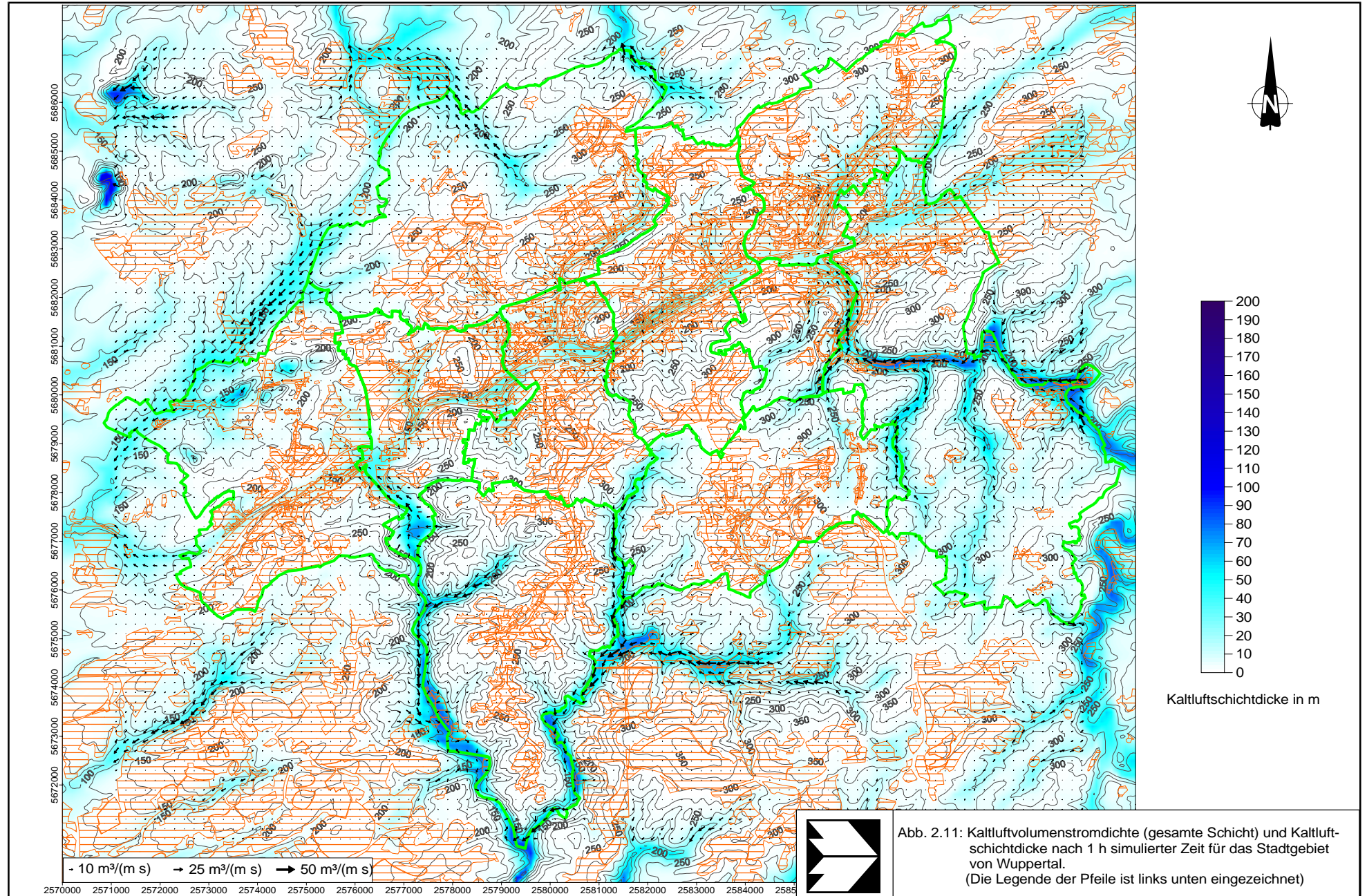


Abb. 2.11: Kaltluftvolumenstromdichte (gesamte Schicht) und Kaltluftschichtdicke nach 1 h simulierter Zeit für das Stadtgebiet von Wuppertal. (Die Legende der Pfeile ist links unten eingezeichnet)

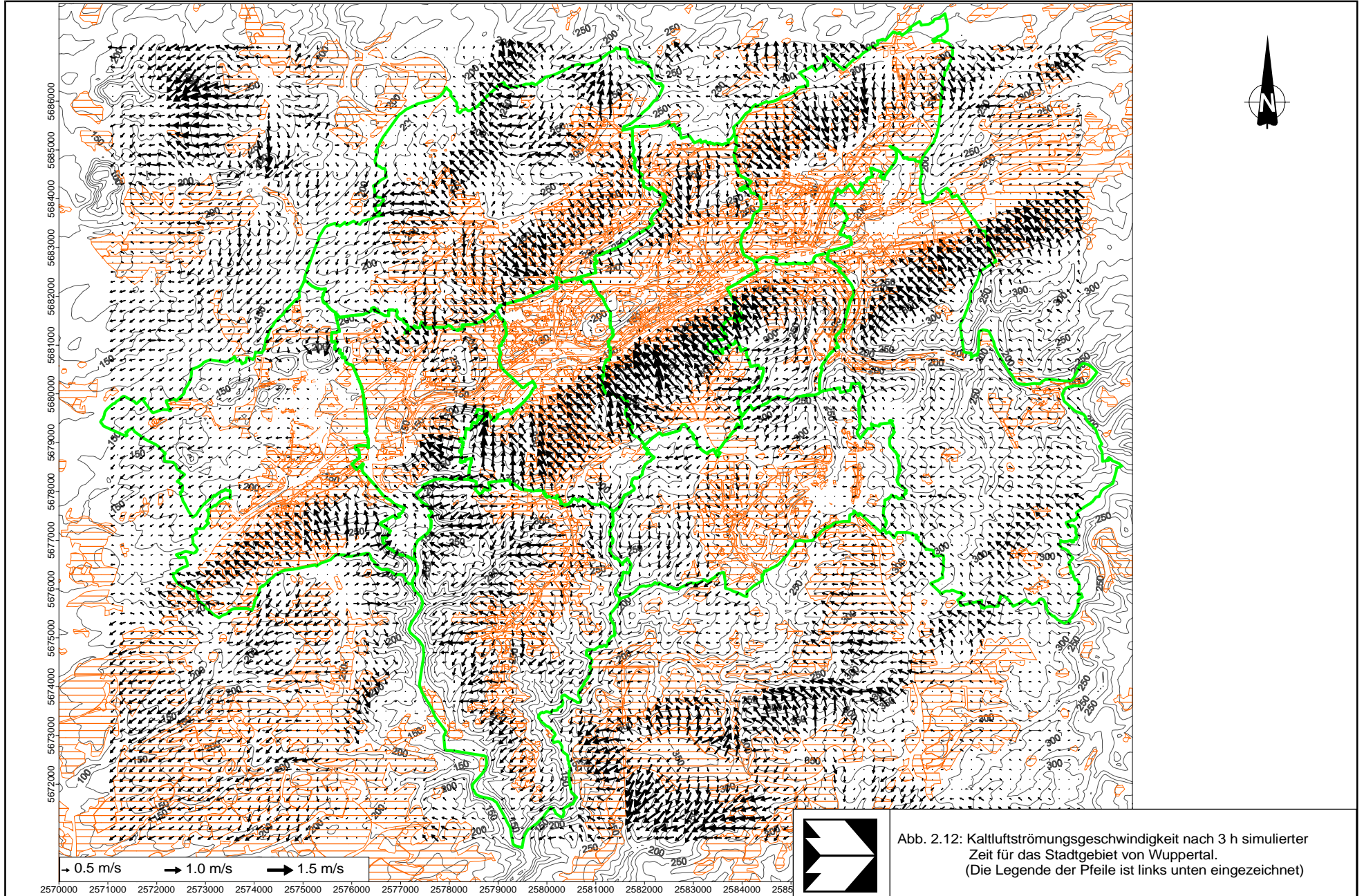


Abb. 2.12: Kaltluftströmungsgeschwindigkeit nach 3 h simulierter Zeit für das Stadtgebiet von Wuppertal.
(Die Legende der Pfeile ist links unten eingezeichnet)

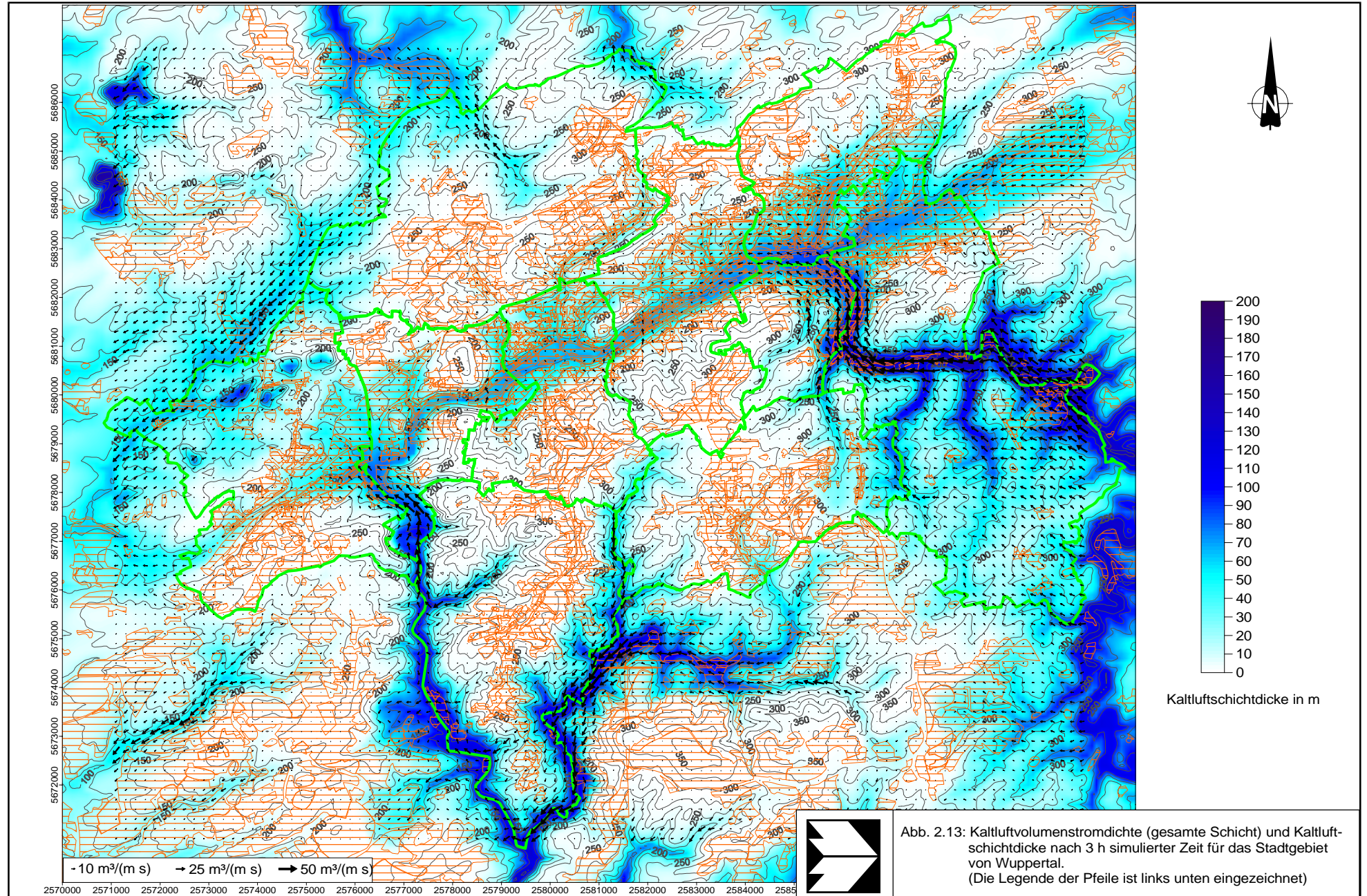


Abb. 2.13: Kaltluftvolumenstromdichte (gesamte Schicht) und Kaltluftschichtdicke nach 3 h simulierter Zeit für das Stadtgebiet von Wuppertal.
(Die Legende der Pfeile ist links unten eingezeichnet)

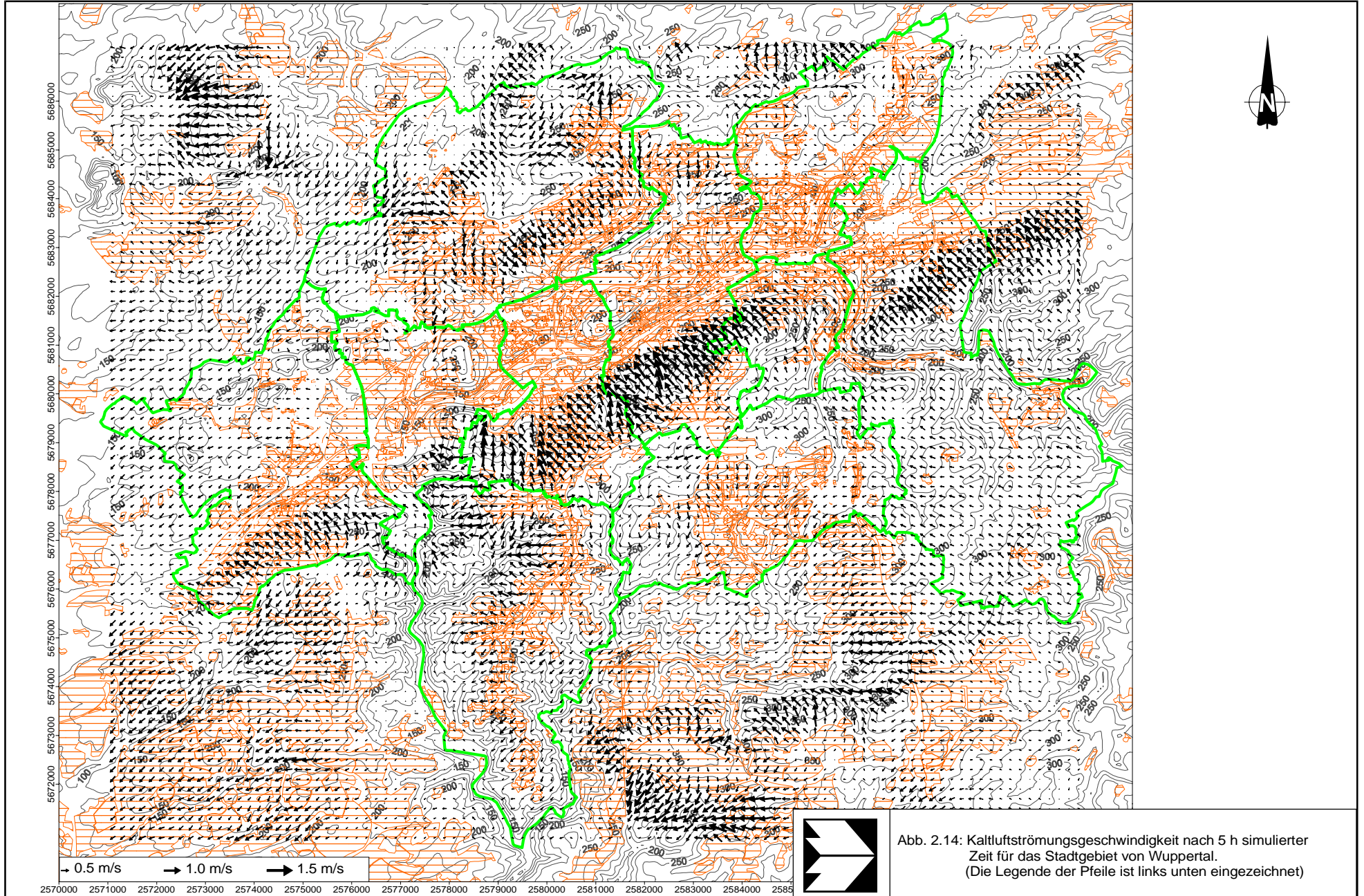


Abb. 2.14: Kaltluftströmungsgeschwindigkeit nach 5 h simulierter Zeit für das Stadtgebiet von Wuppertal.
(Die Legende der Pfeile ist links unten eingezeichnet)

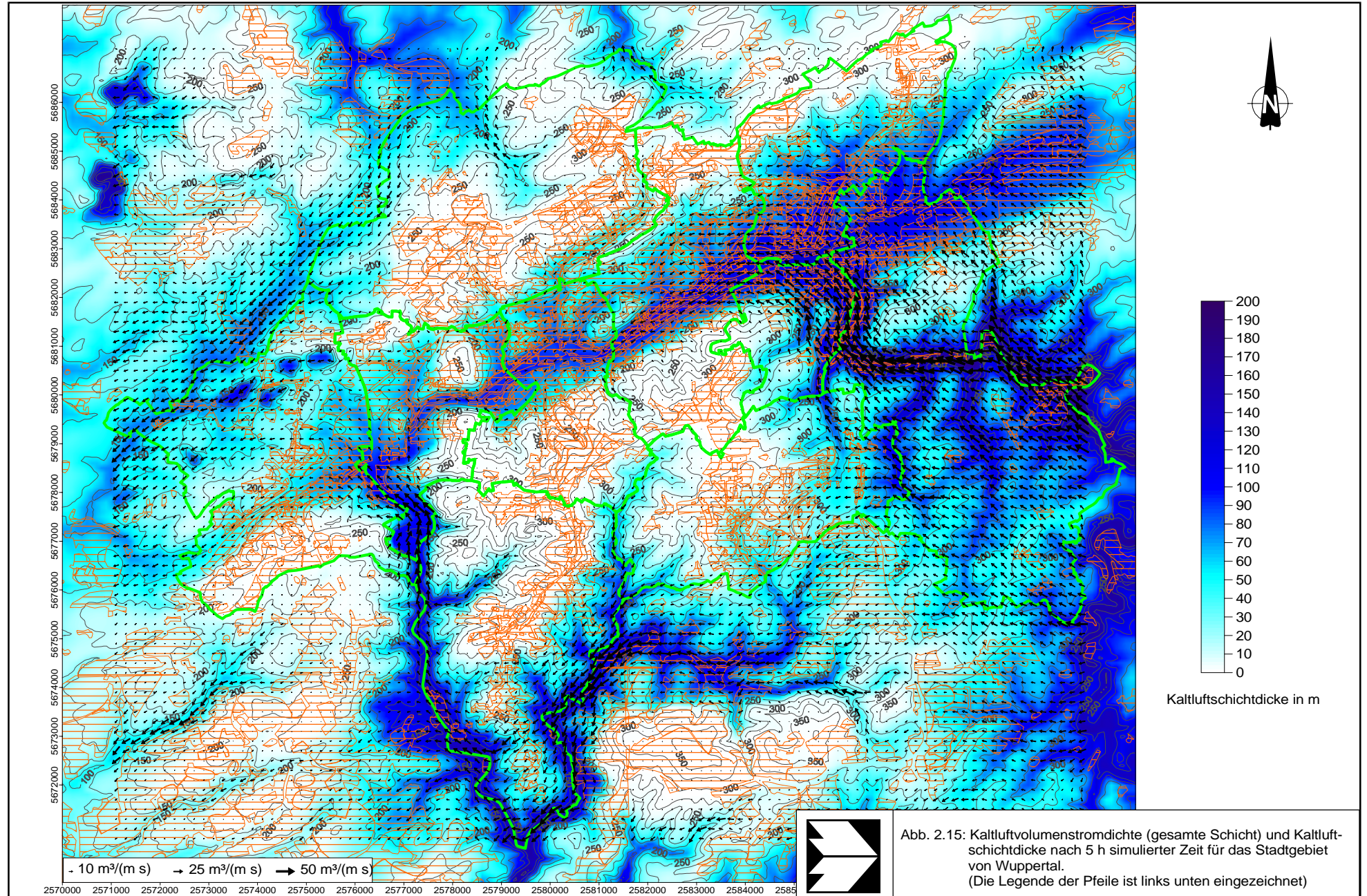


Abb. 2.15: Kaltluftvolumenstromdichte (gesamte Schicht) und Kaltluftschichtdicke nach 5 h simulierter Zeit für das Stadtgebiet von Wuppertal. (Die Legende der Pfeile ist links unten eingezeichnet)

3 UMWELTQUALITÄTSZIELE UND -STANDARDS

Zur Vermeidung von Umweltbelastungen bedingt durch menschliches Handeln sollte die Umweltpolitik Leitbilder und Ziele formulieren und sie auf der Basis naturwissenschaftlicher Kriterien durch Umweltstandards konkretisieren. Damit kann die zu erhaltende oder durch Umweltschutzmaßnahmen wiederherzustellende Umweltqualität beschrieben werden. Die Festlegung der zu erreichenden Umweltqualität unterliegt politischen Wertungen und Entscheidungen, bei der gesellschaftliche Wertungen, naturwissenschaftliche, wirtschaftliche und technische Belange von Bedeutung sind.

Umweltrelevante Leitbilder und Umweltqualitätsziele sind umweltpolitische Vorgaben, die das Erreichen oder Erhalten einer bestimmten Umweltqualität beinhalten. Es ist möglich, Umweltqualitätsziele für verschieden hohe Schutzniveaus zu definieren, die direkt oder in Stufen innerhalb bestimmter Fristen verwirklicht werden. Es ist wissenschaftlich nicht möglich, einen einheitlichen oder übergreifenden Wert für alle Umweltqualitätsziele zu ermitteln, vielmehr muß je nach Medium, Nutzung, Region, Belastungsfaktor und Belastungspfad sowie nach angestrebtem Schutzniveau versucht werden, Kriterien für die Umweltqualität zu ermitteln, die Qualitätsziele idealerweise anhand von Umweltstandards

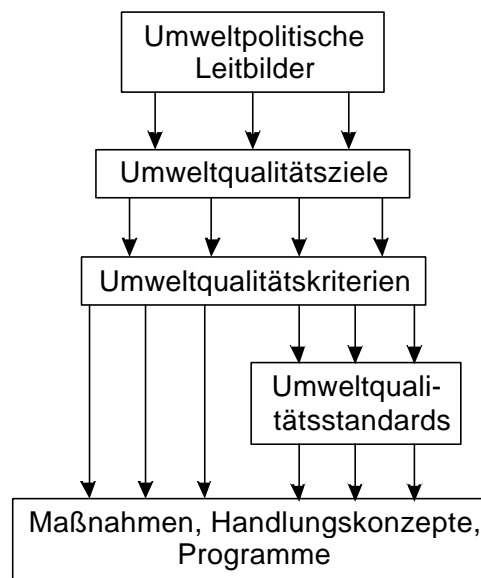


Bild 3.1: Aufbau der Leitbilder, Umweltqualitätsziele bis Maßnahmen

konkretisieren können. Da die Festlegung von Umweltqualitätsstandards teilweise langwierige Entscheidungsverfahren beinhaltet und nicht für alle Umweltqualitätskriterien eindeutige und

quantitativ beschreibende Standards verfügbar sind, können auch relative Ausprägungen der Kriterien zum Erreichen der Umweltqualitätsziele herangezogen werden. Mit Hilfe der Kriterien und im Zusammenhang mit verfügbaren Standards sind geeignete Maßnahmen, Handlungskonzepte oder Programme zum Erreichen der Umweltqualitätsziele aufzustellen. Der Aufbau von den Leitbildern über Umweltqualitätsziele bis zu Maßnahmen ist im Bild 3.1 aufgezeigt.

Nachfolgend werden die verschiedenen Begriffe Leitbild, Umweltqualitätsziele, Umweltqualitätskriterien und Umweltqualitätsstandards beschrieben.

3.1 Definition und Funktion von Leitbildern, Leitlinien, Umweltqualitätszielen und Umweltqualitätsstandards

Leitbilder und Leitlinien

sind übergeordnete, sehr allgemein formulierte Zielvorstellungen der Umweltpolitik. Es handelt sich um idealisierte, richtungsweisende oder vorweggenommene Vorstellungen von der Wirklichkeit.

Umweltqualitätsziele (UQZ)

sind aus allgemeinen Aussagen, wie den umweltbezogenen Leitbildern und Leitlinien, abgeleitet und geben bestimmte, sachlich, räumlich und ggf. zeitlich definierte Angaben wieder, die in konkreten Situationen erhalten oder erreicht werden sollen.

Umweltqualitätskriterien

kennzeichnen die Höhe bzw. Intensität des Einwirkungsfaktors für ein jeweils definiertes Schutzniveau aus naturwissenschaftlicher Sicht. Im Zuge ihrer Umsetzung können daraus mehr oder weniger verbindliche Standards oder Richt- bzw. Grenzwerte abgeleitet und festgelegt werden. Die Kriterien können auch als relative Größen zur Beschreibung der Entwicklung bezüglich der Umweltqualitätsziele und zur Ableitung von Maßnahmen bzw. Handlungskonzepten herangezogen werden.

Umweltqualitätsstandards (UQS)

kennzeichnen die zu erreichenden oder einzuhaltenden Werte für ein politisch vorgegebenes Umweltqualitätsziel, die in der Praxis anwendbar sind. Sie dienen als Maßstab für die Kontrolle

der Notwendigkeit oder der Effektivität von Maßnahmen, indem sie für einen bestimmten Parameter oder Indikator die angestrebte Ausprägung, das Meßverfahren und die Rahmenbedingungen festlegen.

3.2 Leitbilder und Leitlinien

In den letzten Jahren prägt der Ansatz der "nachhaltigen Entwicklung" in Bezug auf die Belange des Umweltschutzes die Leitbilder und Leitlinien. Für die Bereiche Klima und Lufthygiene bedeutet das die Erhaltung bzw. Verbesserung der klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse innerhalb des Stadtgebietes von Wuppertal und der weiteren Umgebung unter der Voraussetzung, notwendige und den Wirtschaftsraum erhaltende räumliche und wirtschaftliche Entwicklungen zuzulassen. Gleichmaßen sind davon auch Entwicklungen betroffen, die sich überregional auf die klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse auswirken (z.B. globale Klimaänderung durch Freisetzung klimarelevanter Spurenstoffe).

3.3 Umweltqualitätsziele

Umweltqualitätsziele dienen als Bewertungsinstrumente für die bereits heute bestehenden Belastungen und sind auf eine langfristige Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen ausgerichtet. Basierend auf Angaben in der Literatur, bestehenden gesetzlichen Grenz- und Vorsorgewerten, Richtlinien und häufig eingesetzten Bewertungsmaßstäben werden nachfolgend für die Bereiche Klima und Lufthygiene beispielhaft Umweltqualitätsziele aufgeführt, damit das Spektrum der bislang diskutierten relevanten Umweltqualitätsziele aufgezeigt wird. In einem zweiten Schritt werden Vorschläge von Umweltqualitätszielen formuliert, die im Stadtgebiet von Wuppertal Anwendung finden sollen. Hierbei kommt dem Kfz-Verkehr eine besondere Beachtung zu, da er in dichtbesiedelten Bereichen als wesentlicher bodennaher Schadstoffemittent intensiv zur Luftschadstoffbelastung beiträgt und räumlich nahezu überall präsent ist.

3.3.1 Luft und Globalklima

Als übergeordnete und allgemein formulierte Umweltqualitätsziele sind in der Literatur folgende genannt:

- Verringerung der direkten und indirekten klimarelevanten Emissionen (CO₂, NO₂).
- Verringerung des CO₂-Ausstoßes durch den Verkehr.
- Vermeidung und Verringerung des Ausstoßes von Ozonvorläufersubstanzen (Kohlenwasserstoffe, NO_x etc.).

3.3.2 Luftschaadstoffe im Stadtgebiet

Um aus den o.g. Zielen konkrete Handlungen abzuleiten, ist es erforderlich, regionalspezifische Umweltqualitätsziele zu formulieren, die in den jeweiligen Raumbezügen durch definierte Maßnahmen erreichbar sind. Für die Luftschaadstoffbelastung besteht eine große Anzahl an gesetzlichen Grenzwerten, an Empfehlungen zu Vorsorgewerten und einige Beispiele für ausgearbeitete Umweltqualitätsziele. Die Beschreibung der bestehenden Grenz-, Vorsorge- und Leitwerte ist im Anhang A1 aufgeführt.

Beispiele für die Aufstellung und Nennung von lufthygienischen Werten als Umweltqualitätsziele sind im Anhang A5 aufgeführt. Zum Erreichen der Luftgütestandards bedarf es eines konkreten Umsetzungsplans, der beispielsweise im Rahmen eines Luftreinhalteplans mit entsprechenden Maßnahmen versehen ist. Für die Umsetzung der Umweltqualitätsziele für den Bereich Lufthygiene im Rahmen der Fachplanungen sind neben den übergeordneten Zielen in Form von Belastungswerten noch weitere Nennungen von Zielen zu empfehlen, die planungsbezogen umsetzbar sind. Im Anhang A5 werden beispielsweise Ziele der Stadt Leipzig vorgestellt. Diese setzen sich aus Beschreibungen von Planungszielen zusammen, ohne quantitative Angaben zu nennen.

Umweltqualitätsziele Lufthygiene für Wuppertal:

Die nachfolgende Aufzählung von Umweltqualitätszielen ist nicht als Rangfolge aufzufassen und nur unter fachlichen Gesichtspunkten aneinandergereiht.

- Die Luftqualität im Stadtgebiet Wuppertal soll bezogen auf die Immissionskonzentration aller Luftschaadstoffe nachhaltig eine Qualität erreichen, die dem Vorsorgeanspruch in Bezug auf die menschliche Gesundheit, das menschliche Wohlbefinden, dem Schutz von Kultur- und Sachgütern sowie dem Erhalt von Pflanzen und Tieren Rechnung trägt. Das Erreichen

dieser Luftqualität ist im Rahmen der kommunalen Möglichkeiten zu verfolgen. Mit dem Ziel, die Luftbelastung in der Stadt auf ein umwelt- und gesundheitsverträgliches Maß zu reduzieren hat die Stadt Wuppertal als Schlüsselmeßgröße eine NO₂-Belastung von 50 µg/m³ (Jahresmittelwert) festgeschrieben. Zu empfehlen ist die Festlegung weiterer Immissionskonzentrationswerte wie z.B. in Anhang A5 aufgeführt.

- Auf Wohnsiedlungsflächen, Freizeit- und Erholungsflächen (Waldflächen, Grünanlagen etc.) und Flächen für den Nahrungsmittelanbau ist der Erhalt bzw. die Wiederherstellung einer am langfristigen Schutz orientierten Luftqualität besonders zu gewährleisten, d.h. die o.g. Zielwerte sollten flächenhaft eingehalten werden,
- Besonders schutzwürdige Bereiche (z.B. Kindergärten, Krankenhäuser, Altenheime) sind von lokalen Schadstoffbelastungen zu entlasten bzw. freizuhalten, d.h. dort ist überall eine Einhaltung der Zielwerte anzustreben,
- Die Emission von krebserzeugenden Luftverunreinigungen (z.B. Benzol), die keinen Schwellenwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit aufweisen, soll gegen Null tendieren (Minimierungsgebot),
- Zusätzliche bodennahe Schadstoffemittenten sind in Wohnsiedlungsflächen, Freizeit- und Erholungsflächen zu vermeiden, d.h. u.a. Vermeidung bzw. weitgehende Verringerung des Kfz-Verkehrs,
- Geplante Wohnnutzungen sind im Einflußbereich bestehender Emittenten bzw. in hochbelasteten Bereichen zu vermeiden,
- Ansiedlung möglicher Schadstoffemittenten sind in Bezug auf die Auswirkungen auf benachbarte Nutzungen und das gesamte Stadtgebiet zu vermeiden bzw. kritisch zu prüfen.
- Senkung der Schadstoffemissionen innerhalb des Stadtgebietes durch Förderung emissionsarmer Energieträger und Minderung unnötiger Energieverluste (z.B. Wärmedämmung).

3.3.3 Lokalklima

Die lokalklimatischen Verhältnisse sind für den Menschen spürbar und prägen dessen Wohlbefinden. Das betrifft im wesentlichen die Lufttemperatur, die Luftfeuchte und die Windverhältnisse. Zudem besteht ein funktionaler Zusammenhang zwischen den lokalklimatischen und lufthygienischen Verhältnissen. Für die Belange des Lokalklimas bestehen keine gesetzlichen oder übergeordneten und allgemeingültigen Regelungen mit quantitativen Angaben. Vielmehr sind relative und lokal bezogene Aussagen zu diesen Belangen die Regel, die in Form veröffentlichter Klimaanalysen bzw. Klimauntersuchungen zur Verfügung stehen. Die Richtlinie VDI 3787, Blatt 2 "Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung, Teil 1: Klima" gibt zwar Möglichkeiten der bioklimatischen Bewertung. Allerdings ist der Aufwand für die notwendige Beschaffung der Eingangsdaten sehr groß und eine Anwendung auf flächenhafte Bereiche ist nur teilweise möglich. Die Richtlinie VDI 3787, Blatt 1 "Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen" nennt in den Definitionen der darzustellenden klimarelevanten Parameter Größen für siedlungsrelevante Kaltluftströmungen (Massenstrom von 10 000 m³/s als stark und 1 000 bis 10 000 m³/s als mittel) sowie Mindestbreiten für Luftleitbahnen. Die Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen (Deutscher Bäderverband 1991 und 1998) heben intensiv die Bedeutung der bioklimatischen Verhältnisse hervor, nennen jedoch nur wenige quantitativen Wertmaßstäbe, wie z.B. bioklimatische Wärmebelastung an weniger als 20 Tagen. Die derzeitige Überarbeitung der Begriffsbestimmungen wird durch weitere Bewertungskriterien ergänzt, die im Laufe des Jahres 1999 veröffentlicht werden sollen.

Demzufolge basieren die im folgenden genannten Umweltqualitätsziele für lokalklimatische Aspekte auf Angaben und Ergebnissen verfügbarer Klimauntersuchungen in vergleichbaren topographischen Lagen und auf fachlichen Schlüssen aus den verfügbaren Klimadaten und -informationen sowie den topographischen Gegebenheiten für das Stadtgebiet von Wuppertal.

Umweltqualitätsziele Klima für Wuppertal:

Die nachfolgende Aufzählung von Umweltqualitätszielen ist nicht als Rangfolge aufzufassen und nur unter fachlichen Gesichtspunkten aneinandergereiht.

-
- Schaffung eines Lokalklimas innerhalb des Stadtgebietes, das eine anthropogen verursachte klimatische Streßbelastung für den Menschen verringert, indem künstliche Überwärmungsbereiche reduziert bzw. vermieden werden.
 - Vermeidung zusätzlicher Versiegelung und Verringerung bestehender Versiegelung, die intensiv zur bodennahen Überwärmung gegenüber dem Freiland beiträgt.
 - Der Anteil an privaten und öffentlichen Grünanlagen und Parks ist kleinräumig im innerstädtischen Bereich beizubehalten und weiterzuentwickeln, da diese den Luftaustausch begünstigen, eine Verdünnung der Luftschadstoffe bewirken, staubförmige Schadstoffe zurückhalten und einer Überwärmung entgegenwirken.
 - Erhaltung und Förderung des Luftaustausches, insbesondere durch Kaltluftschneisen und Luftleitbahnen. Die Kaltluft- und Frischluftentstehungsgebiete sowie Kaltluftammelgebiete und Luftleitbahnen sind von Versiegelung und Zerschneidung freizuhalten und in ihrer Funktionsfähigkeit zu sichern und weiterzuentwickeln. Besonders die siedlungsnahen Freiflächen sind in ihrem großen Flächenzusammenhang von außerordentlicher Bedeutung für den klimatischen Ausgleich und damit als Frischluftentstehungsgebiete vorrangig vor Versiegelung und Luftbelastung durch bodennahe Emittenten zu schützen.
 - Vermeidung der Schaffung von Strömungshindernissen in Form großer Bauwerke, die die Belüftung nahegelegener sensibler Nutzungen einschränken bzw. zu intensiven Düseneffekten im direkten Nahbereich führen.
 - Hangbereiche, die zum Tal der Wupper orientiert sind, sollten von zusätzlicher Bebauung und Versiegelung freigehalten werden. Damit werden bestehende Kaltluftentstehungsbereiche und die Hangabwinde erhalten, die direkt zu thermischen Begünstigungen in Siedlungsbereichen führen.
 - In den Hangbereichen sollten bauliche Verdichtungen nur unter Beachtung der Hangwinde erfolgen, so daß das Eindringen der Kaltluftabflüsse in die Siedlungsbereiche nicht verhindert wird.

3.4 Umweltqualitätskriterien

Im Bereich der Lufthygiene stellen Angaben der Konzentrationen der Luftschadstoffbelastungen aussagekräftige Kriterien dar, zumal die Belastungen anhand von bestehenden Beurteilungswerten bewertet werden können. Das betrifft Messungen relevanter Schadstoffgruppen (z.B. NO₂, Benzol, SO₂, CO und eventuell Ozon und Ruß) über mehrere Jahre an einzelnen Standorten, damit sowohl die Intensität der Belastungen als auch die zeitliche Entwicklung erfaßt werden. Flächendeckende Messungen in Form von Immissionskatastern geben einen Überblick über die räumliche Verteilung der Luftschadstoffe im Stadtgebiet.

Die Stadt Wuppertal erfaßt seit 1989 die Luftschadstoffbelastung meßtechnisch. Die Messungen der Luftschadstoffe erfolgen an kontinuierlich erfassenden Meßstationen und zusätzlich an mehreren sog. Immissionsschwerpunkten, an denen stichprobenhafte Messungen erfolgen, um die räumliche Verteilung zu dokumentieren (s. Kap. 2.2). Diese Messungen der Luftschadstoffe werden im Auftrag der Stadt Wuppertal in gewissen Intervallen durchgeführt. Ergänzend ist der Betrieb einer Festmeßstation des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen in Kürze vorgesehen.

Flächendeckende Erfassungen der Emissionen dienen ebenfalls in Zusammenhang mit Immissionsmessungen als Kriterien für den Bereich Lufthygiene. Durch relative Vergleiche der Emissionen bzw. Emissionskataster unterschiedlicher Jahre können Aussagen über die Entwicklungen der lufthygienischen Verhältnisse getroffen werden.

Für das Stadtgebiet von Wuppertal stehen durch das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen periodisch Emissionskataster verschiedener Quellengruppen zur Verfügung.

Im Bereich Klima stellen ebenfalls Meßdaten (Lufttemperatur, Feuchte, Niederschlag, Strahlung, Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung) die wesentlichen Größen der Beurteilung der Umweltkriterien dar. Diese dienen dem relativen Vergleich bzw. der Dokumentation der zeitlichen Entwicklung, da allgemeingültige Beurteilungswerte fehlen.

Innerhalb des Stadtgebietes von Wuppertal werden meteorologische Messungen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) und im Auftrag der Stadtverwaltung an mehreren Meßstationen durchgeführt.

Neben Meßdaten der Klimaparameter sind ergänzend Änderungen der Landnutzung als Indikatoren anwendbar. Die Entwicklungen und Änderungen der Zusammensetzung der Landnutzung kann z.B. durch Versiegelungsgrad, Bebauungsdichte, Grünanteil etc. beschrieben werden. Diese Änderungen wirken sich wiederum auf die lokalklimatischen Verhältnisse aus, die unter fachlichen Gesichtspunkten zu bewerteten Klimabereichen (Klimatopen) zusammengefaßt werden.

3.5 Umweltqualitätsstandards

Allgemeingültige Umweltqualitätsstandards als Beurteilungswerte für die Umweltqualitätskriterien im Bereich Klima und Lufthygiene bestehen nicht. In Deutschland existieren in Bezug auf die Luftschadstoffbelastungen Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Anhang A1). Diese setzen sich aus rechtlich verbindlichen Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Gefahrenabwehr) und aus Vorsorgewerten, die größtenteils nicht rechtsverbindlich sind, zusammen. Damit gibt es keine allgemeingültigen Luftschadstoffbelastungswerte im Sinne der Umweltqualitätsziele, die auf unterschiedliche räumliche Verhältnisse anwendbar sind. Vielmehr könnten im Rahmen einer Nennung von Umweltqualitätszielen und damit einzuhaltender Luftschadstoffbelastungen im Sinne der Vorsorgewerte diese in Wuppertal als Umweltqualitätsstandards festgelegt werden, soweit sie von entsprechenden fachlichen und politischen Gremien in Wuppertal bestätigt und eingeführt werden. Beispiele solcher Umweltqualitätsstandards für Luftschadstoffbelastungen sind in Anhang A5 gegeben. Desweiteren können beispielsweise Begrenzungen der Emissionsstärken einzelner Quellengruppen in ausgewählten räumlichen Einheiten, wie z.B. dem Stadtgebiet, Landkreis o.ä., erstellt und als Standard definiert werden.

Aufgrund fehlender verbindlicher Bewertungsmaßstäbe für klimatische Belange können Umweltqualitätsziele nur für ausgewählte räumliche Einheiten (z.B. Stadtgebiet, Wohnsiedlung, Park, Freizeitgelände etc.) als relative Größen aufgestellt werden. Eine Überführung der relativen Maßstäbe in Standards könnte durch fachliche und politische Gremien erfolgen. Dies ist bislang in Deutschland nicht gegeben und würde einer Vorreiterrolle entsprechen.

4 BEWERTUNG DER LUFTHYGIENISCHEN UND KLIMATISCHEN SITUATION

4.1 Klimaanalysekarte

Ein Bestandteil des Handlungskonzeptes Klima und Lufthygiene von Wuppertal ist die Erstellung einer Klimaanalysekarte, die die lokalklimatischen Gegebenheiten in diesem Gebiet als flächenhafte Übersicht darstellt. Die Erstellung der Klimaanalysekarte erfolgt unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 3787, Blatt 1 "Umweltmeteorologie, Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen".

Die Klimaanalyse 1986 der Stadt Wuppertal (Bangert et al., 1988) stellt die wesentliche Grundlage dar. Diese Karte wird anhand der Änderungen der Bebauung und Landnutzung auf der Grundlage der aktuellen Luftbilder aktualisiert. Nachdem die bestehende Klimaanalysekarte auf der Basis intensiver Meßkampagnen erarbeitet wurde, wird die Zuordnung der Bereiche zu den Klimatopen weitgehend übernommen. Zum Zeitpunkt der Erstellung der Klimaanalyse 1986 (Bangert et al., 1988) existierte die Richtlinie VDI 3787, Blatt 1 noch nicht, so daß teilweise unterschiedliche Benennungen und Beschreibungen der Klimatope vorliegen. Die Abweichungen der Benennung und inhaltlichen Beschreibung der Klimatoptypen werden bei der nachfolgenden Beschreibung der Klimatope entsprechend der Richtlinie VDI 3781, Blatt 1 aufgeführt. Ergänzend werden Informationen der Kaltluftströmungen basierend auf Kaltluftsimulationen (s. Kap. 2.3) hinzugefügt. Aus den gemessenen Winddaten werden, soweit möglich, Durchlüftungsrichtungen gekennzeichnet. Abweichend von der Klimaanalyse 1986 wird die Ausweisung "Sonderklima" für Abgrabungs- und Aufschüttungsflächen nicht übernommen, sondern durch die Klimatopbezeichnung "Gewerbeklimatop" ersetzt. Die thermischen Charakteristika dieses Klimatoptyps treffen auch auf Abgrabungen und Steinbrüche zu. Die Abbaugelände weisen wie Gewerbegebiete auch erhöhte Schadstoffaufkommen auf.

Das in Kap. 2 beschriebene Datenmaterial und die daraus abgeleiteten Karten sind für die Klimaanalysekarte die wesentliche Grundlage. Als weitere Arbeits- und Informationsgrundlagen wurden benutzt:

- Klimaanalysekarte von Wuppertal aus dem Jahr 1986
- Topographische Karten (M = 1 : 25 000 und 1 : 10 000)
- Stadtplan Wuppertal

- Flächennutzungsplan
- Luftbildpläne des Gesamtgebietes
- Ortsbesichtigungen im Untersuchungsgebiet
- Ergebnisse der Kaltluftsimulationen.

Die thematischen Ausweisungen der Klimaanalysekarte werden im folgenden erläutert. Zum Verständnis der Klimaanalysekarten sei darauf hingewiesen, daß die Ausweisung der Klimatope nicht als parzellenscharf bzw. metergenau aufzufassen ist; es ergeben sich Toleranzen von 50 m bis 100 m, da sowohl die inhaltliche Festlegung der Grenzen unter Berücksichtigung von Übergangsbereichen als auch die Zeichengenauigkeit aufgrund der verwendeten Arbeitsmaterialien einkalkuliert werden muß. Für genauere Aussagen sind fachliche Detailgutachten notwendig. Die Verteilung der Pfeilsignaturen veranschaulicht symbolisch die für Siedlungen relevanten Luftströmungen.

Klimatope

Klimatope beschreiben Gebiete mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen. Diese unterscheiden sich vornehmlich nach dem thermischen Tagesgang, der Rauigkeit (Windfeldstörung), der topographischen Lage bzw. Exposition und vor allem nach der Art der realen Flächennutzung.

Da in besiedelten Räumen die mikroklimatischen Ausprägungen im wesentlichen durch die reale Flächennutzung und insbesondere durch die Art der Bebauung bestimmt werden, sind die Klimatope nach den dominanten Flächennutzungsarten benannt.

Gewässer-Klimatop

Das Gewässer-Klimatop hat gegebenüber der Umgebung einen ausgleichenden thermischen Einfluß durch schwach ausgeprägte Tages- und Jahresgänge; dort sind die Lufttemperaturen im Sommer tagsüber niedriger und nachts höher als in der Umgebung. Das Gewässer-Klimatop zeichnet sich durch hohe Luftfeuchtigkeit und Windoffenheit aus.

Dieses Klimatop ist vorwiegend großflächigen Gewässern zugeordnet, während kleine Wasserflächen überwiegend zur Orientierung aufgenommen wurden. Dieser Hinweis bedeutet jedoch keine Abwertung ihrer kleinräumigen Klimarelevanz.

Freiland-Klimatop

Das Freiland-Klimatop weist einen extremen Tages- und Jahresgang der Temperatur und Feuchte sowie sehr geringe Windströmungsveränderungen auf. Damit ist eine intensive nächtliche Frisch- und Kaltluftproduktion verbunden. Dies trifft insbesondere auf ausgedehnte Wiesen- und Ackerflächen sowie auf Freiflächen mit lockerem Gehölzbestand zu. (Das Freiland-Klimatop wurde in der Klimaanalyse 1986, Wuppertal als Wiesen-/Ackerklima bezeichnet).

Wald-Klimatop

Das Wald-Klimatop zeichnet sich durch stark gedämpfte Tages- und Jahresgänge der Temperatur und Feuchte aus. Während tagsüber durch die Verschattung und Verdunstung relativ niedrige Temperaturen bei hoher Luftfeuchtigkeit im Stammraum vorherrschen, treten nachts relativ milde Temperaturen auf. Zudem wirkt das Blätterdach als Filter gegenüber Luftschadstoffen, so daß die Wald-Klimatope als Regenerationszonen für die Luft und als Erholungsraum für den Menschen geeignet sind. In Hanglagen stellen Wälder auch intensive Kaltluftproduktionsbereiche dar.

Grünanlagen-Klimatop

Innerörtliche, parkartige Grünflächen wirken aufgrund des relativ extremen Temperatur- und Feuchte-Tagesganges und der damit verbundenen Kalt- und Frischluftproduktion ausgleichend auf die bebaute und meist überwärmte Umgebung. Größere Grünflächen dienen als Ventilationsschneisen. Innerörtliche Grünflächen mit dichtem Baumbestand stellen durch Verschattung tagsüber kühle Ausgleichsflächen mit hoher Luftfeuchtigkeit gegenüber der erwärmten Umgebung dar. (Das Grünanlagen-Klimatop wurde in der Klimaanalyse 1986, Wuppertal als Parkklima bezeichnet).

Gartenstadt-Klimatop

Das Gartenstadt-Klimatop umfaßt bebaute Flächen mit offener, ein- bis dreigeschossiger Bebauung und reichhaltigen Grünflächen. Gegenüber dem Freiland-Klimatop sind alle Klimaelemente leicht modifiziert, wobei eine merkliche nächtliche Abkühlung stattfindet und Regionalwinde nur unwesentlich gebremst werden. (Das Gartenstadt-Klimatop wurde in der Klimaanalyse 1986, Wuppertal als Dorfklima bezeichnet).

Stadtrand-Klimatop

Das Stadtrand-Klimatop wird durch dichter stehende, maximal dreigeschossige Einzelgebäude, Reihenhäuser oder Blockbebauung mit Grünflächen oder durch maximal fünfgeschossige freistehende Gebäude mit Grünanlagen bestimmt. Die nächtliche Abkühlung ist stark eingeschränkt und im wesentlichen von der Umgebung abhängig. Die lokalen Winde und Kaltluftströme werden behindert, während Regionalwinde stark gebremst werden.

Stadt-Klimatop

Mehrgeschossige geschlossene Bebauung mit wenig Grünflächenanteilen und freistehenden Hochhäusern prägt das Stadt-Klimatop. Bei starker Aufheizung am Tage ist die nächtliche Abkühlung sehr gering. Dadurch entsteht gegenüber der Umgebung ein Wärmeinseleffekt mit relativ niedriger Luftfeuchtigkeit. Die dichte und hohe Bebauung beeinflusst die regionalen und überregionalen Windsysteme in erheblichem Umfang, so daß der Luftaustausch eingeschränkt ist und eine insgesamt hohe Schadstoffbelastung besteht. In den Straßenschluchten sind sowohl hohe Luftschadstoff- und Lärmeinwirkungen als auch böenartige Windverwirbelungen anzutreffen.

Stadtkern-Klimatop

Dichte und hohe innerstädtische Bebauung mit sehr geringen Grünanteilen führt tagsüber zu starker Aufheizung und nachts zur Ausbildung einer deutlichen Wärmeinsel bei durchschnittlich geringer Luftfeuchtigkeit. Die massive Bebauung führt im Einklang mit der ausgeprägten Wärmeinsel zu bedeutender Beeinflussung der regionalen und überregionalen Winde. Insgesamt besteht eine hohe Schadstoffbelastung. In den Straßenschluchten treten neben böenartigen Windverwirbelungen hohe Luftschadstoff- und Lärmbelastungen auf. (Das Stadtkern-Klimatop wurde in der Klimaanalyse 1986, Wuppertal als Cityklima bezeichnet).

Gewerbe-Klimatop / Industrie-Klimatop

Das Gewerbe-Klimatop entspricht im wesentlichen dem Klimatop der verdichteten Bebauung (Stadtrand), d.h.: Wärmeinseleffekt, geringe Luftfeuchtigkeit, erhebliche Windfeldstörung. Zusätzlich sind vor allem ausgedehnte Zufahrtsstraßen und Stellplatzflächen sowie erhöhte Emissionen zu nennen. Im nächtlichen Wärmebild fällt teilweise die intensive Auskühlung im Dachniveau großer Hallen auf (insbesondere mit Blechdächern), während die von Gebäuden gesäumten Straßenschluchten und Stellplätze weiterhin stark erwärmt bleiben.

Das Industrie-Klimatop ist mit dem Stadtkern- und Stadt-Klimatop vergleichbar, weist aber großflächige Verkehrsflächen und weit höhere Emissionen auf (eventuell genehmigungsbedürftige Anlagen). Bei intensiver Aufheizung am Tage bildet sich auch nachts aufgrund der Ausdehnung versiegelter Flächen eine deutliche Wärmeinsel aus, obwohl die Dächer der Hallen teilweise bemerkenswert auskühlen. Die am Boden befindlichen Luftmassen sind erwärmt, trocken und mit Schadstoffen angereichert. Die massiven Baukörper und die bodennahe Erwärmung verändern das Windfeld wesentlich.

Diese beiden Klimatope wurden in der Klimaanalyse Wuppertal 1986 zusammengefaßt und im Rahmen dieser Untersuchung so übernommen. Zudem wird das Sonderklima der Abgrabungs- und Aufschüttungsflächen diesem Klimatop zugewiesen.

Bahnanlagen-Klimatop

Das Bahnanlagen-Klimatop ist durch eine intensive Erwärmung am Tag und eine rasche nächtliche Abkühlung gekennzeichnet; allerdings liegen die Oberflächentemperaturen dort höher als im Freiland. Die Gleiskörper sind aufgrund ihrer geringfügigen Überbauung windoffen und dienen in bebauten Gebieten oftmals als Luftleitbahnen bzw. Luftaustauschflächen. Ihre Berücksichtigung als Klimatop erfolgt ab einer Breite von ca. 50 m, d.h. nur im Falle mehrgleisiger Bahnstrecken.

Kaltluftbereiche, Besonderheiten der Reliefstruktur

Die Belüftung der Siedlungsgebiete hat eine wesentliche Funktion insbesondere während austauscharmer Wetterlagen. Deshalb sind die Kaltluftflüsse, welche die nächtliche Frischluftzufuhr bewirken und Hindernisse für die siedlungsgerichtete Kaltluftströmung in dieser Karte besonders gekennzeichnet.

Kaltlufteinzugsgebiete

Die Kaltlufteinzugsgebiete zeichnen sich durch eine hohe Kalt- und Frischluftproduktion aufgrund der negativen nächtlichen Energiebilanz aus. Dies trifft auf größere zusammenhängende Freiflächen zu, während bebaute Gebiete und Wasserflächen aufgrund geringerer Kaltluftproduktion von diesen Bereichen ausgenommen werden.

Die mittlere Kaltluftproduktionsrate über Freiflächen beläuft sich auf ca. 12 m³ pro m² und Stunde, wobei dieser Wert mit größerer Hangneigung zunimmt (King, 1973). Obwohl der Wald insgesamt wärmer erscheint, darf seine Kaltluftproduktionsrate gegenüber der von Freiflächen

nicht unterschätzt werden: der erzielte Abkühlungsgrad ist über Freiflächen zwar höher, d.h. die Luft kühlt über Freiflächen stärker ab als über Wäldern, dafür beeinflusst der Wald ein größeres Luftvolumen (vgl. auch Gossmann, 1987). In Hanglagen trägt der Wald intensiv zu Kaltluftproduktion und zum Kaltluftfluß bei. Dementsprechend werden im Untersuchungsgebiet von Wuppertal alle Freiflächen und Waldflächen als Kaltluftentstehungs- und Kaltlufteinzugsgebiete aufgefaßt.

Kaltluftsammlgebiet

Das Kaltluftsammlgebiet bezeichnet ein größeres, räumlich zusammenhängendes Gebiet, in dem sich durch Kaltluftabfluß aus Kaltlufteinzugsgebieten und/oder durch Kaltluftbildung vor Ort deutlich tiefere Lufttemperaturen als in der Umgebung einstellen; dort bestehen u.a. erhöhte Nachtfrostgefahr sowie eine verstärkte Neigung zu Dunst- und Nebelbildung.

Die Klimadaten, die dieser Untersuchung zugrunde liegen, erlauben keine eindeutige Angabe der Verortung und Höhe von Kaltluftsammlgebieten. Deshalb werden in der Klimanalysekarte keine Kaltluftsammlbereiche eingetragen. Rechnerisch simulierte Kaltluftsammlgebiete sind in Kap. 2.3 behandelt.

Kaltluftstau

Im Bereich der Kaltluftströme führen quer zur Strömungsrichtung angeordnete Gebäude, Dämme oder Waldriegel zu einem **Kaltluftstau**. Damit ist sowohl eine erhöhte Nachtfrostgefahr als auch eine Behinderung des Kalt- und Frischluftflusses verbunden. Erst mit zunehmender Mächtigkeit der Kaltluft können Hindernisse überströmt werden.

Luftaustausch

Der siedlungsklimatisch bedeutsame Gesichtspunkt des Luftaustausches ist durch Pfeilsignaturen kenntlich gemacht. Diese Signaturen betreffen sowohl lokale thermisch induzierte Windsysteme (Kaltluftflüsse) als auch die Begünstigung regionaler Windeinwirkung, etwa durch Kanalisierung der Hauptwindrichtung.

Die während der Nacht gebildete Kaltluft fließt bei entsprechender Geländeneigung hangabwärts. Der bis zu wenigen Metern mächtige **Hangabwind** tritt verstärkt in Hangeinschnitten und Klingen auf; er wird allerdings schon durch Hindernisse wie Gebäude oder Dämme stark behindert. Entsprechend der Intensität der Hangabwinde dienen drei unterschiedlich große

Pfeile der Darstellung. Die Anordnung der Pfeildarstellungen der Kaltluftströmung ist den Ergebnissen der Kaltluftsimulationen (s. Anhang A3) entnommen.

Sofern sich die Hangabwinde eines größeren Einzugsgebietes in Talzügen sammeln, entsteht dort ein bis zu mehrere Dekameter mächtiges **Berg-/Talwindssystem**. Während der nächtlichen Abkühlung weht der Kaltluftstrom talabwärts (Bergwind); bei einer raschen Erwärmung der Hangbereiche nach Sonnenaufgang kann sich ein Luftstrom talaufwärts entwickeln (Talwind).

Mit der Signatur **Luftleitbahn** sind die Gebiete hervorgehoben, in denen sich der regionale Windeinfluß, insbesondere bezüglich der Hauptwindrichtung unbehindert entfalten kann. Die Doppelpfeile verdeutlichen, daß intensiver Luftaustausch, durch Kanalisierungseffekte bedingt, vornehmlich nur in den beiden angegebenen Richtungen stattfindet. Die Darstellungen basieren auf den verfügbaren punktuellen Meßdaten und den Geländeinformationen; flächendeckende Informationen über das Windfeld liegen nicht vor. Dementsprechend werden nur die intensiv ausgeprägten Luftleitbahnen in Talverläufen dargestellt. In den höher gelegenen Bereichen werden keine Aussagen bezüglich der Windverhältnisse getroffen, da über die Leitwirkung der Kuppen bzw. die Kanalisierung in Sattellagen keine Informationen verfügbar sind. Die Luftleitbahnen werden hier nicht entsprechend der Schadstoffbelastung differenziert ausgewiesen.

In **Abb. 4.1** ist ein Auszug aus der Klimaanalysekarte des östlichen Stadtgebietes von Wuppertal aufgezeigt. Die dazugehörige Legende ist in **Abb. 4.2** gegeben. Im Anhang A6 sind Beispiele der Klimatope im Stadtgebiet von Wuppertal in Form von Schrägbildaufnahmen dargestellt.

4.1.1 Kurzbeschreibung der Klimaanalysekarte

Die räumliche Verteilung der Klimatope im Stadtgebiet von Wuppertal zeigt im wesentlichen eine Zweiteilung auf. Im Tal der Wupper dominieren aufgrund der intensiven Bebauung die siedlungsbezogenen Klimatope. Mit der dichten bis sehr dichten Bebauung und in Kombination mit den gewerblichen und industriellen Nutzungen sind dort flächenhaft Stadt-, Stadtkern- und Gewerbeklimatope ausgewiesen. Diese Klimatope reichen teilweise bis in die anschließenden Hangbereiche.

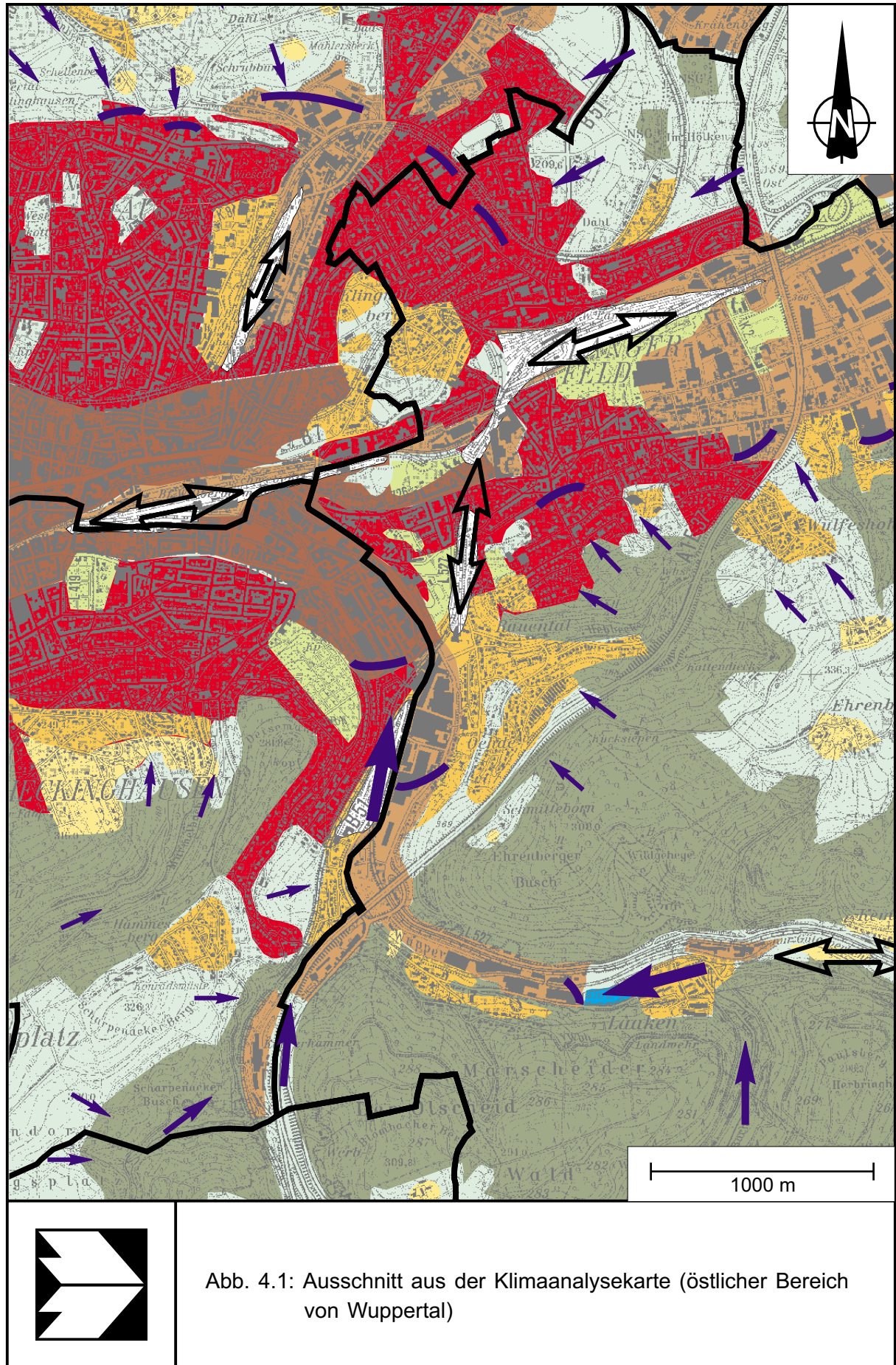


Abb. 4.1: Ausschnitt aus der Klimaanalysekarte (östlicher Bereich von Wuppertal)

Legende:



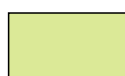
Gewässer-Klimatop:
thermisch ausgleichend,
hohe Feuchtigkeit, windoffen.



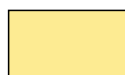
Freiland-Klimatop: unge-
störter stark ausgeprägter
Tagesgang von Temperatur
und Feuchte, windoffen, starke
Frisch-/Kaltluftproduktion.



Wald-Klimatop:
stark gedämpfter Tagesgang
von Temperatur und Feuchte,
Frisch-/Kaltluftproduktion,
Filterfunktion.



Grünanlagen-Klimatop:
ausgeprägter Tagesgang der
Temperatur und Feuchte,
klimatische Ausgleichsfläche
in der Bebauung.



Gartenstadt-Klimatop:
geringer Einfluß auf Tempera-
tur, Feuchte und Wind.



Stadtrand-Klimatop:
wesentliche Beeinflussung
von Temperatur, Feuchte
und Wind; Störung lokaler
Windsysteme.



Stadt-Klimatop: starke Ver-
änderung aller Klimaelemente
gegenüber dem Freiland,
Ausbildung einer Wärmeinsel,
Schadstoffbelastung der Luft.



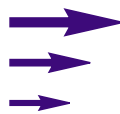
Stadtkern-Klimatop:
intensiver Wärmeinseleffekt,
geringe Feuchte, starke Wind-
feldstörung, problematischer
Luftaustausch, Schadstoff-
belastung der Luft.



Gewerbe-Klimatop:
starke Veränderung aller
Klimaelemente, Ausbildung
des Wärmeinseleffektes,
teilweise hohe Schadstoff-
belastung der Luft.



Bahnanlagen-Klimatop:
extremer Temperaturtages-
gang, trocken, windoffen,
Luftleitbahn.



Hangabwinde:
flächenhafter Kaltluftabfluß
Signaturgröße
entsprechend Intensität.



Berg-/Talwindssystem:
intensiver Kaltluftstrom.



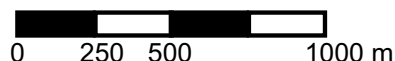
Kaltluftstau:
Kaltluftströmungsbehinderung
durch Gebäude, Dämme, etc.



Luftleitbahn in Talbereichen
(ohne Unterscheidung nach
Schadstoffbelastung)



Stadtgrenze und
Stadtbezirksgrenzen



Datengrundlagen: - Klimaanalysekarte
Wuppertal 1986
- Klimaanalysekarte
Wuppertal 1999
- Luftbilder
- Klima- und Luft-
hygienemeßdaten
- Kaltluftberechnung

Kartengrundlage : Topographische
Karte 1:25000,
Blätter 4609, 4608,
4709, 4708, 4808

Vervielfältigung
genehmigt unter : Az.: S 1202/98

Bearbeitung : Ing. Büro Dr.-Ing. A.
Lohmeyer

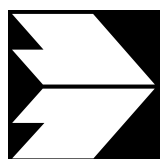


Abb. 4.2: Legende der Klimaanalysekarte

Außerhalb des Talbereichs der Wupper dominieren weitgehend Freiraumnutzungen, die als Wald- und Freilandklimatope ausgewiesen sind. Diese Bereiche werden nahezu überall durch kleinere Siedlungsbereiche unterbrochen. Auffällig ist die große Anzahl kleinräumiger Siedlungsflächen, die sich aus wenigen Gebäuden zusammensetzen und überwiegend der Landwirtschaft zuzuordnen sind.

In den höhergelegenen Bereichen des Stadtgebietes außerhalb des Tals der Wupper bestehen einige Siedlungskerne mit dichter Bebauung, wie z.B. im Süden die Stadtbezirke Ronsdorf, Cronenberg, Langerfeld-Beyenburg und im Norden der Stadtbezirk Uellendahl-Katernberg. Aufgrund ihrer Höhenlage, der umgebenden Freiräume und der geringeren räumlichen Ausdehnung sind dort größtenteils gegenüber den Stadtteilen in Tallage günstigere klimatische Verhältnisse vorherrschend.

Die Angaben über die Kaltluftströmungen sind den Ergebnissen der Simulationsberechnungen entnommen (Kap. 2.3). Die Pfeilsignaturen zeigen, daß in den Hangbereichen teilweise intensive Kaltluftströmungen anzutreffen sind. Sofern die oberen Hangbereiche Vegetationsbereiche oder nur lockere Bebauung aufweisen, bilden sich Kaltluftabflüsse aus, die die thermischen Verhältnisse im Stadtgebiet begünstigen. Im Osten des Stadtgebietes mündet aus südlicher Richtung der Taleinschnitt der Wupper in den Stadtbereich, in dem sich ein Talwindssystem ausbildet. Die südlich und südöstlich vom Stadtbezirk Heckinghausen gelegenen Freiflächen stellen das Einzugsgebiet der Kaltluft dar. Dem Gelände folgende Hangabwinde sammeln sich im Einschnitt der Wupper und strömen der Neigung folgend in das Stadtgebiet. Die erwärmten Bereiche des dichtbebauten Stadtgebietes unterstützen diese Kaltluftströmung. Im westlichen Teil von Wuppertal ist ebenfalls ein kräftiger Kaltluftstrom im Einschnitt der Wupper nach Norden in das dichtbebaute Stadtgebiet wirksam. Auf den südlich von den Stadtbezirken Elberfeld West und Vohwinkel gelegenen Freiflächen entsteht bei geeigneten Bedingungen Kaltluft, die geländefolgend in die eingeschnittenen Talbereiche strömt. Die Talbereiche werden schnell mit Kaltluft aufgefüllt. Da in den südlichen Bereichen weiterhin Kaltluftzuflüsse stattfinden, wird die Kaltluft im Taleinschnitt nach Norden gedrängt. In den dichtbebauten und erwärmten Stadtbezirken Elberfeld West und Vohwinkel wird zuströmende Kaltluft aufgezehrt, so daß der von Süden kommende Kaltluftstrom in die Talsenke von Wuppertal einströmen kann, obwohl der Talboden der Wupper dort leicht nach Süden geneigt ist. Diese beiden Talwinde sind so intensiv, daß sie in den ganzjährigen Windmessungen nachgewiesen sind. Hangbereiche mit dichter Bebauung zeigen deutliche Einschränkungen der Kaltluftströmungen.

Die Anordnung der Pfeilsignaturen für Luftleitbahnen sind den verfügbaren Windmessungen entnommen (Kap. 2.1). Entsprechend der Ausprägung des Reliefs im Nahbereich der Windmeßstationen wurden die Pfeilsignaturen vergeben. Das betrifft insbesondere das von Westsüdwest nach Ostnordost orientierte Tal der Wupper. Zudem sind Leitwirkungen des Windes entlang der Einschnitte der Wupper im Osten des Untersuchungsgebietes mit einer nach Süden bzw. Osten gerichteten Orientierung und im Westen mit einer nach Süden gerichteten Orientierung aus den Messungen abgeleitet. Eine flächendeckende Information bzw. Ableitung der Durchlüftungsverhältnisse ist auf der Basis der vorliegenden Daten nicht gegeben. Das betrifft auch die höher gelegenen Bereiche, in denen die Kuppen und Sattellagen zu modifizierten Strömungsbedingungen führen. Diese könnten durch entsprechende Windfeldsimulationen ergänzt und aufgezeigt werden.

4.2 Bewertung und Planungshinweise

Die Klimaanalysekarte enthält weitgehend Darstellungen der vorherrschenden klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse im derzeitigen Zustand. Bei der Ausweisung der Klimatope und der Durchlüftungsverhältnisse fanden unter fachlichen Gesichtspunkten Bewertungen statt, um die überwiegend punktuell verfügbaren klimatisch-lufthygienischen Informationen auf die Fläche des Stadtgebietes zu übertragen. Diese bewerteten Übertragungen sind durch Kaltluftsimulationen (s. Kap. 2.3) gestützt. Somit erweist sich die Interpretation der Fachkarte und die Umsetzung in bewertende Planungsaussagen als eine sehr komplexe Aufgabe.

Die Ergebnisse der vorliegenden Klimauntersuchung dienen u.a. der fachlichen Unterstützung der Bauleitplanung. Diesem Ziel soll die Karte mit Hinweisen für die Planung gerecht werden.

Für die Bauleitplanung und verschiedene Fachplanungen werden aus den Informationen der Klimaanalysekarte Planungshinweise erarbeitet und in einer Karte aufbereitet. Die Inhalte und Darstellungen der Planungshinweiskarte orientieren sich an den Vorschlägen der Richtlinie VDI 3787, Blatt 1. Die Planungshinweiskarte enthält für das Stadtgebiet von Wuppertal eine integrierende Bewertung der in der Klimaanalysekarte dargestellten Sachverhalte im Hinblick auf planungsrelevante Belange. Die flächenhaften Kennzeichnungen beinhalten Hinweise über die Empfindlichkeit der jeweiligen Bereiche unter klimatisch-lufthygienischen Aspekten gegenüber Nutzungsänderungen. Daraus läßt sich die Notwendigkeit bzw. die Dringlichkeit klimatisch begründeter Anforderungen und Maßnahmen im Rahmen der Bauleitplanung entnehmen.

Die Hinweise für die Planung sind in acht Gruppen zusammengefaßt. Drei Planungsempfehlungen beziehen sich auf den bisher weitgehend nicht überbauten Raum (mit Ausnahme einzelstehender Gebäude im Außenbereich und der Verkehrswege). Vier Empfehlungen werden für die schon baulich genutzten Gebiete ausgesprochen. Ein Hinweis wird aus klimatisch-lufthygienischer Sicht als Schutzbereich für weitere bauliche Nutzungen und für intensive Änderungen der Vegetation vergeben, der sich sowohl auf nicht bebaute als auch bebaute Bereiche erstrecken kann. Ein weiterer Hinweis dient der Kennzeichnung immissionsrelevanter Straßenzüge mit hoher Verkehrsbelegung.

Die Hinweise für die Planung beziehen sich vornehmlich auf bauliche Nutzungsänderungen, insbesondere dreidimensionaler Art (Gebäude, Dämme und andere Baulichkeiten). Eine Änderung der Vegetationszusammensetzung hat i.d.R. geringere klimatische Auswirkungen als großflächige Versiegelungsmaßnahmen und die Errichtung von Bauwerken. In speziellen Fällen kann sich auch eine Änderung der Vegetationszusammensetzung, wie z.B. Waldanpflanzung im Bereich einer Luftleitbahn, durchaus ungünstig auswirken. Fälle dieser Art sind bei den Aussagen zur Beurteilung von Nutzungsänderungen im unbebauten Bereich jedoch mit berücksichtigt. Zudem sind auch in der Ausweisung der klimatisch-lufthygienischen Schutzbereiche Hinweise für Vegetation enthalten.

Die Kartierung flächenhafter Planungsempfehlungen beruht im einzelnen auf entsprechenden Darstellungen der Klimaanalysekarte, die einer klassifizierenden Bewertung unterzogen wurden. Ergänzend dazu werden in höher gelegenen bebauten Bereichen die Sattellagen bezüglich der möglichen kanalisierenden Wirkungen berücksichtigt, wie z.B. im Stadtbezirk Cronenberg. Damit stellen die Planungsempfehlungen im wesentlichen keine parzellenscharfen Aussagen dar, sondern beinhalten so wie die Darstellungen der Klimaanalysekarte Toleranzen zwischen 50 m und 100 m. Die Größe des Untersuchungsgebietes bzw. die Maßstäblichkeit der Untersuchung bedeuten zwangsläufig, daß vertiefende Detailfragen im Zusammenhang mit Bebauungsplänen gegebenenfalls durch gesonderte Gutachten erarbeitet werden müssen. Dabei werden diese Karten in jedem Fall von Nutzen sein, zumal der Gesamtzusammenhang der klimatisch-lufthygienischen Aspekte des Raumes Wuppertal und Umgebung dargestellt ist.

Die Hinweise für die Planung enthalten neben ihrer Beschreibung auch Aussagen darüber, daß aus klimatisch-lufthygienischer Sicht fachgutachterliche Stellungnahmen oder Fachgutachten bei geplanter Nutzungsänderungen erforderlich sind. Diese Aussagen und die Erforderlichkeit definieren sich aus rein fachlichen Gesichtspunkten. Die Erstellung der fachlichen Stellungnahmen bzw. Fachgutachten erfordert klimatisch-lufthygienische

Fachkenntnisse, so daß deren Erarbeitung und Verfassung durch das Fachpersonal der Stadtverwaltung (Untere Landschaftsbehörde) bzw. durch externe Fachgutachter erfolgen kann.

Neben lokalen Besonderheiten des Untersuchungsgebietes liegen den Hinweisen für die Planung folgende Prinzipien zugrunde:

Vegetationsflächen haben eine bedeutende Wirkung auf das Lokalklima, da sie einerseits die nächtliche Frisch- und Kaltluftproduktion verursachen und andererseits bei hohem Baumanteil tagsüber thermisch ausgleichend sind. Innerstädtische und siedlungsnaher Grünflächen beeinflussen die direkte Umgebung in mikroklimatischer Sicht positiv. Vegetationsflächen am Siedlungsrand fördern den Luftaustausch. Größere zusammenhängende Vegetationsflächen stellen das klimatisch-lufthygienische Regenerationspotential dar. Insbesondere bei vorhandenem räumlichen Bezug zum Siedlungsraum sind sie für den Luftaustausch sehr wichtig. Deshalb sollten solche Freiflächen aus klimatischer Sicht für bauliche Nutzungen nicht in Anspruch genommen werden.

Auch eine Verbauung von Tallagen ist nachteilig zu beurteilen, da dort einerseits bei Schwachwindlagen der Kalt- und Frischlufttransport stattfindet und sie andererseits als Luftleitbahnen für stärkere regionale Winde dienen.

Die unbebauten Hanglagen in ausgedehnten besiedelten Gebieten, insbesondere wenn in den Talzonen Bebauung existiert, sollen unbebaut bleiben, da dort ein intensiver Kalt- und Frischlufttransport stattfindet (Hangabwinde). Dasselbe gilt für Schneisen und Klingen innerhalb der Hänge.

Sattellagen in bebauten Bergrücken dienen als Luftleitbahnen und sollen nicht zugebaut werden.

Aus lufthygienisch-klimatischer Sicht empfiehlt sich eine Umrandung der Siedlungen mit möglichst weiträumigen Grünzonen sowie eine Durchdringung von Ortschaften mit Grünzügen, die sich an der Oberflächengestalt der Umgebung orientieren. Das bedeutet eine Erhaltung bzw. Schaffung von Belüftungsschneisen und Luftleitbahnen im besiedelten Bereich, um den Luftaustausch zu fördern. Einer Zersiedelung der Landschaft durch zahlreiche Streusiedlungen sowie der Entstehung von abriegelnden Bebauungsgürteln ist entgegenzuwirken. Das betrifft insbesondere das Zusammenwachsen benachbarter Ortslagen und die Entstehung von wenig aufgelockerten Siedlungsbändern in Tallagen. Bei städtischen Siedlungen muß auf

entsprechend große nahegelegene Frisch- und Kaltluftproduktionsgebiete und Belüftungsbahnen geachtet werden.

Bei der Ansiedlung von Gewerbe- und Industriegebieten ist zu berücksichtigen, daß die unmittelbar angrenzenden Wohngebiete nicht aufgrund der lokalen Windverhältnisse durch erhöhte Immissionen belastet werden.

In einigen Stadtbezirken außerhalb des Tals der Wupper und jenseits dessen Randhöhen führte die bisherige Entwicklung der Bebauung zu Siedlungsbändern ohne Unterbrechungen. Nachdem für die Sattellagen der höher gelegenen Bereiche in der Klimaanalysekarte aufgrund fehlender flächenhafter Informationen keine speziellen Ausweisungen für die Durchlüftungsbahnen erfolgen konnte, wurden Planungshinweise unter Berücksichtigung des Reliefs ausgewiesen. Beispielsweise werden im Stadtteil Cronenberg die Sattellagen mit höheren Restriktionen gegenüber Nutzungsintensivierungen belegt, da sie prinzipiell die west-ost-orientierten Windströmungen fördern.

FREIFLÄCHEN

Freiflächen mit hoher Klimaaktivität:

Dies sind vor allem klimaaktive Freiflächen mit direktem Bezug zum Siedlungsraum wie z.B. innerstädtische und siedlungsnaher Grünflächen oder solche, die in Hanglage zu Siedlungsbereichen orientiert oder im Einzugsgebiet eines Berg-/Taldwindsystems liegen. Unbebaute Täler, Klingen und Geländeeinschnitte, in denen Kaltluftabfluß stattfindet, zählen ebenfalls dazu und sind mit hohen Restriktionen gegenüber Bebauung und Nutzungsänderungen belegt. Außerdem sind große zusammenhängende Freiflächen wie Wald- und Freiflächen der südöstlich anschließenden Bergischen Hochfläche und die Freiflächen des nördlich anschließenden Niederbergischen Hügellandes aus klimatisch-lufthygienischen Gründen für den dicht bebauten Siedlungsraum von Wuppertal von großer Bedeutung.

Diese Flächen sind mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen bewertet; d.h. bauliche und zur Versiegelung beitragende Nutzungen führen zu bedenklichen klimatischen Beeinträchtigungen. Dasselbe gilt für Maßnahmen, die den Luftaustausch behindern, wie z.B. dichte Aufforstung in Bereichen mit lokalen Strömungsverhältnissen.

Sollten trotz des Bestehens klimatischer Bedenken Planungen in Erwägung gezogen werden, besteht die Notwendigkeit einer verstärkten Berücksichtigung dieser Belange in der Planung auf der Grundlage von detaillierten Fachgutachten.

Freiflächen mit mittlerer Klimaaktivität:

Diese Freiflächen haben entweder keine direkte Zuordnung zum Siedlungsraum, d.h. dort entstehende Kalt- und Frischluft fließt nicht direkt in Richtung bebauter Gebiete, oder nur eine geringe Kaltluftproduktion aufgrund der Ausstattung (z.B. Schotterflächen, Deponieoberflächen usw.). Gleichmaßen trifft das auf die Kuppenlagen entlang der Wuppertaler Senke zu.

Sie sind mit einer mittleren Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen bewertet. Hier ist aus klimatischer Sicht eine maßvolle Bebauung, die den regionalen Luftaustausch nicht wesentlich beeinträchtigt, möglich.

Klimatisch bedeutsame lokale Gegebenheiten wie z.B. Klingen, Schneisen, Bachläufe etc. sind jedoch bei der Planung zu berücksichtigen. Für eine möglichst geringe klimatische Beeinträchtigung sind die Erhaltung von Grünflächen und Grünzügen, die Schaffung von Dach- und Fassadenbegrünungen und möglichst geringe Gebäudehöhen sowie windoffene Gebäudeanordnungen zu empfehlen.

Bei Planungen von Baumaßnahmen in derart ausgewiesenen Flächen ist eine Beurteilung durch einen Sachverständigen bezüglich der Dimensionierung und Anordnung von Bauwerken sowie der Sicherung von Grün- und Ventilationsschneisen von Vorteil. Bei bedeutsamen baulichen Eingriffen, die den Rahmen der in diesen Bereichen bestehenden ortsüblichen Bebauung überschreiten, sind Beurteilungen auf der Grundlage von detaillierten Fachgutachten angemessen.

Freiflächen mit geringer Klimaaktivität:

Diese Flächen haben klimatisch betrachtet nur einen geringen Einfluß auf Siedlungsgebiete, da sie aufgrund ihrer Lage und Exposition von Siedlungen abgewandt oder für die Kalt- und Frischluftproduktion relativ unbedeutend sind. Dazu zählen auch Bereiche innerhalb eines ausgedehnten Klimapotentials, das nicht in unmittelbarer Verbindung zum dichtbebauten Bereich von Wuppertal liegt; dort sind teilweise bauliche Eingriffe mit nur geringen klimatischen Veränderungen verbunden, d.h. sie sind relativ stabil gegenüber begrenzten nutzungsändernden Eingriffen.

Diese Klassifizierung ergibt sich insbesondere für Kuppenlagen, bei denen eine nachhaltige Durchlüftung und eine geringe Neigung zur Wärmeinselbildung gegeben ist. Dasselbe gilt für großflächige, gut durchlüftete Gebiete mit schwach ausgeprägten Reliefverhältnissen, die nicht in unmittelbarer Nähe zu dichten Siedlungsbereichen liegen. Dies liegt beispielsweise im Südosten des Stadtgebietes im Bezirk Langerfeld-Beyenburg vor.

Aus klimatischer Sicht sind in diesen Gebieten selbst Bauwerke wie Hochhäuser oder großflächige Gewerbebetriebe möglich. Dabei sollte darauf geachtet werden, daß bzgl. der Hauptwindrichtung die Durchlüftungsmöglichkeit erhalten bleibt. Allerdings können im Nahbereich von Gebäuden auch Nutzungskonflikte bezüglich des Windkomforts durch erhöhte Windgeschwindigkeiten und Böigkeiten entstehen. Zudem ist das schon vorhandene Emissionsaufkommen zu beachten, so daß in der Nähe von Gewerbestandorten und stark frequentierten Verkehrswegen keine empfindlichen Nutzungen geplant werden sollten.

SIEDLUNGSFLÄCHEN

Bebaute Gebiete mit geringen klimarelevanten Funktionen:

Dies sind bereits bebaute Gebiete mit geringen klimatischen Funktionen, die aufgrund ihrer Lage weitgehend geringe thermisch-lufthygienische Belastungen aufweisen und benachbarte Siedlungsbereiche nicht wesentlich beeinträchtigen.

Ihnen ist keine nennenswerte klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen und Bebauungsverdichtung zuzuschreiben. Bei intensiven Nutzungsänderungen, die die ortsüblichen Gegebenheiten überschreiten, sind klimatisch-lufthygienische fachgutachterliche Stellungnahmen zu erstellen.

Dabei handelt es sich um bebaute, gut durchlüftete Kuppenlagen oder um bebaute Gebiete, deren thermisch-lufthygienische Emissionen nicht zu Verschlechterungen in nahegelegenen Siedlungsbereichen führt. Bei einer zusätzlichen Verdichtung ist keine nennenswerte klimatisch-lufthygienische Auswirkung zu erwarten.

Allerdings ist darauf zu achten, daß bestehende Belüftungsmöglichkeiten erhalten werden und zusätzliche Emissionen keine nachteilige Wirkung auf Siedlungsräume nach sich ziehen. Durch Dach- und Fassadenbegrünung und Beibehaltung von Grünflächen kann einer thermischen Belastung vorgebeugt werden.

Bebaute Gebiete mit mittleren klimarelevanten Funktionen:

Dies sind bebaute Gebiete, die aufgrund ihrer Lage und ihrer Bauart klimarelevante Funktionen übernehmen. Darunter fallen z.B. locker bebaute und durchgrünte Siedlungen bzw. Siedlungsränder, die nachts merklich abkühlen und relativ windoffen sind, oder gut durchlüftete verdichtete Siedlungsbereiche (z.B. Kuppenlagen). Diese Gebiete weisen geringe bis mittlere thermisch-lufthygienische Belastungen auf, führen nicht zu Beeinträchtigungen des

Luftaustausches und weisen im allgemeinen geringe klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeiten gegenüber Nutzungsintensivierungen auf.

Damit sind z.B. Arrondierungen an den Siedlungsrändern und das Schließen von Baulücken gemeint, wobei das in diesem Gebiet vorhandene bauliche Nutzungsmaß beibehalten werden sollte. Solche relativ geringfügigen und der Umgebung angemessenen Nutzungsänderungen ziehen im Bereich der so bezeichneten Flächen keine wesentlichen klimatisch-lufthygienischen Veränderungen nach sich.

Allerdings ist bei der Planung von Baumaßnahmen in diesen ausgewiesenen Flächen eine Beurteilung der Dimensionierung und Anordnung von Bauwerken sowie der Erhaltung und Schaffung von Grün- und Ventilationsschneisen durch einen Sachverständigen vorteilhaft. Die Bodenversiegelung ist so gering wie möglich zu halten und durch Schaffung von Vegetationsflächen sowie Dach- und Fassadenbegrünung auszugleichen. Bei bedeutsamen baulichen Eingriffen, die den Rahmen der in diesen Bereichen bestehenden ortsüblichen Bebauung überschreiten, sind Beurteilungen auf der Grundlage von detaillierten Fachgutachten angemessen.

Bebaute Gebiete mit hoher klimarelevanter Funktion:

Diese gekennzeichneten Bereiche übernehmen für sich und angrenzende Siedlungsbereiche bedeutende klimarelevante Funktionen bzw. weisen eine hohe klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen auf. Die Art und Dimension der vorhandenen Bebauung kann sehr unterschiedlich sein.

Am Siedlungsrand ermöglichen locker bebaute und gut durchgrünte Gebiete mit geringen Gebäudehöhen einen nahezu ungestörten Luftaustausch, der auch lokale Windsysteme beinhaltet. Das trifft insbesondere auf Hanglagen zu, an deren Fuß sich bebaute Gebiete befinden, wobei diese Hanglagen auch zur Kaltluftbildung beitragen.

Bebaute Bereiche in Tallagen mit aufgelockerter Bebauung schränken den Luftaustausch ein. Das betrifft lokale Berg- Talwindsysteme und die Wirkung als Luftleitbahn. Durch die bestehenden Durchlüftungsverhältnisse sind dort keine hohen thermischen Belastungen vorherrschen. Bei Nutzungsintensivierungen können diese Begünstigungen entfallen.

Gebiete mit vereinzelt freistehenden Hochhäusern stellen zwar eine Behinderung des Windfeldes dar, lassen jedoch einen Luftaustausch zu und führen aufgrund vorhandener Grünflächen nicht zu übermäßiger Erwärmung.

In diese Kennzeichnung sind auch verdichtete Siedlungsbereiche aufgenommen, deren klimatisch-lufthygienische Belastung nicht übermäßig hoch ist, da die bestehenden Durchlüftungsverhältnisse hohe Belastungen verhindern. Diese Bereiche weisen teilweise mittlere bis hohe thermische Belastungen auf, die durch Nutzungsintensivierungen deutlich verschlechtert würden.

Die genannten Gebiete weisen allesamt eine erhebliche klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen auf. Weitere Bau- und Versiegelungsmaßnahmen führen zu negativen Auswirkungen auf die klimatische Situation. Für diese Gebiete wird eher eine Vergrößerung des Vegetationsanteils und eine Betonung bzw. Erweiterung der Belüftungsflächen empfohlen.

Bei nutzungsändernden Planungen in diesen ausgewiesenen Flächen sind detaillierte klimatisch-lufthygienische Fachgutachten notwendig.

Bebaute Gebiete mit klimatisch-lufthygienischen Nachteilen:

Diese Ausweisung umfaßt vornehmlich verdichtete Siedlungsräume, die klimatisch-lufthygienisch stark belastet sind. Dazu zählen auch diejenigen bebauten Bereiche, in denen der Luftaustausch maßgeblich durch Bauwerke behindert ist und hohe thermische Belastungen aufweisen.

Diese Gebiete sind unter stadtklimatischen Gesichtspunkten **sanierungsbedürftig**.

Unter stadtklimatischen Gesichtspunkten sind Erhöhungen des Vegetationsanteils, Verringerungen des Versiegelungsgrades und Verringerungen des Emissionsaufkommens, insbesondere der Verkehrsemissionen, zu verstehen. Zudem wird eine Schaffung bzw. Erweiterung von möglichst begrünten Durchlüftungsbahnen empfohlen; damit ist auch gegebenenfalls die Entfernung oder Verlagerung störender Bauwerke verbunden.

Bei allen Planungen innerhalb dieser Flächenausweisungen sind detaillierte klimatisch-lufthygienische Fachgutachten notwendig.

Klimatisch-lufthygienischer Schutzbereich:

Zusätzlich zu den Ausweisungen von Planungshinweisen für Freiflächen und besiedelte Bereiche sind in der Karte sogenannte klimatisch-lufthygienische Schutzbereiche enthalten. Diese sind für Überplanungen aus klimatisch-lufthygienischer Sicht als Tabuflächen aufzufassen. Dort sind keine Planungen vorzusehen, die zu Beeinträchtigungen der bestehenden klimatischen Bedingungen führen. Damit sind dort zusätzliche Bauwerke, zusätzliche

Versiegelungen und auch zusätzliche Strömungshindernisse (teilweise auch dichter Baumbestand) zu vermeiden. Geplante Nutzungsänderungen in diesen Schutzbereichen sind dann möglich, wenn sie zu Verringerungen der klimatischen Beeinträchtigungen führen, wie z.B. Entsiegelungen, Abbau von Bauwerken, Beseitigung bestehender Strömungshindernisse etc. Mit den Schutzbereichen sind diejenigen Gebiete in Wuppertal gekennzeichnet, die für die Durchlüftungsverhältnisse besiedelter Bereiche von direkter und hoher Bedeutung sind.

Diese Schutzbereiche in Freiflächen mit herausragender Bedeutung für die Belüftung der besiedelten Bereiche von Wuppertal werden beispielsweise in den Freiflächen der Talbereiche der Wupper südlich von Elberfeld West und in Langerfeld-Beyenburg vergeben. Gleichermäßen zählen Teile der Hanglagen, die direkt in die Senke von Wuppertal orientiert sind, zu diesen Schutzbereichen.

Innerhalb bebauter Bereiche werden für den Luftaustausch relevante Bereiche mit dieser Signatur ausgewiesen. Dies trifft beispielsweise auf den Nahbereich der Wupper innerhalb des Stadtgebietes zu.

Straßen mit hoher Schadstoffemission:

Diese Signatur kennzeichnet die Autobahnen innerhalb des Stadtgebietes von Wuppertal. Die dadurch entstehenden hohen Schadstoff- und Lärmemissionen sind zu beachten, d.h. bei Planungen im Einwirkungsbereich der Straßen sind je nach Nutzungsabsicht eventuell Immissionsprognosen erforderlich. Die innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen fallen in die entsprechenden Signaturen für bebaute Gebiete und werden nicht gesondert gekennzeichnet.

Empfindliche Nutzungen wie Wohngebiete, Erholungsgebiete und ackerbauliche Nutzflächen sind in angemessenen Abständen zur Straße bzw. mit adäquaten Schutzmaßnahmen zu planen. Unempfindliche Nutzungen verlangen keine besondere Rücksichtnahme; sie können sogar als Schutz gegen die Schadstoffausbreitung verwendet werden.

Bei Planungen von Nutzungsänderungen, die empfindlich gegenüber Schadstoffbelastungen sind, sollten detaillierte klimatisch-lufthygienische Fachgutachten erstellt werden.

In **Abb. 4.3** ist ein Auszug aus der Planungshinweiskarte des östlichen Stadtgebietes von Wuppertal aufgezeigt. Damit wird der selbe Ausschnitt aufgezeigt, der in **Abb. 4.1** für die Klimaanalysekarte gewählt wurde. Die dazugehörige Legende ist in **Abb. 4.4** gegeben.

4.2.1 Kurzbeschreibung der Planungshinweiskarte

Die Hinweise zur Planung unter klimatisch-lufthygienischen Gesichtspunkten erstrecken sich über das gesamte Stadtgebiet von Wuppertal. Für die Bereiche außerhalb der Stadtgrenze werden keine Planungshinweise in der Karte dargestellt. Die Planungshinweise beziehen sich überwiegend auf mögliche Nutzungsänderungen, die zu ungünstigeren lokalklimatischen Verhältnissen beitragen, wie beispielsweise zusätzliche Bebauung, Versiegelung etc.. Ohne in den Kategorien der Planungshinweise gesondert aufgeführt zu sein, sind selbstverständlich Nutzungsänderungen, die zur Verbesserung der lokalklimatischen Verhältnisse beitragen, zu begrüßen. Das sind beispielsweise Maßnahmen zur Erhöhung des Freiflächen- und Vegetationsanteils, zur Beseitigung von Strömungshindernissen, zur Reduzierung von Schadstofffreisetzungen etc.. Grundlage der Planungshinweiskarte sind die Ausweisungen der Klimaanalysekarte (Kap. 4.1), die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen (Kap. 2.3) und die topographischen Gegebenheiten, d.h. Höhenverhältnisse und Landnutzung.

Für die Erhaltung der klimatischen Verhältnisse sind maßgeblich die Freilandnutzungen von herausragender Bedeutung. Dementsprechend werden für bestehende Freiflächen überwiegend Ausweisungen mit hohen Restriktionen gegenüber baulichen Nutzungsänderungen in der Planungshinweiskarte vergeben. Das betrifft ausgedehnte Freiflächen in Randbereichen des Stadtgebietes, nicht bebaute Hangbereiche, Freiflächen in der direkten Umgebung von Siedlungsbereichen und Vegetationsflächen unterschiedlicher Ausdehnung innerhalb besiedelter Bereiche.

Südlich des dichtbebauten Tals der Wupper sind in den Stadtbezirken Cronenberg, Ronsdorf und Langerfeld-Beyenburg weiträumige Freiflächen anzutreffen, die nicht unmittelbar dem dichtbebauten Stadtgebiet zugewandt sind. Diese Freiflächen dienen als klimatische Regenerationsflächen und sind weitgehend mit hoher Klimaaktivität und mit hoher Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen versehen.

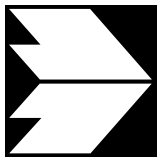
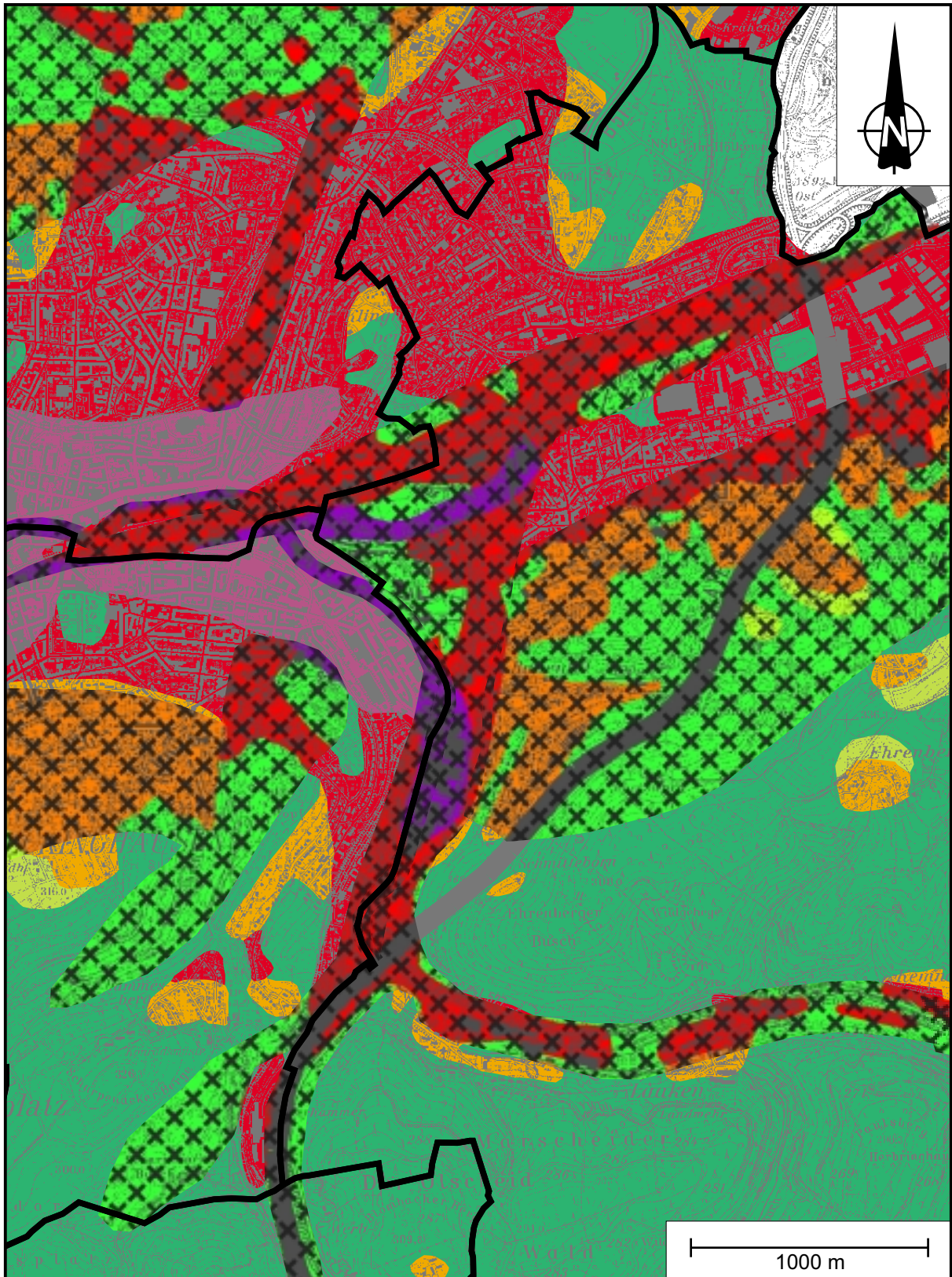


Abb. 4.3: Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte (östlicher Bereich von Wuppertal)

Legende:

FREIFLÄCHEN



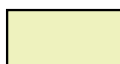
Freiflächen mit hoher Klimaaktivität:

Klimaaktive Freiflächen in direktem Bezug zum Siedlungsraum. Hohe Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen; bei Planungen sind klimatisch-lufthygienische Fachgutachten erforderlich.



Freiflächen mit mittlerer Klimaaktivität:

Keine direkte Zuordnung zu besiedelten Wirkungsräumen. Mittlere Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen; bei ortsüblichen Planungen sind fachgutachterliche Stellungnahmen, bei weitgehenden Planungen Fachgutachten erforderlich.



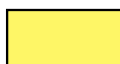
Freiflächen mit geringer Klimaaktivität: Geringer Einfluß auf besiedelte Wirkungsräume oder Freiflächen innerhalb eines ausgedehnten Klimapotentials. Relativ unempfindlich gegenüber begrenzten nutzungsändernden Eingriffen; bei weitgehenden Planungen sind fachgutachterliche Stellungnahmen erforderlich.



Straßen mit hoher Schadstoffemission:

bei Planungen im Einwirkungsbereich der Straßen sind je nach Nutzungsabsicht Immissionsprognosen erforderlich.

SIEDLUNGSFLÄCHEN



Bebaute Gebiete mit geringen klimarelevanten Funktionen

bzw. mit geringen thermischen Belastungen: Geringe klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen und Bebauungsverdichtung; bei weitgehenden Planungen sind fachgutachterliche Stellungnahmen erforderlich.



Bebaute Gebiete mit mittleren klimarelevanten Funktionen

bzw. mit geringen bis mittleren thermischen Belastungen: mittlere klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung; bei ortsüblichen Planungen sind fachgutachterliche Stellungnahmen, bei weitgehenden Planungen Fachgutachten erforderlich.



Bebaute Gebiete mit hoher klimarelevanter Funktion

bzw. mittleren bis hohen thermischen Belastungen: hohe klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung; bei Planungen sind klimatisch-lufthygienische Fachgutachten erforderlich.



Bebaute Gebiete mit klimatisch-lufthygienischen Nachteilen:

verdichtete Siedlungsräume bzw. störende Bauwerke. Unter stadtklimatischen Gesichtspunkten sanierungsbedürftig.



Klimatisch-lufthygienischer Schutzbereich:

Bereiche mit besonderen Funktionen für das Stadtklima. Erhebliche Nutzungsintensivierungen sind sehr problematisch; bei Planungen sind klimatisch-lufthygienische Fachgutachten erforderlich.



Stadtgrenze und Stadtbezirksgrenzen

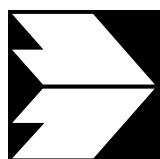
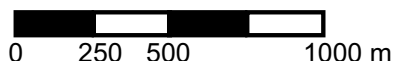


Abb. 4.4: Legende der Planungshinweiskarte

Die nördlichen Bereiche des Stadtgebietes weisen größtenteils aufgrund der Geländeneigung einen direkten klimatischen Zusammenhang mit dem dicht bebauten Stadtgebiet auf und sind mit hoher Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen ausgewiesen. In den genannten Bereichen sind am Rand bestehender baulicher Nutzungen teilweise weniger hohe Empfindlichkeiten gegenüber Siedlungserweiterungen ausgewiesen, so daß dort Entwicklungsmöglichkeiten der baulichen Nutzungen gegeben sind. Ein Teil des derzeit aktuellen Planungsvorhabens (s. Kap. 7) ist in der Planungshinweiskarte als Freifläche mit mittlerer Klimaaktivität ausgewiesen.

Innerhalb der bebauten Bereiche sind vorhandene Grünflächen überwiegend mit den höchsten Empfindlichkeiten und Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen versehen. Die Grünflächen sind aufgrund der lokalklimatischen Auswirkungen in angrenzenden Bereichen von herausragender Bedeutung.

Die bebauten Bereiche sind mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten gegenüber Nutzungsänderungen belegt. Insbesondere im Tal der Wupper treten die höchsten Vorbehalte gegen Nutzungsintensivierungen auf. Aufgrund der bestehenden dichten Bebauung und intensiven Nutzung sind dort weitgehend Maßnahmen zur Verbesserung der klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse anzuraten. Die Innenstadtbereiche und ausgedehnten Industrie- und Gewerbegebiete sind aus klimatisch-lufthygienischer Sicht verbesserungswürdig. Weite Teile des Stadtgebietes im Tal der Wupper mit dichter Bebauung sind für bauliche Entwicklungen und Verdichtungen aus klimatisch-lufthygienischer Sicht nicht geeignet. Nutzungsänderungen in diesen Bereichen sollten durchweg mit zusätzlicher Begrünung bzw. mit einer Auflockerung der Bebauung und Entsiegelungsmaßnahmen verbunden sein. Die Übergänge dieser Bereiche mit denen, die hohe klimatische Funktionen in bebauten Bereichen haben, sind fließend. Das ist vor allem an den Hangbereichen zu erkennen, da dort die Bebauung weniger intensiv ist, aber die selbe Schutzkategorie vergeben ist. Zusätzliche Bautätigkeiten in den Hangbereichen wirken nicht nur auf die direkte Umgebung sondern auf den Luftaustausch für den gesamten Talbereich.

In den Kuppenlagen der Randhöhen des Tals der Wupper sind weniger hohe Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen vergeben. Die Bereiche dort tragen wenig zu den lokalen Windverhältnissen bei. Aufgrund der exponierten Lage weisen sie eine intensive Durchlüftung auf und sind hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse relativ unempfindlich gegenüber maßvollen Nutzungsintensivierungen. Hier können Konflikte mit geplanten Nutzungen und dem Windkomfort bedingt durch erhöhte Böigkeit in Gebäudenähe auftreten.

Die Stadtbezirke außerhalb des Tals der Wupper und jenseits dessen Randhöhen weisen überwiegend weniger empfindliche klimatische Verhältnisse gegenüber Nutzungsintensivierungen auf. Dort sind überwiegend bebaute Bereiche ausgewiesen, in denen maßvolle Verdichtungen möglich sind. Nachdem die bisherige Entwicklung der Bebauung dort zu Siedlungsbändern ohne Unterbrechungen geführt hat, sind in den Sattellagen der höher gelegenen Bereiche Gebiete mit höheren Restriktionen gegenüber Nutzungsintensivierungen vergeben. Diese Bereiche sollten von weiterer Bebauung freigehalten werden, damit der Ausbildung flächenhafter überwärmter Bereiche entgegengewirkt wird. Beispielsweise sind die Ausweisungen im Stadtteil Cronenberg zu erwähnen. Der in Höhenlage gelegene Stadtteil weist ein zusammenhängendes Siedlungsband in nord-südlicher Richtung über mehrere Kilometer auf. Dort wurden die Sattellagen mit höheren Restriktionen gegenüber Nutzungsintensivierungen belegt, da sie prinzipiell die west-ost-orientierten Windströmungen fördern.

Zusätzlich zu den flächenhaften Ausweisungen der Planungshinweise sind klimatisch-lufthygienische Schutzbereiche vergeben. Diese beziehen sich weitgehend auf das Tal der Wupper und die randlichen Hangbereiche, die dem besiedelten Tal der Wupper zugewandt sind. In diesen Gebieten werden die flächenhaften Planungshinweise durch die zusätzliche Signatur verstärkt. Damit wird der Zusammenhang der Wirkungsbereiche der Hänge und der Luftleitbahnen im Tal aufgezeigt. Die mit dieser Signatur gekennzeichneten Bereiche sind aus klimatischer Sicht für die lokalen Windströmungen während austauscharmer Wetterlagen von besonderer Bedeutung. Bauliche Eingriffe in diese Bereiche werden zu Einschränkungen der lokalen thermisch induzierten Windsysteme führen. Die Folge ist eine geringere Abkühlung in heißen Sommernächten und ein verringerter Luftaustausch.

Die Autobahnen im Stadtgebiet von Wuppertal sind aufgrund des sehr hohen Verkehrsaufkommens und der Emissionen gesondert gekennzeichnet. Gegenüber weiteren Straßen im Stadtgebiet sind die wesentlich höhere Verkehrsbelegungen auf den Autobahnen vorherrschend (s. Anhang A4). Planungen im Nahbereich der Autobahnen sind bezüglich der lufthygienischen Verhältnisse kritisch zu hinterfragen und durch Fachgutachten zu überprüfen. Die Straßen in dichtbebauten Stadtbereichen weisen teilweise hohe Belastungen auf. Dort beeinflusst das gesamte dichte Straßennetz die Luftschadstoffbelastung, so daß in der Planungshinweiskarte keine Kennzeichnung ausgewählter Straßenabschnitte dargestellt wird. Vielmehr werden die Auswirkungen der innerstädtischen Straßen in den Planungshinweisen berücksichtigt.

5 MASSNAHMEN ZUR ERHALTUNG BZW. VERBESSERUNG DER KLIMATISCH-LUFTHYGIENISCHEN VERHÄLTNISSE

Die Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Verbesserung der klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse sind schon durch die Bezeichnung in zwei Gruppen unterteilt. Einerseits werden diejenigen Maßnahmen aufgeführt, die auf die klimatischen Verhältnisse einwirken und im wesentlichen der Ausbildung siedlungsbedingter Überwärmungen entgegenwirken. In der zweiten Gruppe sind die Maßnahmen zur Minderung der Luftschadstoffbelastungen zusammengefaßt. Diese sind aufgrund der Reduzierung der Emissionen sehr vielfältig und zahlreich. Gleichermaßen ist offensichtlich, daß sich die Maßnahmen überschneiden und für beide Gruppen wirksam sind.

Die benannten Maßnahmen beziehen sich weitgehend auf die in der Planungshinweiskarte ausgewiesenen Bereiche mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten gegenüber Nutzungsänderungen. Teilweise werden Maßnahmen aufgeführt, die für mehrere Bereiche zutreffen. Die aufgeführten Maßnahmen beziehen sich auf Planungsprozesse und sind nicht an eine zeitliche Rangfolge gebunden. Die Nennung und Beschreibung der Maßnahmen basiert auf der Erhaltung der klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse in Wuppertal und hat deren Verbesserung zum Ziel; sie beinhaltet keine Vorgaben, wie dringend oder in welchen Zeithorizonten die Maßnahmen umzusetzen sind.

5.1 Maßnahmen "Klima"

Mit den Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Verbesserung der klimatischen Verhältnisse im besiedelten Stadtgebiet von Wuppertal werden insbesondere die Be- und Durchlüftungsverhältnisse erfaßt. Damit beziehen sich die Maßnahmen "Klima" überwiegend auf zukünftige Planungen von Nutzungsänderungen, die eine zusätzliche Beeinträchtigung der lokalklimatischen Verhältnisse im Stadtgebiet vermeiden sollen. Desweiteren werden Maßnahmen für bebaute Bereiche mit hohem Schutzniveau genannt, die zu Verbesserungen der lokalklimatischen Bedingungen führen sollen. Zudem sind kleinräumige Eingriffe in die Oberflächengestaltung erwähnt, die insbesondere die thermischen Bedingungen ändern und in allen bebauten Bereichen wirkungsvoll sind. In einer weiteren Stufe werden klimarelevante Maßnahmen aufgeführt, die im Zusammenhang mit der CO₂-Produktion stehen. Diese Maßnahmen sind eher in bezug auf globale klimatische Verhältnisse wirksam, denn für lokalklimatische Effekte.

Mit Blick auf den planerischen Handlungsbedarf sollten folgende Ziele klimagerechter Planung verfolgt werden:

- Verbesserung der Siedlungsdurchlüftung
- Förderung der Frischluftzufuhr durch lokale Windsysteme
- Verbesserung der Aufenthaltsbedingungen bzgl. des Behaglichkeitsklimas / Bioklimas
- Verringerung der Überwärmung
- Verminderung der Freisetzung von Treibhausgasen

Damit sind folgende Maßnahmen verbunden:

- Erhaltung der siedlungsnahen Vegetationsflächen. Vegetationsflächen haben eine bedeutende Wirkung auf das Lokalklima, da sie einerseits die nächtliche Frisch- und Kaltluftproduktion erzeugen und andererseits bei hohem Baumanteil tagsüber thermisch ausgleichend sind. Vegetationsflächen am Siedlungsrand fördern den Luftaustausch. Deshalb sollen siedlungsnahen Freiflächen aus klimatischer Sicht für bauliche Nutzungen nicht in Anspruch genommen werden. Das betrifft alle in der Planungshinweiskarte ausgewiesenen bebauten Bereiche bis auf die Aussiedlerhöfe bzw. Einzelhäuser im Außenbereich.
- Vermeidung der Bebauung von Hanglagen in ausgedehnten besiedelten Gebieten, insbesondere wenn in den Talzonen Bebauung existiert. Dort findet ein intensiver Kalt- und Frischlufttransport statt (Hangabwinde). Das trifft auf alle Hangbereiche zu, die zum besiedelten Tal der Wupper orientiert sind. Diese Bereiche sind überwiegend als klimatische Schutzbereiche ausgewiesen.
- Vermeidung der Verbauung von Tallagen, da dort einerseits bei Schwachwindlagen der Kalt- und Frischlufttransport stattfindet und sie andererseits als Luftleitbahnen für regionale Winde dienen. Dies gilt insbesondere für das Tal der Wupper westlich und östlich der Innenstadt und die Bereiche in Tallagen, die als klimatische Schutzbereiche ausgewiesen sind.
- In Hanglagen mit bestehender Bebauung ist eine Verdichtung der Bebauung bzw. die Ausbildung von Bebauungsriegeln quer zum Hang zu vermeiden. Das trifft insbesondere auf alle Hangbereiche zu, die zum besiedelten Tal der Wupper orientiert sind und die

überwiegend als klimatische Schutzbereiche ausgewiesen sind. In diesen Bereichen ist die Ausbildung von zusammenhängenden Vegetationsflächen, die der Hangneigung folgen, zu empfehlen. Dadurch wird das Aufzehren der Kaltluft vermieden und das Durchströmen der bebauten Hangbereiche gefördert.

- Freihalten bestehender Luftleitbahnen von Strömungshindernissen wie Bebauung und dichtem Baumbestand. Große Gebäude quer zur Luftleitbahn sollten beseitigt werden. Das sind insbesondere die Bereiche, die in der Klimaanalyse mit kräftigen Pfeilsignaturen versehen sind. Dazu zählen die Schienenverkehrsflächen im Tal der Wupper und die Schutzbereiche in Tallagen.
- Innerstädtische Grünflächen beeinflussen die direkte Umgebung in mikroklimatischer Sicht positiv. Diese Wirkungen reichen auch schon bei kleinen Vegetationsflächen wie Parkanlagen, Sportanlagen, Friedhöfe etc. in die angrenzenden bestehenden bebauten Bereiche. Größere innerstädtische Vegetationsflächen wie z.B. Hardanlage, Nützenberg etc. wirken begünstigend auf einen größeren Bereich. Die innerstädtischen Freiflächen sollen aus klimatischer Sicht für bauliche Nutzungen nicht in Anspruch genommen werden, vielmehr ist die Schaffung einer möglichst großen Anzahl innerstädtischer Freiflächen zu verfolgen.
- Erhaltung und Schaffung von zusammenhängenden Vegetationsflächen innerhalb der bebauten Gebiete, wie beispielsweise Vegetationsflächen und Baumbestand entlang der Wupper, eine Verbindung der innerstädtischen Grünflächen etc.
- Erhaltung größerer zusammenhängender Vegetationsflächen in der Umgebung des Siedlungsbereiches, da sie das klimatisch-lufthygienische Regenerationspotential darstellen. Bei vorhandenem räumlichen Bezug zum Siedlungsraum sind sie für den Luftaustausch sehr wichtig und sollten aus klimatischer Sicht für bauliche Nutzungen nicht in Anspruch genommen werden.
- In bebauten Bereichen mit klimatisch-lufthygienischen Nachteilen sind Sanierungsmaßnahmen vorzunehmen. Das umfaßt die Beseitigung von Strömungshindernissen durch das Entfernen abriegelnder Gebäude zur Förderung des Luftaustauschs. Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen zur Schaffung neuer Vegetationsflächen sowie das Anpflanzen von Bäumen entlang von Straßenzügen und auf Parkplätzen zur Minderung der Überwärmung. Fassaden- und Dachbegrünungen sind in diesen Bereichen zu empfehlen, da sie auch zur Minderung der Überwärmung beitragen.

- Innerhalb bebauter und dicht bebauter Bereiche ist die Erhöhung des Vegetationsanteils anzustreben, um einer Überwärmung entgegenzuwirken. D.h. Förderung der Anlegung öffentlicher und privater Vegetationsflächen bzw. Anpflanzung von Bäumen. Fassaden- und Dachbegrünungen tragen ebenfalls zur Minderung der Überwärmung bei.
- Vermeidung einer Zersiedelung der Landschaft durch zahlreiche Streusiedlungen sowie der Entstehung von abriegelnden Bebauungsgürteln. Das betrifft insbesondere das Zusammenwachsen benachbarter Ortslagen und die Entstehung von wenig aufgelockerten Siedlungsbändern in Tallagen außerhalb des Wuppertaler Talkessels. Zwischen den einzelnen Siedlungen sollen Grünflächen bestehen bleiben, die der Ausbildung von überwärmten Bereichen entgegenwirken.
- Sattellagen in bebauten Berggrücken dienen als Luftleitbahnen und sollen nicht zugebaut werden. Das trifft in den Stadtteilen Cronenberg, Ronsdorf und Uellendahl-Katernberg zu.
- Bei der Ansiedlung von Gewerbe- und Industriegebieten ist zu berücksichtigen, daß die unmittelbar angrenzenden Wohngebiete nicht aufgrund der lokalen Windverhältnisse durch erhöhte Immissionen belastet werden. Dies ist insbesondere in den ausgewiesenen Schutzbereichen (Hanglagen und Luftleitbahnen) zu beachten.
- Förderung der Wärmedämmung der Gebäude und Förderung regenerativer Energieträger bzw. Fernwärmenutzungen zur Minderung der CO₂-Freisetzung durch Heiztätigkeiten.

5.2 Maßnahmen "Luftschadstoffbelastung"

Die Maßnahmen zur Verbesserung der lufthygienischen Verhältnisse sind sehr zahlreich, da vielfältige Möglichkeiten der Reduktion der Emissionen an den Quellen bestehen. Allerdings sind die kommunalen Eingriffsmöglichkeiten durch Planungsvorgaben eingeschränkt, so daß die Umsetzung der Maßnahmen zur Verbesserung der lufthygienischen Verhältnisse nicht nur über Vorgaben sondern über Förderungen zu erwirken ist. Mit Maßnahmen, die die Belüftungsverhältnisse betreffen, können zusätzlich die Luftschadstoffbelastungen mindernd beeinflusst werden.

Der Kfz-Verkehr stellt eine wesentliche Verursacherguppe der Luftschadstoffbelastung dar, zumal er nahezu flächendeckend im Stadtgebiet von Wuppertal vertreten ist und die Freisetzung bodennah erfolgt, also im Aufenthaltsbereich der Bevölkerung. Ziele zur Minderung der Einflüsse des Kfz-Verkehrs auf die Luftschadstoffbelastung sind:

- Verringerung von Verkehrsleistung im motorisierten Kraftverkehr von Verbrennungsmotoren (z. B. durch Verkehrsvermeidung oder Verlagerung auf elektrifizierte Verkehrsmittel, ÖPNV)
- Verbesserung des Verbrauchsverhaltens der Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren durch Verbesserung des Verkehrsablaufs (z.B. durch Stauvermeidung, Verkehrsverflüssigung und Geschwindigkeitsbeschränkung)
- Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs und Schadstoffausstoßes der Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren durch fahrzeugtechnische Maßnahmen (z.B. Förderung der Anschaffung von 3-Liter-Auto, Ausweisung von Sperrgebieten für Kfz ohne Schadstoffminderungskonzepte, Förderung alternativer Antriebssysteme).

Eine Auflistung und Bewertung emissionsmindernder Maßnahmen ist z.B. in dem Bericht "Emissionsmindernde Maßnahmen im Straßenverkehr, Handbuch zur Beurteilung der Wirksamkeit" (LfU, 1996) gegeben und wird folgend zusammenfassend aufgeführt:

- Maßnahmen zur Reduktion der Fahrleistung
 - Verkehrsbeschränkungen (Fahrverbote (zeitlich, räumlich oder auf bestimmte KFZ-Typen begrenzt), Aufhebung von Einbahnstraßen zur Verkürzung von Verkehrswegen, Sperrung von Straßen (ganz oder für bestimmte KFZ), Ausweisung von Fußgängerzonen, Rückbau von Straßen)
 - Parkraumsteuerung (Reduzierung des Stellplatzangebotes (Kurzzeit-, Langzeitparken, Stellplatzverpflichtung ändern, Park and Ride-Einrichtungen, Parken und Mitnehmen, Parkleitsystem, Anwohnerparkplätze, Parkraumbewirtschaftung, Parkhäuser, Sammelgaragen)
 - Raumplanung (Nutzungsmischung von Wohnen, Einkaufen und Arbeiten, zentrale Behördenkomplexe, dezentrale Satelliten-Bürozentren, dezentrale Versorgung in den Stadt- und Gemeindeteilen, Angebot Naherholung verbessern)
 - Güterverkehr (City-Logistik, Güterverteilzentren am Rand von Ballungsgebieten, Bahnanschluß für neue Industrie- und Gewerbegebiete)

- Maßnahmen zur Reduktion der spezifischen Emission
 - Geschwindigkeitsbeschränkungen (Tempolimit) (generelle Senkung der Tempolimits (Autobahnen, sonstige Außerortsstraßen, innerorts), Senkung des Tempolimits auf einzelnen Straßen, situationsabhängige Tempolimits bei Überschreiten von bestimmten Immissionswerten, vermehrte Kontrollen der Einhaltung der Tempolimits, Senkung des Tempolimits für LKW)
 - Förderung der Anschaffung von emissionsgeminderten KFZ (Einsatz schadstoffarmer PKW/LKW bei Behörden und Privatfirmen, Transportaufträge bevorzugt an Firmen mit emissionsarmen KFZ)
 - Überholverbot für LKW auf Autobahnen
 - Schaffung verkehrsberuhigter Bereiche
 - Kreisverkehrsplätze
- Förderung alternativer Verkehrsmittel
 - Förderung des ÖPNV (ÖPNV-Ticket als Straßennutzungsgebühr, Jobticket, Verkürzen der Taktzeiten, Tarifverbund, Neubau von Bahnstrecken, Vorrang für ÖPNV-Busse und Straßenbahn)
 - Förderung des Fahrradverkehrs (Fahrradstation an ÖPNV-Haltestellen)
 - Förderung des Fußgängerverkehrs
- Verkehrsverlagerungen
 - Pfortnerampeln an Hauptzufahrtsstraßen ins Stadtgebiet
 - Verkehrslenkung (zielorientierte Wegweisung für LKW in Gewerbegebiete)
 - Umfahrungen (Neubau von Straßen, Systematische Emissions- und Immissionsbewertung bei der Planung von Straßenbaumaßnahmen)
- Förderung des Umweltbewußtseins (Werbung für ÖPNV, Unterstützung Car-Sharing, Mitfahrzentralen, Fahrgemeinschaften)
- Maßnahmen zur Minimierung des Schadstoffaufkommens und des Energieverbrauchs für die Bereiche Hausbrand, Gewerbe und Industrie werden grundsätzlich in die nachfolgend genannten vier Gruppen aufgeteilt. In Wuppertal wurden in den letzten Jahren Aktivitäten zur Minimierung des Schadstoffaufkommens gefördert und durchgeführt.
 - Maßnahmen zur Reduktion der Energienachfrage (z.B. Wärmedämmung, energiesparendes Verbrauchsverhalten, usw.). Hier sind die Aktivitäten der Stadt Wuppertal wie:

- Energiesparprogramm, Wärmepaß, Gebäude-Check etc. für private Haushalte sowie Energiesparprogramme für Schulen und öffentliche Einrichtungen vorbildlich.
- Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz der Energiebereitstellung (z.B. Austausch alter Heizungsanlagen, neue Techniken, Kraft-Wärme-Kopplung, Förderung der Photovoltaik usw.),
 - Maßnahmen, die durch das Ersetzen emissionsintensiver Verbrennungsprozesse einen Beitrag zur Umweltentlastung leisten können (z.B. Ausbau der Gas- und Wärmeversorgung, regenerative Energien, Ersatz energieintensiver Produktionsverfahren, usw.),
 - Förderung energiegerechter Siedlungs- und Gebäudeplanung zur CO₂-Reduktion, womit auch eine Reduktion weiterer Schadstoffemissionen bei Verbrennungsprozessen verbunden ist.
- Umsetzung des für Wuppertal erarbeiteten Klimaschutzkonzeptes mit Maßnahmen zur CO₂-Minderung
- Raumplanerische Maßnahmen zur Vermeidung hoher Luftschadstoffbelastungen sind neben Verringerungen der Emissionen beispielsweise:
- Freihalten bestehender Luftleitbahnen von Emittenten wie z.B. gewerbliche und industrielle Schadstoffeinträge oder Hauptverkehrsstraßen. Das sind insbesondere die Bereiche, die in der Klimaanalyse mit kräftigen Pfeilsignaturen versehen sind und in der Planungshinweiskarte als Schutzbereiche ausgewiesen sind.
 - Vermeidung von bodennahen Emittenten in Hanglagen, insbesondere wenn in den Talzonen Bebauung existiert. Das trifft auf alle Hangbereiche zu, die zum besiedelten Tal der Wupper orientiert sind. Die bedeutenden Hangbereiche sind in der Planungshinweiskarte als Schutzbereiche ausgewiesen.
 - Vermeidung von bodennahen Emittenten in Bereichen mit eingeschränkter Be- bzw. Durchlüftung wie in engen Straßenschluchten, dichtbebauten Talbereichen, Siedlungsbereichen mit dichtem Baumbestand etc. Dort werden freigesetzte Schadstoffe relativ schlecht fortgeführt. Das betrifft alle Innenstadt- und Stadtbereiche, teilweise auch Bereiche der Stadtrandbebauung, in denen eine geschlossene Straßenrandbebauung vorherrscht.

6 UMSETZUNGSMÖGLICHKEITEN DES MASSNAHMENKONZEPTES

Das Handlungskonzept Klima und Lufthygiene für die Stadt Wuppertal mit den flächenhaft aufgezeigten Planungshinweisen und den daraus abgeleiteten Maßnahmevorschlägen ist insbesondere im Rahmen der Bauleitplanung umsetzbar. Zudem greifen die Planungshinweise auch in weitere Fachplanungsbereiche.

Die Flächennutzungsplanung stellt die obere kommunale Planungsebene der Umsetzung klimatisch-lufthygienischer Konzepte dar. Bei der Ausweisung neuer Nutzungsbereiche bzw. im Rahmen von Umnutzungen sind die Ausweisungen der Planungshinweiskarte zu berücksichtigen. Die Bereiche mit hohen Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen sind mit hoher Gewichtung in die Abwägungsprozesse aufzunehmen. Bei Überlegungen zu Eingriffen in Bereiche mit hohen klimatischen Empfindlichkeiten sind entsprechend der Beschreibungen im Kap. 4.2 vorab zur Einschätzung der Auswirkungen klimatisch-lufthygienische Fachgutachten zu erstellen. Damit soll sichergestellt werden, daß die Planung nicht zu zusätzlichen Beeinträchtigungen der klimatisch-lufthygienischen Bedingungen führt, sondern eher zu günstigeren klimatisch-lufthygienischen Verhältnissen führt. Gleichermaßen kann sich die Festsetzung der Art der baulichen Nutzung (Wohnbebauung, Mischgebiete, Kerngebiete, Gewerbe, Industrie etc.) an den Auswirkungen auf klimatisch-lufthygienische Belange orientieren. Im Nahbereich lokalklimatisch bedeutender Bereiche, wie dem klimatisch-lufthygienischen Schutzbereich, Freiflächen mit hoher Klimaaktivität und bebaute Gebiete mit hoher klimarelevanter Funktion, sind beispielsweise emissionsintensive Planungen (Industrie-, Gewerbe-, Kern-, Mischgebiet, Flächen für überörtlichen Kfz-Verkehr, Flächen für Entsorgungseinrichtungen etc.) nicht vorzusehen. Die Bereiche mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen sind eher als Flächen mit Nutzungsbeschränkungen im Flächennutzungsplan vorzusehen bzw. für bauliche Erweiterungen und Ausweisungen nicht verfügbar.

Im Bebauungsplan können die klimatisch-lufthygienischen Planungshinweise konkret berücksichtigt, umgesetzt und festgeschrieben werden, indem in beplanten Gebieten die Ausdehnungen der geplanten Bebauung bestimmt werden. Das umfaßt die erlaubte Lage geplanter Gebäude und deren Ausrichtung (Baufenster), die Höhe, die Dachform und die Gestaltung. Damit können beispielsweise Durchlüftungsbahnen von Bauwerken freigehalten und wesentliche Beeinflussungen der Windfelder durch hohe bzw. große Bauwerke verhindert

werden. Im Bebauungsplan sind auch Instrumente zur Festlegung der Bereiche öffentlicher und privater Grünflächen gegeben, womit die Grundlage vernetzter Grünbereiche gegeben ist. Diese Grünflächen können unterschiedlich gestaltet sein, wie beispielsweise Kinderspielplätze, Parkanlagen, Friedhöfe, Spiel- und Sportplätze, Kleingartenanlagen, private Gärten etc. Gleichermaßen sind damit auch die genannten Möglichkeiten der Vermeidung von Überwärmungsbereichen verfügbar. Desweiteren sind Schutzflächen vorschreibbar. Im Bebauungsplan sind zudem Festlegungen über den Erhalt bzw. das Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen möglich.

Im Bebauungsplanverfahren kann die Luftschadstoffbelastung über entsprechende Ausweisungen von Nutzungen beeinflusst werden. D.h. in sensiblen Bereichen hinsichtlich der Strömungsverhältnisse und Nutzung sollten keine wesentlichen Emittenten, insbesondere Industrie- und Gewerbenutzungen, ausgewiesen werden. Gleichermaßen kann eine Reduzierung der erforderlichen bzw. erlaubten Stellplatzanzahl aufgrund guter ÖPNV-Anbindung erfolgen und damit der Kfz-Verkehr reduziert werden. Das ist auch in Wohngebieten möglich, indem eine räumliche Trennung der Wohnungen von den Stellplätzen stattfindet.

Damit sind im Rahmen der Bauleitplanung detaillierte und umfassende Instrumente der Flächenausweisungen und Nutzungsausweisungen gegeben, die weitgehend alle Voraussetzungen zur Umsetzung der klimatisch-lufthygienischen Planungshinweise und Maßnahmen bieten.

Mit der Planungshinweiskarte kann im klimatisch-lufthygienischen Fachbereich unmittelbar eine Beurteilung eines Vorhabens- und Entwicklungsplanes stattfinden. Gleichermaßen können aus der Hinweiskarte Anforderungen aus klimatisch-lufthygienischer Sicht an die Vorhabens- und Entwicklungsplanung für ein konkretes Projekt abgeleitet und vorgegeben werden.

Weitere Fachplanungen zur Unterstützung der klimatisch-lufthygienischen Planungshinweise und Maßnahmen werden folgend aufgeführt.

Die Grün- und Freiraumplanung kann einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Verbesserung der lokalklimatischen Verhältnisse leisten, sofern eine Koordinierung der Grünplanung mit den Ausweisungen der klimatischen Planungshinweise stattfindet. Die Erhaltung, Pflege und Erweiterung der innerstädtischen Grünflächen sowie der öffentlichen Grünflächen

im Randbereich der Stadt Wuppertal wirkt einer nutzungsbedingten Überwärmung entgegen und fördert die Durchlüftung.

Mit der Eingriffs- und Ausgleichsplanung steht ein Instrumentarium zur Sicherung, Entwicklung und Wiederherstellung naturbelassener Bereiche zur Verfügung. Mit der Steuerung der Ausgleichsplanungen können die Funktionen bestehender Luftleitbahnen und Hangabwindssysteme sowie lokalklimatische Verhältnisse an innerstädtischen Freiflächen verbessert werden, indem anfallende Ausgleichsmaßnahmen gezielt in den genannten Bereichen durchzuführen sind. Das kann beispielsweise zu Entsiegelungsmaßnahmen nicht mehr genutzter befestigter Flächen oder zur Intensivierung des Vegetationsbestandes führen. Gleichmaßen kann einer ungünstigen Entwicklung, wie beispielsweise eine vorgesehene dichte Aufforstung in Luftleitbahnen entgegengewirkt werden. Desweiteren ist der Aufbau von Immissionsschutzanpflanzungen zu nennen.

Die Bereiche der Landschaftsplanung und Landschaftspflege können durch Berücksichtigung der klimatischen Planungshinweise wirkungsvoll zum Schutz der lokalklimatischen Verhältnisse eingesetzt werden. Das betrifft insbesondere den Erhalt und die Pflege des Vegetationsbestandes im Stadtgebiet von Wuppertal und dessen Weiterentwicklung sowie die Planung der Vernetzung der Grünflächen.

Die Forstplanung kann durch gezielte Planungen die lokalklimatischen Verhältnisse maßgeblich prägen. Das betrifft insbesondere das Freihalten der Luftleitbahnen und siedlungsorientierten kräftigen Kaltluftströmungsbereiche von dichtem Baumbewuchs, damit keine wesentlichen Strömungshindernisse entstehen. Baumbestand in Kuppenlagen oder vom Stadtgebiet abgewandten Hangbereichen tragen zur Frischluftentstehung wesentlich bei. Gleichmaßen trägt ein dichter Baumbestand auf nicht geneigten Flächen in angrenzender Bebauung zu den bioklimatischen Verhältnissen ausgleichend bei.

Die Verkehrsplanung trägt wesentlich zur Entwicklung der Luftschadstoffbelastung im Stadtgebiet von Wuppertal bei. Hier sind zahlreiche Möglichkeiten gegeben. Das reicht von der Förderung des ÖPNV über Eingriffe in den Kfz-Verkehr (Reduktionen der erlaubten Fahrgeschwindigkeit, Umfahrungen sensibler Nutzungsbereiche, Ampelsteuerung) bis zu Fahrverboten in ausgewählten Bereichen bzw. für bestimmte Fahrzeuggruppen.

Die Reduktion der Emissionen im Stadtgebiet von Wuppertal kann durch freiwillige Maßnahmen der Beteiligten erfolgen. Durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und Förderung sind solche Entwicklungen zu forcieren. Das bedeutet für Wuppertal eine Fortführung der Maßnahmen zur Senkung des CO₂-Aufkommens im Zusammenhang mit dem globalen Klimaschutzkonzept.

7 PROGNOSEN ZUR AUSWIRKUNG VON PLANUNGSVORHABEN

Innerhalb des Stadtgebietes von Wuppertal standen zum Zeitpunkt der Vergabe des Gutachtens u.a. Nutzungsänderungen auf 16 Teilflächen zur Diskussion. Für diese Teilflächen, die nach Lage, Umgrenzung, Nutzungsart und geplanter Nutzungsart durch den Auftraggeber vorgegeben sind, werden die möglichen Auswirkungen der Nutzungsänderungen auf die klimatisch-lufthygienischen Verhältnisse näher betrachtet, im folgenden beschrieben und bewertet. **Abb. 7.14** zeigt einen Überblick der Lage der Teilflächen im Stadtgebiet auf der Grundlage der Reliefdarstellung. Nach einer Kurzbeschreibung der jeweiligen Planfläche mit einer kleinen Detailkarte werden die Ausweisungen der Planungshinweiskarte und die Hintergrundinformationen der Klimaanalysekarte benannt. Darauf aufbauend werden Empfehlungen bezüglich der Beplanung der Teilflächen aus klimatisch-lufthygienischen Gesichtspunkten in Anlehnung und gegebenenfalls Konkretisierung der Ausweisungen der Karte mit Hinweisen für die Planung aufgestellt. Die Ableitungen der klimatisch-lufthygienischen Auswirkungen erfolgen auf der Grundlage der Klimaanalysekarte und der Kaltluftsimulationen unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungen. Aufbauend auf den Kaltluftsimulationen für den derzeitigen Zustand, die in Kap. 2.3 beschrieben sind, wurden auch Simulationen für einen Planzustand mit Umsetzung der Planungen auf den 16 zu betrachtenden Teilflächen durchgeführt. Die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen sind in den **Abb. 7.15** bis **Abb. 7.18** aufgezeigt. Dort wird die durch die Nutzungsänderung bedingte Reduktion der Kaltluftvolumenstromdichte für die Anfangsphase der Kaltluftbildung und für die Phase der ausgeprägten Kaltluftströmungen in Form von Linien gleicher Reduktion der Volumenstromdichte in absoluten Angaben, d.h. in $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, dargestellt. D.h. die Linien zeigen die Abnahme der Kaltluftströmungsintensität an. Die Linien liegen teilweise dicht beieinander, so daß die Beschriftung nicht immer eindeutig zuzuordnen ist. Von außen nach innen werden folgende Linien dargestellt, sofern sie auftreten: $-1 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, $-2 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, $-3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, $-4 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, $-5 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$, $-6 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$. An den Linien ist die räumliche Erstreckung und die Intensität der Auswirkungen der Nutzungsänderungen auf die Kaltluftverhältnisse ablesbar. Je nach Lage der Planfläche und geplanter Nutzung können sich die Auswirkungen auf die Kaltluftströmungen bis in mehrere hundert Meter erstrecken. Aus den Vergleichen der reduzierten Volumenströme mit den für den derzeitigen Zustand berechneten können relative Änderungen abgeleitet werden, die im Text zu den einzelnen Teilflächen als prozentuale Reduktionen angegeben werden.

In Kuppenlagen sind günstige Durchlüftungsverhältnisse vorherrschend, so daß Planungen dort größtenteils nicht zu wesentlichen thermischen und lufthygienischen Belastungen führen und die Kaltluftströmungen nicht wesentlich beeinflussen. Dort werden teilweise keine Linien der Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte eingetragen, da schon im derzeitigen Zustand die Volumenstromdichte gering ist. Allerdings können in den Kuppenlagen im Nahbereich von Gebäuden Konflikte mit dem Windkomfort für Tätigkeiten im Freien auftreten. Durch erhöhte Böigkeiten können ungünstige bis gefährdende Bedingungen entstehen.

Bei den Beurteilungen der 16 Teilflächen und den Planungsempfehlungen werden auch die lufthygienischen Aspekte berücksichtigt. Detaillierte Informationen über die örtlich bestehenden Schadstoffbelastungen liegen größtenteils nicht vor. Anhand der Verkehrsbelegungen auf den Straßen und den Angaben der Emissionskataster (Kap. A4) kann abgeleitet werden, ob die Planflächen im Einfluß von Schadstoffbelastungen nahegelegener Emittenten liegen. Darauf wird im Text hingewiesen. Da ohne nähere Untersuchungen die Intensitäten der Belastungen nicht festgestellt werden können, werden solche empfohlen. Einfache Abschätzungen (z.B. Merkblatt für Luftverunreinigungen an Straßen MLuS) ergeben beispielsweise, daß an den Autobahnen in Wuppertal im Abstand von ca. 200 m allein der Beitrag der Straße die Schlüsselmeßgröße zu ca. 25 % ausschöpft; das Überschreiten der Schlüsselmeßgröße ist bei der großräumigen Vorbelastung von Wuppertal zu erwarten. Entsprechend der lokalen Verhältnisse kann der Abstand von einer stark befahrenen Straße bzw. Autobahn zur Einhaltung der Schlüsselmeßgröße mehrere hundert Meter betragen. Darauf wird im Text gesondert hingewiesen, ohne vorab genaue Angaben über die Mindestabstände geben zu können. Gleichmaßen werden kritische Aspekte bezüglich zusätzlicher Emittenten entsprechend den lokalen Gegebenheiten aufgeführt.

Fläche 1, Bahnstraße West in Vohwinkel

Diese ca. 3.3 ha große Fläche ist im Stadtbezirk Vohwinkel westlich der Bahnstraße (B 224) gelegen (**Abb. 7.1**). Sie beinhaltet derzeit eine landwirtschaftliche Nutzung, die in ein Gewerbegebiet umgewandelt werden soll. In deren unmittelbarer Nachbarschaft sind landwirtschaftliche Nutzflächen, Wohnnutzungen, Waldflächen und ein Steinbruch gelegen.

Die Fläche 1 liegt nördlich des Tals der Wupper und im oberen Hangbereich eines Geländerückens. In der Planungshinweiskarte ist sie als Freifläche mit hoher Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; in der direkten Umgebung sind Hangabwindsymbole eingetragen. Relevante Hangabwinde sind auf der Fläche 1 nicht festzustellen. Im Laufe der Nacht mit zunehmender Kaltluftbildung gelangt diese Fläche in eine nach Westen bis Südwesten gerichtete Kaltluftströmung, die, bedingt durch die zunehmende Mächtigkeit der Kaltluftströmung und das Auffüllen von Mulden und Tälern, aus nördlicher Richtung gespeist wird. Damit wirkt sich diese Flächenumnutzung allein betrachtet nur geringfügig auf die vorherrschende Kaltluftströmung aus (**Abb. 7.15** und **Abb. 7.16**). Im Verbund mit den Auswirkungen der Flächen 2 und 3 ergibt

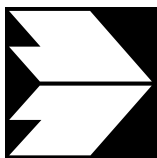
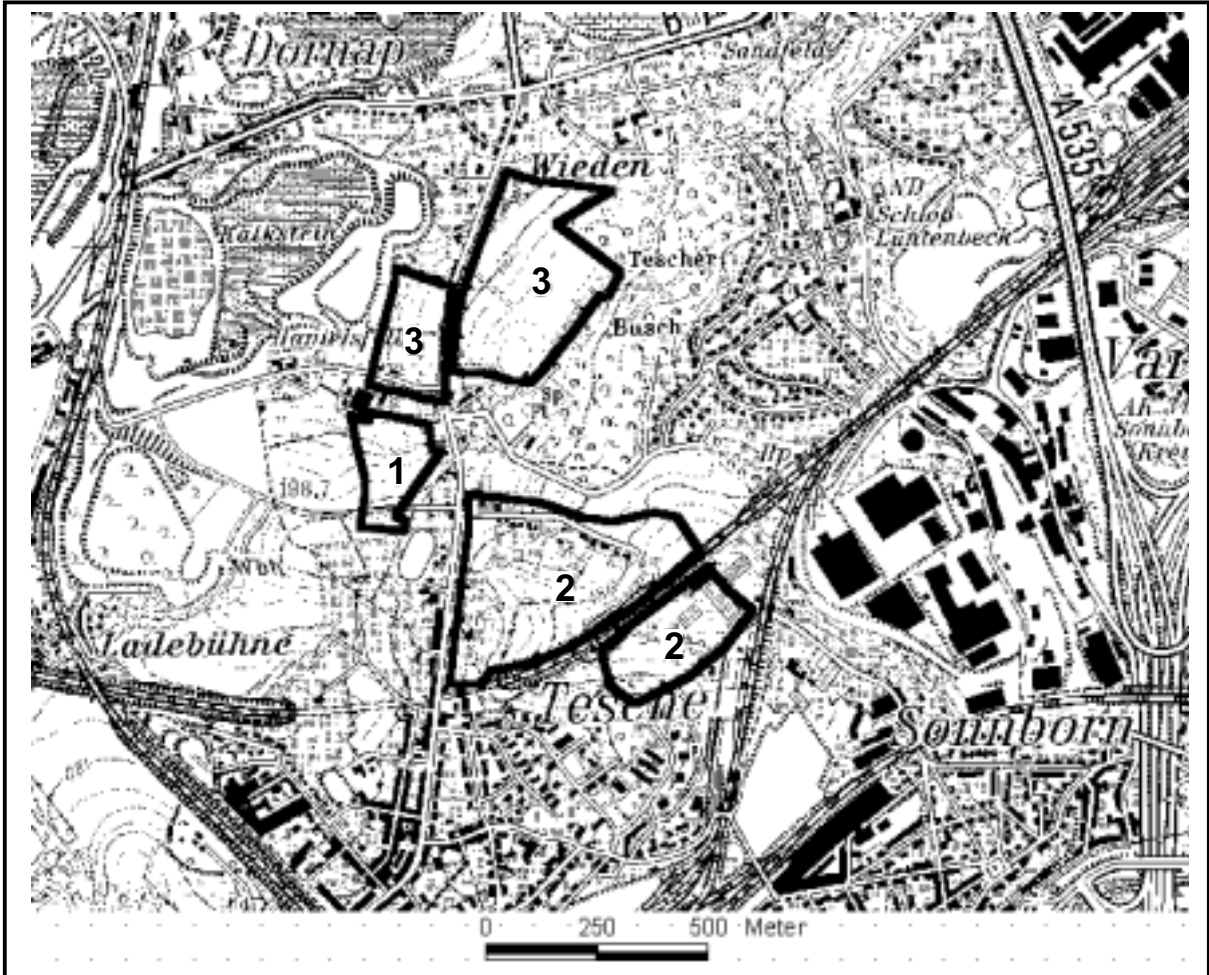


Abb. 7.1: Lageplan der Planflächen 1 bis 3

sich ein größerer Bereich, in dem der Kaltluftvolumenstrom um ca. 30 % reduziert wird. Die Umnutzung der Fläche 1 hat daran einen geringen Anteil. Aufgrund der Lage an oberem Hangbereich des Geländerückens sind dort günstige Durchlüftungsverhältnisse gegeben, so daß keine wesentlichen thermischen Belastungen durch zusätzliche Versiegelungen zu erwarten sind. Die tangierende Bahnstraße (B 224) stellt eine wesentliche Schadstoffquelle dar. Für den westlich der Fläche 1 gelegenen Steinbruch liegen keine Emissionsangaben vor. Bezüglich der Ansiedlung von Gewerbebetrieben ist die anschließende bestehende Wohnbebauung hinsichtlich möglicher Schadstoffbelastungen zu beachten. Zudem ist zu berücksichtigen, daß mit den Flächen 2 und 3 ein zusammenhängendes Siedlungsband entsteht, das aus klimatischer Sicht als ungünstig einzustufen ist. Deshalb weist die Planungshinweiskarte dort hohe Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen auf.

Fläche 2, B-Plan Nr. 855, Tesche/Flieth in Vohwinkel

Die Fläche 2 liegt in Vohwinkel östlich der Bahnstraße (B 224) und weist insgesamt eine Fläche von ca. 19.7 ha auf. Die Fläche erstreckt sich von der Bahnstraße, die entlang eines Geländerückens verläuft, bis in den nach Südosten abfallenden Hangbereich (**Abb. 7.1**). Die östliche Teilfläche liegt zwischen zwei Bahnlinien. Die derzeitige landwirtschaftliche Nutzung und Gärtnereibrache soll in Wohn- und Gewerbenutzung überführt werden.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 2 mit folgenden Ausweisungen belegt: Freifläche mit hoher Klimaaktivität, Freifläche mit mittlerer Klimaaktivität, bebaute Gebiete mit hoher Klimaaktivität und bebaute Gebiete mit mittlerer Klimaaktivität. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop bzw. Gartenstadtklimatop; in der direkten Umgebung sind Hangabwindsymbole eingetragen. Die Fläche 2 und deren direkte Umgebung tragen aufgrund ihrer Landnutzung intensiv zur Kaltluftproduktion bei, die bei Einsetzen der Kaltluftbildung geländefolgend nach Südosten in besiedelte Bereiche ins Tal der Wupper strömt. Kurz nach Einsetzen der Kaltluftbildung werden dort kleine Hindernisse und Geländeerhebungen wie Bahndämme überströmt. Im Laufe der Nacht bei andauernder Kaltluftbildung führt die Kaltluftansammlung im Talbereich dazu, daß die Kuppe der Fläche 2 in westliche Richtung überströmt wird. Durch die Nutzungsänderung wird sowohl die Kaltluftbildung auf dieser Fläche als auch die Kaltluftströmung reduziert. In einem bis ca. 500 m nach Südosten reichenden Bereich wird der Hangabwind zu Beginn der Kaltluftbildung um bis zu 50 % hinsichtlich des Volumenstroms reduziert (**Abb. 7.15**). Beim Überströmen des Geländerückens wird die geplante Nutzung die Kaltluftströmung beeinträchtigen. Im Verbund mit den Auswirkungen der Flächen 1 und 3 ergibt sich ein größerer Bereich, in dem der Kaltluftvolumenstrom um ca. 30 % reduziert wird (**Abb. 7.15** und **Abb. 7.16**). Bodennah

freigesetzte Luftschadstoffe werden mit der Kaltluftströmung zu Beginn der Kaltluftentstehung in besiedelte Bereiche von Wuppertal verfrachtet. Bezogen auf übergeordnete Windanströmungen ist die Fläche 2 gut durchlüftet. Bezüglich der dem Tal der Wupper zugute kommenden Hangabwinde ist das Freihalten des Osthanges von Bebauung aus klimatischer Sicht vorzusehen. Eine Bebauung auf dem Geländerrücken entsprechend der südlich anschließenden bestehenden Bebauung wird nicht zu relevanten klimatisch-lufthygienischen Auswirkungen führen.

Fläche 3, Bahnstraße in Vohwinkel

Die Fläche 3 liegt in Vohwinkel beiderseits der Bahnstraße (B 224) und weist insgesamt eine Fläche von ca. 14.8 ha auf. Die Fläche östlich der Bahnstraße (B-Plan-Nr. 963 Bahnstraße Ost) ist auf einem Geländerrücken gelegen, die Fläche westlich der Bahnstraße fällt nach Westen ab (**Abb. 7.1**). Die derzeitige landwirtschaftliche Nutzung soll in Gewerbenutzung überführt werden.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 3 als Freifläche mit mittlerer und hoher Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop. Die Fläche 3 trägt aufgrund ihrer Nutzung intensiv zur Kaltluftproduktion bei, die bei Einsetzen der Kaltluftbildung von dem Geländerrücken überwiegend nach Westen in Richtung eines Steinbruchs strömt. Im Laufe der Nacht wird diese Kaltluftströmung durch das Überströmen des Geländerrückens aufgrund von Kaltluftansammlungen im Talbereich der Wupper unterstützt. Damit wird der Kaltluftvolumenstrom durch die Nutzungsänderung westlich davon bis in einige hundert Meter um ca. 30 % reduziert (**Abb. 7.15** und **Abb. 7.16**). Da Siedlungen davon nicht direkt betroffen sind, ist aus klimatischer Sicht eine Bebauung nicht auszuschließen. Im Verbund mit den Auswirkungen der Flächen 1 und 2 ergibt sich ein größerer Bereich, in dem der Kaltluftvolumenstrom um ca. 30 % reduziert wird. Durch die Lage auf dem Geländerrücken weist die Fläche 3 eine gute Durchlüftung auf. Bei häufig vorherrschenden Westwinden liegt die Fläche im Einfluß eventuell freigesetzter Schadstoffe des Steinbruchs und der B 224. Zudem ist bei der Ansiedlung von Gewerbebetrieben zu beachten, daß in östlicher Richtung, d.h. in Hauptwindrichtung, in ca. 250 m Abstand Wohnnutzung besteht. Die Hinweiskarte zeigt auf dem Geländerrücken mittlere Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen, so daß in Übereinstimmung mit den detaillierteren Betrachtungen Nutzungsänderungen möglich sind. Im westlichen Teilbereich sind die Auswirkungen auf benachbarte Bereiche und lufthygienische Einflüsse aus diesen Bereichen zu beachten, so daß bei Planungen diesbezüglich Fachgutachten zu erstellen sind.

Flächen 1, 2 und 3 im Verbund

In den Abschnitten zu den Flächen 1, 2 und 3 wurde jeweils betont, daß sich die klimatisch-lufthygienischen Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen überlagern bzw. verstärken. Obwohl die Umnutzung der Fläche 1 alleine die relativ geringsten Auswirkungen nach sich zieht, führt sie zur linienhaften Erweiterung der Siedlungsfläche. Mit der Umnutzung der Fläche 3 würde dann eine Erweiterung der zusammenhängenden Siedlungsfläche und der erwärmten Bereiche stattfinden, ohne daß klimatische Ausgleichsfunktionen gegeben sind. Das Freihalten des nach Osten gerichteten Hangbereichs der Fläche 2 von Bebauung ist auch im Verbund der drei Flächen zu beachten, damit die Hangabwinde erhalten bleiben.

Aus klimatisch-lufthygienischer Sicht würde die Umnutzung der Fläche 3 und eventuell die teilweise Umnutzung des im oberen Bereichs des Geländerückens gelegene Teilfläche der Fläche 2 zu unkritischen Änderungen führen, wenn zwischen der Fläche 3 und dem südlichen Siedlungsbereich ein Freiraum erhalten bleibt.

Fläche 4, B-Plan Nr. 883/996, Vohwinkeler Straße in Vohwinkel

Die Fläche 4 liegt im südwestlichen Bereich des Stadtbezirks Vohwinkel innerhalb des Tals der Wupper und weist eine Fläche von ca. 27.7 ha auf (**Abb. 7.2**). Die derzeitige Bahnnutzung bestehend aus Gleisanlagen und Bahneinrichtungen soll in eine gewerbliche Nutzung umgewandelt werden.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 4 als bebautes Gebiet mit hoher klimarelevanter Funktion ausgewiesen und mit dem klimatisch-lufthygienischen Schutzbereich versehen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Gleisanlagen- und Gewerbeklimatop; zudem ist dort das Symbol der Luftleitbahn eingetragen. Bezogen auf die Kaltluftströmungen ist die Fläche 4 von untergeordneter Bedeutung, da sie im Talbereich und damit im Kaltluftsammlbereich liegt. Dort ist keine eindeutige gerichtete Kaltluftströmung zu erkennen. Aufgrund der langen Erstreckung der Fläche 4 in Talrichtung und auch entsprechend der Hauptwindrichtung fördert sie die Strömungsverhältnisse der talparallelen Luftleitbahn.

Aus klimatisch-lufthygienischer Sicht sollte die Fläche 4 von Bebauung freigehalten werden. Eventuelle Planungen sind hinsichtlich folgend genannter Aspekte durch Fachgutachten zu untersuchen. Bei der Ansiedlung von Gewerbebetrieben sollte zur Erhaltung der Luftleitbahn die Erstellung von quer zur Talausrichtung orientierten riegelartigen Gebäuden verhindert werden. Gleichmaßen führen hohe Gebäude zu deutlichen Störungen der Durch-

lüftungsverhältnisse im Umfeld der geplanten Bebauung. Zur Minimierung der Einschränkung der talparallelen Windströmung ist eine Orientierung geplanter Bebauung parallel zum Taleinschnitt vorzusehen, wobei zwischen den Gebäudezeilen möglichst weite Bereiche von Bebauung freigehalten werden sollen. Langgestreckte Bereiche mit geringer Rauigkeit können bei Mindestbreiten von 50 m leitende Wirkungen für die Luftströmungen aufweisen und sollten auf der Fläche 4 von Bebauung freigehalten werden. Im Nahbereich der Fläche 4 ist eine Hauptverkehrsstraße gelegen, die zu intensiven Schadstoffbelastungen führt. Zudem sind in der Umgebung weitere Gewerbebetriebe gelegen. Bei der Ansiedlung von

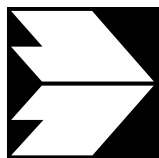
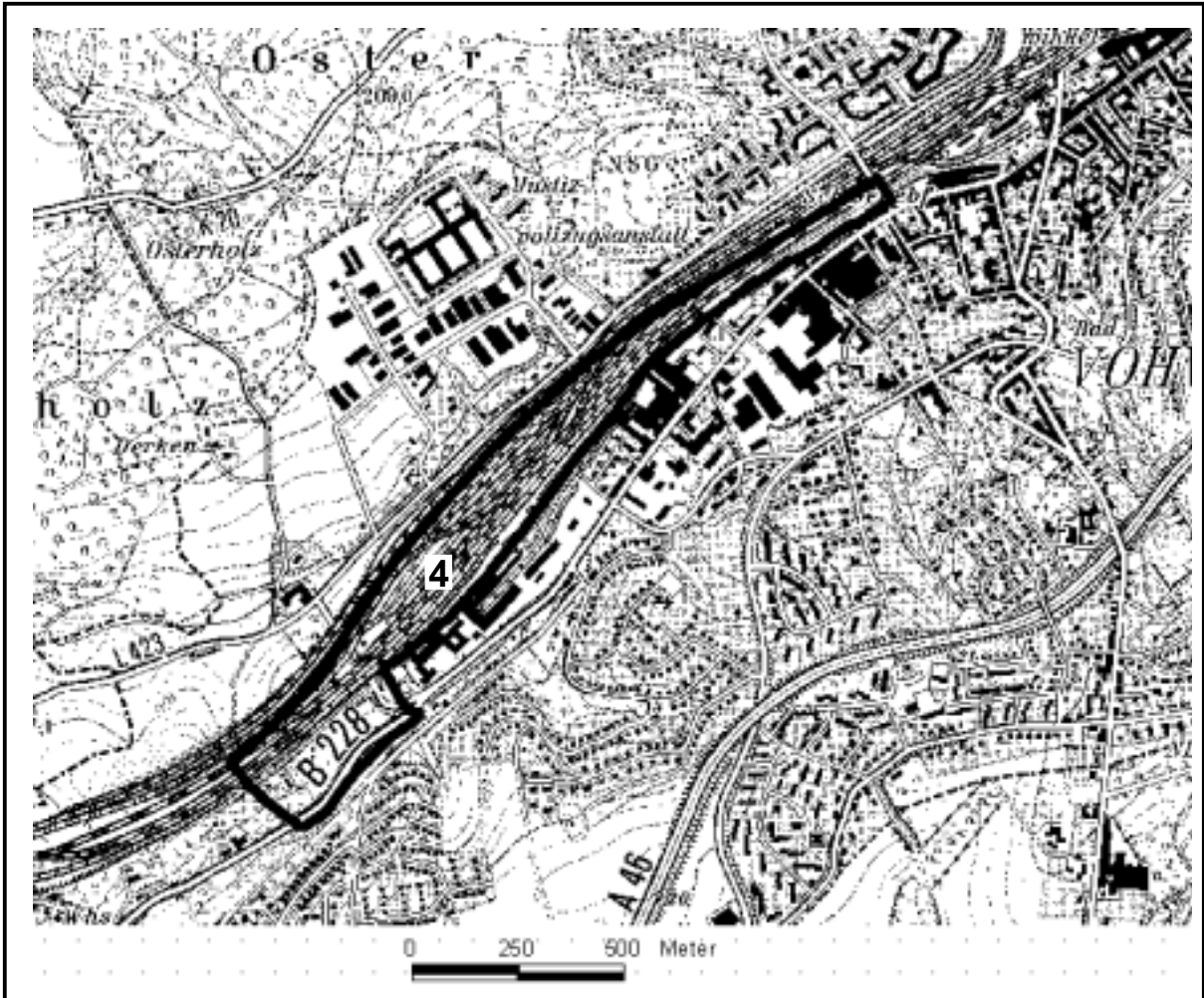


Abb. 7.2: Lageplan der Planfläche 4

Gewerbebetrieben auf der Fläche 4 ist zu beachten, daß freigesetzte Luftschadstoffe mit der Hauptwindrichtung in das Stadtgebiet verfrachtet werden und dort im schon belasteten Bereich zu Erhöhungen der Schadstoffbelastungen beitragen. Dementsprechend sollten auf der Fläche 4 nur emissionsarme Gewerbebetriebe angesiedelt werden.

Fläche 5, Pahlkestraße in Elberfeld West

Die Fläche 5 liegt im nördlichen Randbereich des Stadtbezirks Elberfeld West und weist eine Fläche von ca. 7.7 ha auf (**Abb. 7.3**). Die in Kuppenlage gelegene Fläche wird überwiegend durch Wald umgeben; im Westen schließen ein Wohngebiet des Stadtbezirks Uellendahl-Katernberg und landwirtschaftliche Nutzflächen an. Im Süden liegt eine Wohn-

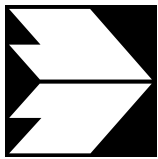


Abb. 7.3: Lageplan der Planfläche 5

bebauung am Eskesberg im Stadtbezirk Elberfeld West. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 5 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung und ein Hundesportverein vorhanden, die in Wohnnutzung umgewandelt werden soll.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 5 als Freifläche mit mittlerer Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; in der direkten Umgebung sind Hangabwindsymbole eingetragen. Aufgrund der Kuppenlage weist die Fläche eine gute Durchlüftung auf. Durch die Grünlandnutzung stellt sie eine intensive Kaltluftproduktionsfläche dar. Dem Gelände folgend strömt diese Kaltluft von der Kuppe insbesondere in südliche Richtung. Begünstigt durch die Hangabwinde werden ein anschließendes Waldstück und die etwas weiter entfernt gelegene Wohnbebauung am Eskesberg. Durch die geplante Umnutzung der Fläche 5 wird die Intensität des Hangabwindes und somit der dadurch bedingte Luftaustausch beeinträchtigt. Da jedoch der Hangabwind im Istzustand keine große Mächtigkeit aufweist und nicht durch ein weiteres Einzugsgebiet gespeist wird, ist damit ein geringer Volumenstrom verbunden. In der Darstellung der Reduktion der Kaltluftvolumenstromdichte sind damit keine Angaben im Zusammenhang mit der Umnutzung der Fläche 5 gegeben, da der absolute Betrag sehr gering ist. (**Abb. 7.15** und **Abb. 7.16**). Relevante Auswirkungen auf benachbarte Nutzung sind aufgrund des geringen Kaltluftvolumenstroms nicht zu erwarten. Relevante Schadstoffemittenten sind die Pahlkestraße an der Fläche 5 und gewerbliche Nutzungen im Talbereich. Obwohl durch die Umnutzung keine wesentlichen Auswirkungen zu erwarten sind, ist zur Erhaltung der günstigen Durchlüftungsverhältnisse und der Hangabwinde eine offene Bebauung mit durchgehenden Grünflächen aus klimatischer Sicht zu empfehlen. Gleichermaßen wäre eine Vermeidung von riegelartigen Gebäuden quer zu wesentlichen Windanströmungsrichtungen förderlich.

Fläche 6, Schevenhofer Weg in Uellendahl-Katernberg

Die Fläche 6 liegt im nordwestlichen Randbereich des Stadtbezirks Uellendahl-Katernberg und setzt sich aus zwei räumlich getrennt liegenden Teilflächen zusammen, die insgesamt eine Fläche von ca. 23.4 ha aufweisen (**Abb. 7.4**). Beide Teilflächen befinden sich in Hanglagen, die nach Norden bzw. Nordwesten geneigt sind. Die bisherige landwirtschaftliche Nutzung soll auf der nördlichen Fläche in Gewerbenutzung, auf der südlichen Fläche in Wohnnutzung überführt werden. In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 6 als Freifläche mit teils mittlerer, teils hoher Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; in der direkten Umgebung sind Symbole für Hangab-

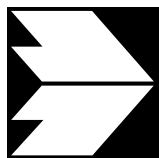
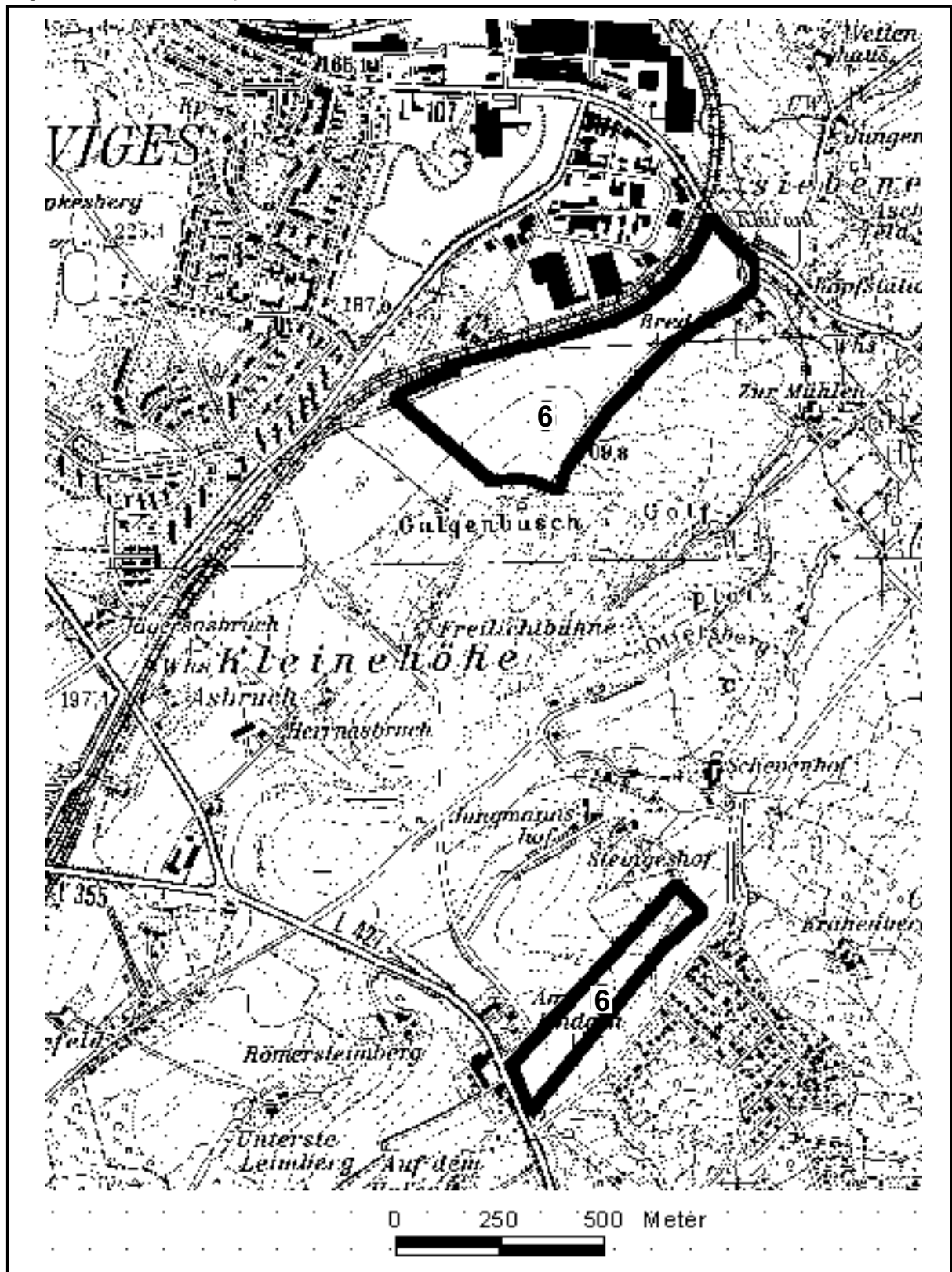


Abb. 7.4: Lageplan der Planfläche 6

winde und teils intensive Hangabwinde eingetragen. Der südliche Teil der Fläche 6 schließt im Westen an bestehende Wohnbebauung vom Wohnplatz Obensiebeneick an und wird ansonsten von landwirtschaftlichen Nutzflächen umgeben. Aufgrund der Hanglage direkt im Anschluß an die Kuppenlage finden auf dieser Teilfläche Hangabwinde in westliche bis nördliche Richtung statt. Die Hangabwinde sammeln sich in den Geländevertiefungen des Schevenhofer Bachs und Mühlenbachs und strömen nach Norden und Nordwesten in Richtung Velbert. Durch die Nutzungsänderung werden nördlich der geplanten Wohnnutzung die Kaltluftvolumenströme um ca. 30 % reduziert (**Abb. 7.15** und **Abb. 7.16**). Der nördliche Teil der Fläche 6, der in Gewerbenutzung überführt werden soll, stößt im Nordwesten an gewerbliche Nutzungen von Velbert an; ansonsten wird die Teilfläche von landwirtschaftlicher Nutzung umgeben. Entsprechend der Hangneigung sind intensive Kaltluftabflüsse in nordwestlicher Richtung vorherrschend. Durch die Nutzungsänderung ergibt sich ein ausgedehnter Bereich reduzierten Kaltluftvolumenstroms. Davon sind gewerbliche Nutzungen sowie Wohnnutzungen der Stadt Velbert betroffen. Zu Beginn der Kaltluftbildung werden die Volumenströme um ca. 40 % reduziert. Im Laufe der Nacht steigt die Mächtigkeit der Kaltluftschicht in diesem Bereich an, so daß die Nutzungsänderung eine Reduktion des Kaltluftvolumenstroms um ca. 20 % ausmacht. Die Effekte der beiden Teilflächen überlagern sich, so daß insgesamt in einem ausgedehnten Bereich Reduktionen der Kaltluftströmungen zu erwarten sind. Die geplante Gewerbefläche liegt im Einflußbereich der Emittenten des benachbarten Gewerbegebietes. In der direkten Umgebung der geplanten Wohnbebauung sind keine wesentlichen Schadstoffemittenten gelegen. Aus klimatisch-lufthygienischer Sicht führt eine geplante Wohnbebauung auf der südlichen Teilfläche entsprechend der östlich anschließenden bestehenden Bebauung nicht zu wesentlichen Änderungen in empfindlichen Bereichen. Dies entspricht der Ausweisung der Planungshinweiskarte. Bei einer Gewerbeansiedlung auf der nördlichen Teilfläche sind die Auswirkungen auf Bereiche außerhalb des Stadtgebietes von Wuppertal sowie lufthygienische Belastungen von der Nachbargemeinde zu beachten, die durch Fachgutachten zu belegen sind. Die Reduzierung der Flächenausdehnung entsprechend der Ausweisung in der Planungshinweiskarte ist zu empfehlen.

Fläche 7, Dönberger Straße in Uellendahl-Katernberg

Die Fläche 7 liegt im nordöstlichen Randbereich des Stadtbezirks Uellendahl-Katernberg und weist eine Fläche von ca. 9.7 ha auf (**Abb. 7.5**). Die an einem Südhang im oberen Bereich eines Geländerrückens gelegene Fläche wird überwiegend durch Wohnnutzungen

umgeben; im Süden schließen landwirtschaftliche Nutzflächen an. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 7 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung und Grünland vorherrschend, die in Wohnnutzungen umgewandelt werden sollen.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 7 mit folgenden Ausweisungen versehen: Freifläche mit mittlerer und hoher Klimaaktivität, bebaute Gebiete mit mittleren klimarelevanten Funktionen und im Süden schließt die klimatisch-lufthygienische Schutzzone an. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich überwiegend als Grünlandklimatop, teils Waldklimatop, teils Stadtrandklimatop; in der Umgebung sind Hangabwindsymbole eingetragen. Aufgrund der relativen Höhenlage weist die Fläche eine gute Durchlüftung auf. Durch die

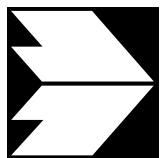
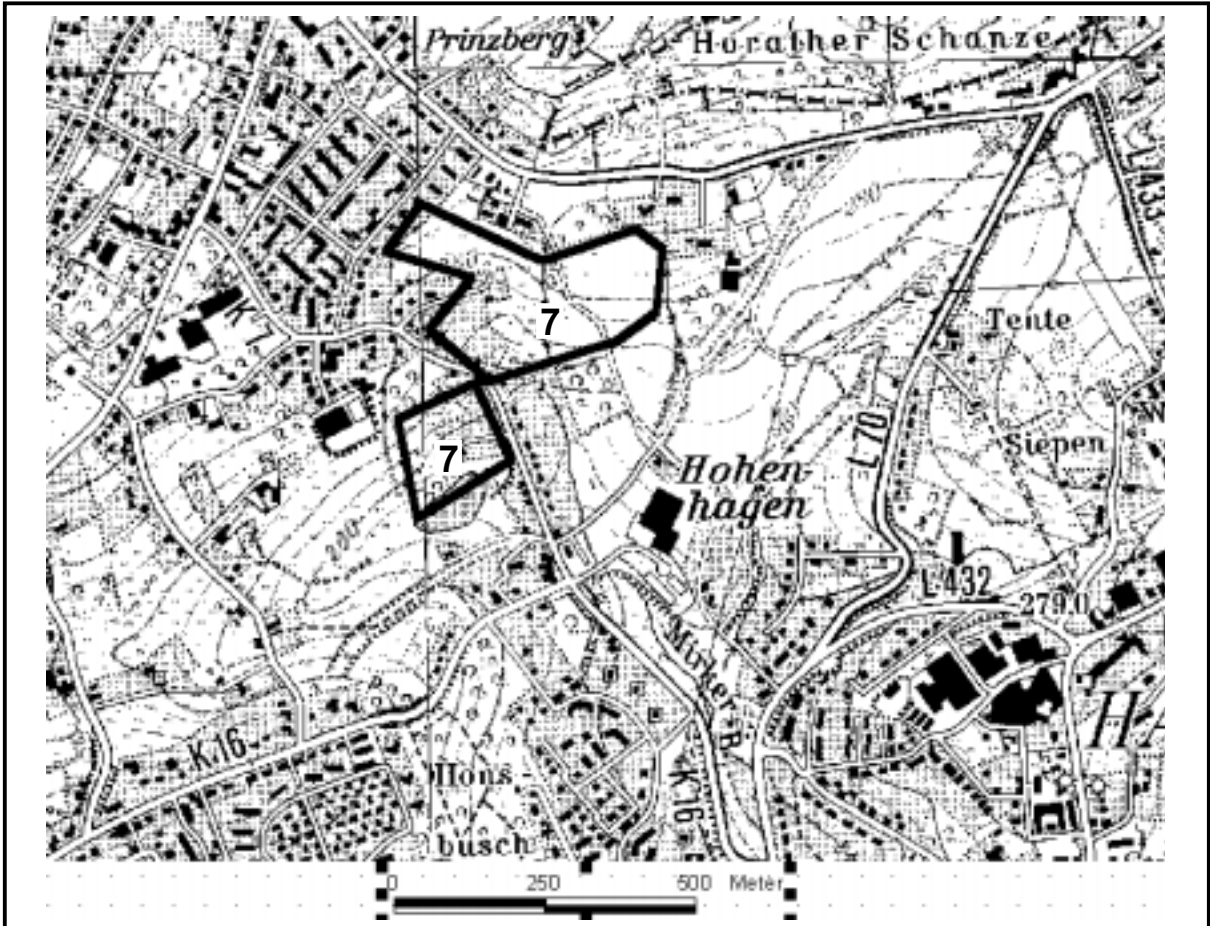


Abb. 7.5: Lageplan der Planfläche 7

Grünlandnutzung stellt sie eine intensive Kaltluftproduktionsfläche dar. Dem Gelände folgend strömt diese Kaltluft von dem Hangbereich in südliche Richtung. Begünstigt durch die Hangabwinde werden anschließende Wohnbereiche des Stadtbezirks Uellendahl-Katernberg (an der Dörnberger Straße), die sich in den Hangbereich zur Tallage des Stadtgebietes fortsetzen und eine Bündelung in den Talbereichen des Hagenbachs und Mirkerbachs darstellen. Durch die geplante Umnutzung der Fläche 7 wird die Intensität des Hangabwindes und der dadurch bedingte Luftaustausch beeinträchtigt. Die Kaltluftvolumenstromdichte wird südlich der Umnutzung in einem langgestreckten Bereich um ca. 20 % verringert (**Abb. 7.17** und **Abb. 7.18**). Aus klimatischer Sicht ist dort bei einer Ausweisung von Wohnnutzungen zur Minimierung der Beeinträchtigungen der Kaltluftströmung nur eine offene Bebauung mit durchgehenden Grünflächen vorzusehen. Riegelartige Gebäude quer zum Hang sollen verhindert werden. In der Umgebung der Fläche 7 sind keine intensiven Schadstoffemittenten vorhanden. Die Berücksichtigung der Ausweisung der Planungshinweiskarte mit der Verschiebung der Planfläche in Richtung Norden auf den Geländerücken ist zur Minimierung der Auswirkungen vorteilhaft. Planungen außerhalb der Ausweisungen sollten durch ein Fachgutachten begleitet werden.

Fläche 8, B-Plan Nr. 994, Reppkotten in Oberbarmen

Die Fläche 8 liegt im östlichen Bereich des Stadtbezirks Oberbarmen und setzt sich aus zwei Teilflächen zusammen (**Abb. 7.6**), die insgesamt eine Fläche von ca. 13.5 ha aufweisen. Die an einem Ost- bis Südosthang gelegene Fläche 8 wird im direkten Nahbereich überwiegend durch landwirtschaftliche Nutzungen bzw. Grünlandnutzungen umgeben, die wiederum in allen Richtungen durch Wohn- und Gewerbenutzungen umschlossen sind. Im Westen schließen die Bundesautobahn sowie Gewerbe- und Wohngebiete an die Fläche 8 an. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 8 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung und Grünland vorherrschend, die in Wohnnutzungen umgewandelt werden sollen.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 8 überwiegend als Freifläche mit hoher Klimaaktivität und teils mit mittlerer Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; auf der Planfläche 8 und in der direkten Umgebung sind Hangabwindssymbole eingetragen. Aufgrund der Grünlandnutzung auf der Fläche 8 und der direkten Umgebung sowie dem starken Gefälle in östliche bis südöstliche Richtung sind dort zu Beginn der Kaltluftbildung intensive Hangabwinde vorherrschend. Diese tragen zur Belüftung des Stadtteils Wichlinghausen sowie der Speisung des bebauten Talbereichs von Wuppertal bei. Allerdings werden die Kaltluftabflüsse durch die oberhalb gelegene stark

befahrene Autobahn mit Schadstoffen beaufschlagt. Bei günstigen Kaltluftbedingungen füllt sich im Laufe der Nacht der Talbereich der Wupper mit Kaltluft an, die sich im östlichen Stadtbereich langsam in Richtung Westen bewegt. In dieser Phase gerät der Bereich der Fläche 8 auch in die Kaltluftansammlung, so daß die Hangabwinde an Wirksamkeit verlieren. Zu Beginn der Kaltluftbildung wird der Volumenstrom des Hangabwindes durch die Nutzungsänderung um ca. 20 % reduziert (**Abb. 7.17**). Bei ausgeprägter Kaltluftansammlung sind keine Auswirkungen der Nutzungsänderungen zu erwarten (**Abb. 7.18**).

Die dargestellten Betrachtungen bestärken die Ausweisungen der Planungshinweiskarte, so daß höchstens nur ein kleiner Teil der Fläche 8 im oberen Hangbereich umgenutzt werden

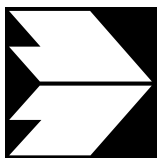
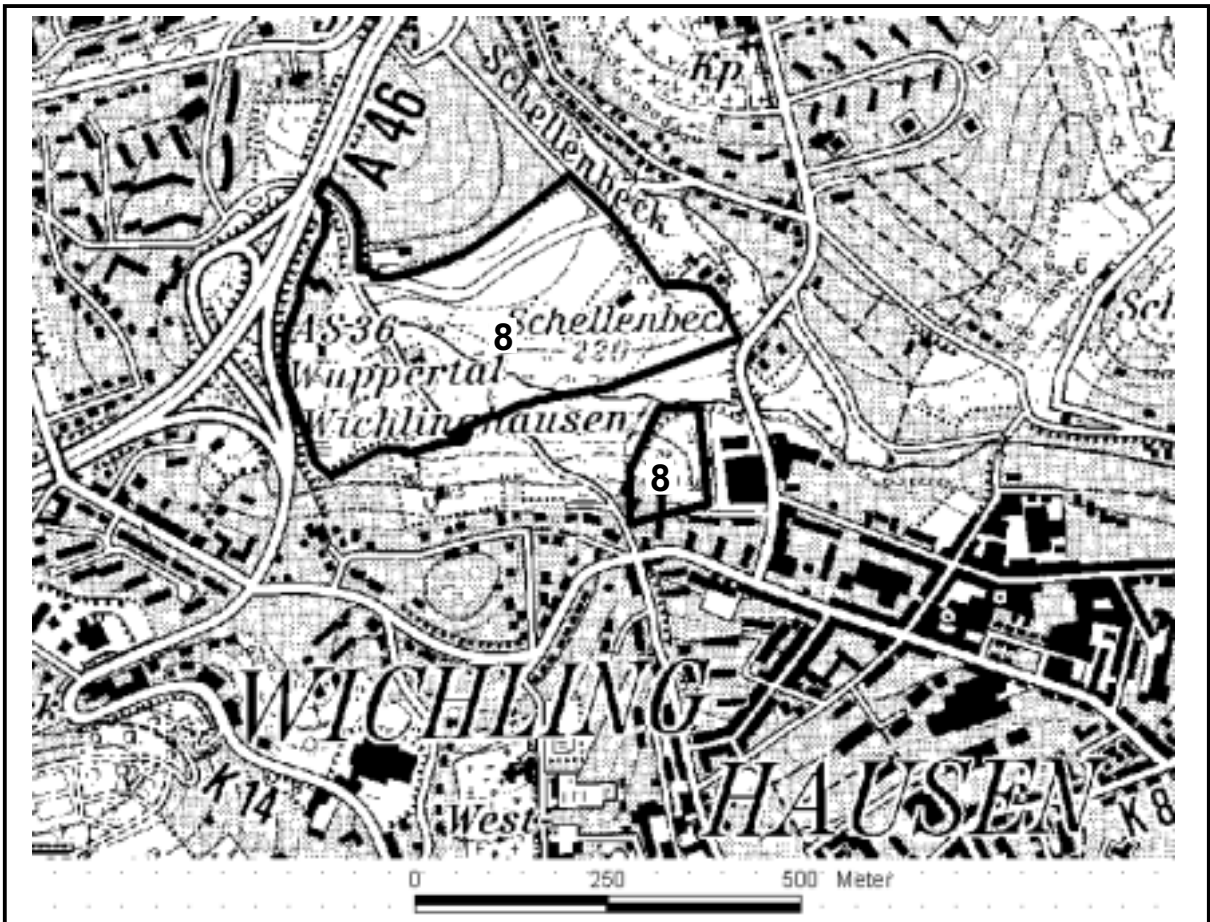


Abb. 7.6: Lageplan der Planfläche 8

dürfte, um die klimatischen Funktionen nicht intensiv zu beeinträchtigen. Weitergehende Planungen sollten durch detaillierte Fachgutachten begleitet werden. Aus klimatisch-lufthygienischer Sicht ist eine geplante Wohnbebauung im Nahbereich der Autobahn nicht vorzusehen. Der autobahnahe Bereich der Fläche 8 liegt sowohl bei Kaltluftströmungen als auch den Hauptwindrichtungen unter erhöhter Schadstoffbelastung. Dementsprechend sollte dort keine Wohnbebauung ausgewiesen werden. In größerem Abstand zur Bundesautobahn, also außerhalb der erhöhten Schadstoffbelastung ist Wohnbebauung mit folgend genannten Einschränkungen aus klimatisch-lufthygienischer Sicht möglich. Die Ermittlung des ausreichenden Abstandes zum Schutz vor hoher Schadstoffbelastung sollte durch Untersuchungen ermittelt werden (s. Hinweis S. 77). Zur Minimierung der Beeinflussung der Hangabwinde ist eine offene Bebauung mit durchgehenden Grünflächen vorzuschreiben. Gleichermaßen sollen riegelartige Gebäude quer zum Hang verhindert werden. Bei der Ausweisung von Wohnbebauung auf der Fläche 8 sind die Auswirkungen der Bundesautobahn auf die Luftschadstoffbelastung durch detaillierte Fachgutachten zu prüfen.

Fläche 9, B-Plan Nr. 993, Haarhausen / Mählersbeck in Oberbarmen

Die Fläche 9 liegt im nördlichen Bereich des Stadtbezirks Oberbarmen und weist eine Fläche von ca. 2.6 ha auf (**Abb. 7.7**). Die Umgebung der Fläche 9 weist eine Neigung nach Süden bis Südsüdosten auf, wobei die Fläche 9 auf einem schwach ausgeprägten Geländerücken in dieser Hanglage gelegen ist und überwiegend durch landwirtschaftliche Nutzungen geprägt ist; im Nordwesten schließt Wohnbebauung an. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 9 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung und Grünland vorherrschend, die in Wohnnutzungen umgewandelt werden sollen.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 9 als Freifläche mit mittlerer Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; in der direkten Umgebung sind Hangabwindssymbole eingetragen. Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung und Grünlandnutzung in der Umgebung der Fläche 9 und der Hanglage sind dort Hangabwinde vorherrschend. Diese tragen zur Belüftung des Stadtteils Wichlinghausen sowie der Speisung des bebauten Talbereichs von Wuppertal bei. Eventuell werden die Kaltluftabflüsse durch die oberhalb gelegene stark befahrene Autobahn mit Schadstoffen beaufschlagt. Die Mächtigkeit der Hangabwinde ist im Bereich der Fläche 9 gering, so daß dort geringe Volumenströme vorherrschen. Bei günstigen Kaltluftbedingungen füllt sich im Laufe der Nacht der Talbereich der Wupper mit Kaltluft an. Der Stagnationsbereich reicht bis in die Höhe der Fläche 9, so daß die Hangabwinde dann an Wirksamkeit verlieren. Aufgrund der geringen Ausdehnung der

Fläche 9 und des geringen Volumenstroms sind durch die Umnutzung der Fläche keine weitreichenden Änderungen der Kaltluftströmungen zu erwarten. Zur Minimierung der Beeinflussung der Hangabwinde würde eine offene Bebauung mit durchgehenden Grünflächen ohne riegelartige Gebäude quer zum Hang beitragen. Bei der Ausweisung von Wohnbebauung auf der Fläche 9 sind die Auswirkungen der Bundesautobahn auf die Luftschadstoffbelastung zu prüfen. Damit wird die Ausweisung der Planunshinweiskarte bestätigt.

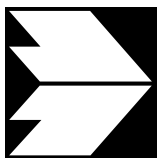
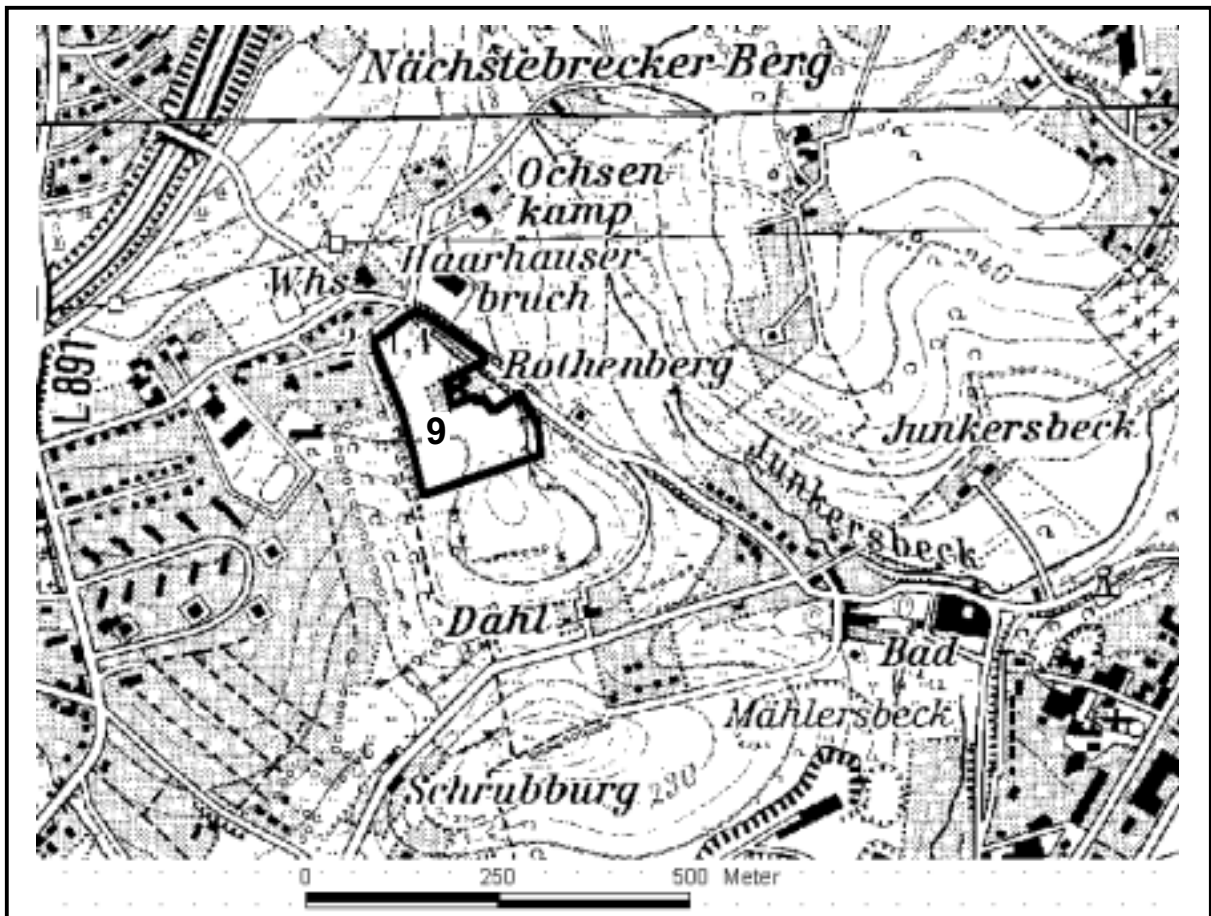


Abb. 7.7: Lageplan der Planfläche 9

Fläche 10, B-Plan Nr. 903, Bahnhof Wichlinghausen in Oberbarmen

Die Fläche 10 liegt im dicht bebauten Bereich des Stadtbezirks Oberbarmen und weist eine Fläche von ca. 9.2 ha auf. Die Fläche 10 verläuft parallel zum Tal des Mählerbeck und verläuft damit im nach Südwesten abfallenden Gelände. Für die Gleisanlagen wurde der Bereich eingeebnet (**Abb. 7.8**). Die Fläche 10 wird überwiegend von Wohn- und Gewerbenutzungen umgeben. Im derzeitigen Zustand sind auf der Fläche 10 überwiegend Gleisanlagen und Bahngelände der ehemaligen Güterabfertigungsanlage der deutschen Bundesbahn sowie teilweise Kleingärten vorherrschend, die in Wohn- und Gewerbenutzungen umgewandelt werden sollen.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 10 als bebautes Gebiet mit hoher klimarelevanter Funktion ausgewiesen und mit der klimatisch-lufthygienischen Schutzausweisung versehen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Bahnanlagen- und Gewerbeklimatop und weist das Symbol einer Luftleitbahn auf. Die Hangabwinde aus nördlichen Freiflächen werden im Talverlauf der Fortsetzung des Mählerbecks bzw. des Schwarzbachs kanalisiert. Die Fläche 10 begünstigt aufgrund der relativ geringen Bebauung diese Strömung, trägt selber jedoch nicht wesentlich zur Kaltluftbildung bei. Im Laufe der Nacht gerät dieser Bereich in die Kaltluftansammlung des Tals der Wupper. Mit der geplanten Nutzungsänderung sind Beeinträchtigungen der bodennahen Strömungsbedingungen verbunden. Diese wirken sich auch auf die Kaltluftströmung in der ersten Nachthälfte aus. Der Kaltluftvolumenstrom wird auf der beplanten Fläche und südlich davon bis in einige hundert Meter um ca. 15 % reduziert. Damit wird auch die Belüftung des bebauten Talbereichs eingeschränkt. Gleichermäßen zeigen die Windmessungen in Oberbarmen und an der Max-Planck-Straße eine nicht unwesentliche Häufigkeit der Windrichtungen entsprechend dem Verlauf des Mählerbecks bzw. Schwarzbachs. Diese leitende Wirkung des Geländeeinschnitts wird durch zusätzliche Bebauung eingeschränkt.

Diese Betrachtungen bestärken die Ausweisungen der Planungshinweiskarte, so daß weitere Planungen dort durch detailliert Fachgutachten zu begleiten sind, die die genannten und folgenden Aspekte berücksichtigen. Zur Minimierung dieser Auswirkungen ist bei einer Ausweisung der Fläche 10 als Gewerbegebiet eine Orientierung geplanter Bebauung parallel zum Talverlauf, also in einer Ausrichtung von Nordnordost nach Südsüdwest, vorzusehen, wobei zwischen den Gebäudezeilen möglichst weite Bereiche von Bebauung freigehalten werden sollen. Langgestreckte Bereiche mit geringer Rauigkeit können bei Mindestbreiten von 50 m leitende Wirkungen für die Luftströmungen aufweisen und sollten auf der Fläche 10 von Bebauung freigehalten werden.

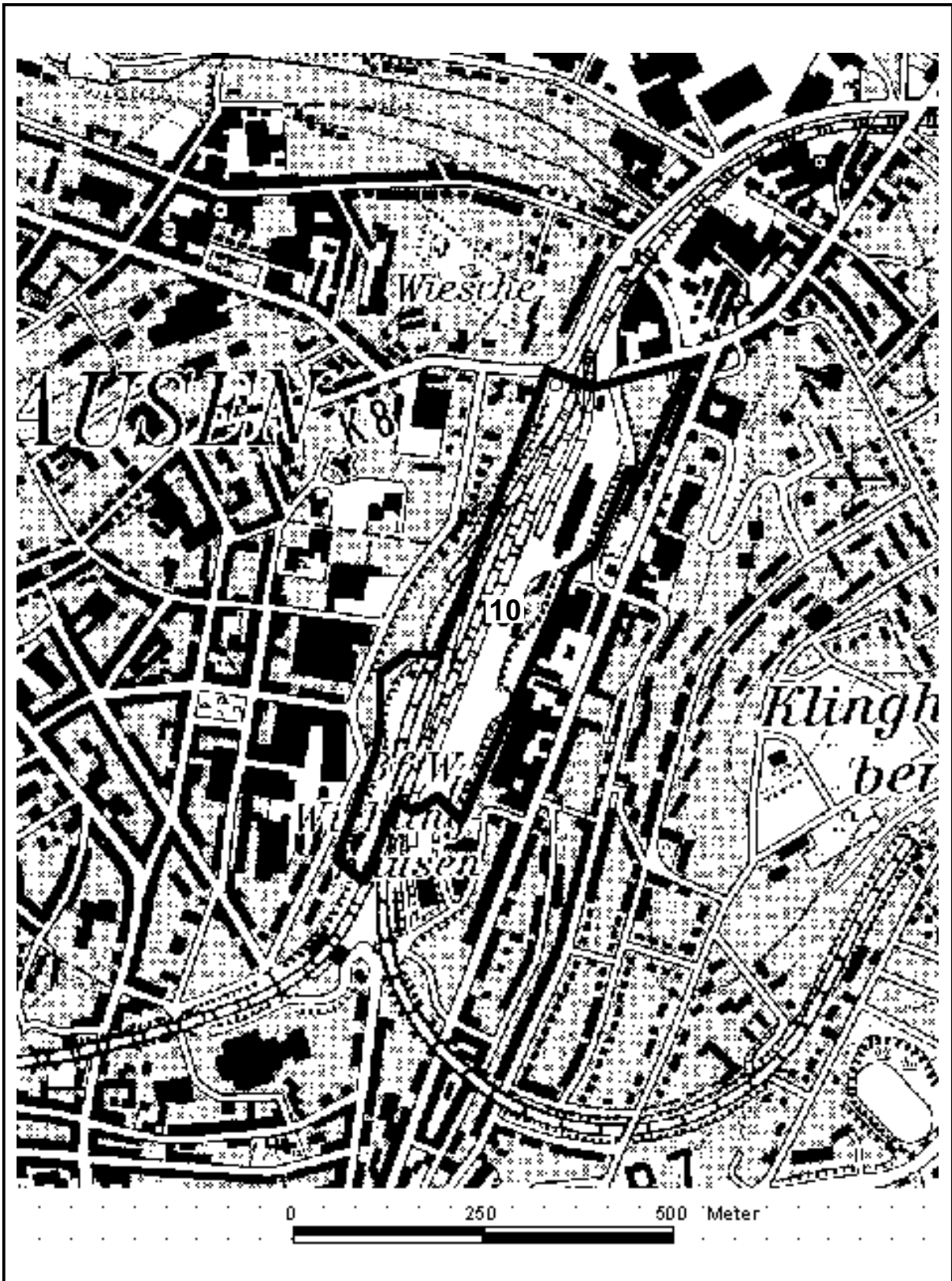


Abb. 7.8: Lageplan der Planfläche 10

Fläche 11, Wittener Straße/Bruch/Bracken in Oberbarmen

Die Fläche 11 liegt im nordöstlichen Bereich des Stadtbezirks Oberbarmen in der Gemarkung Nächstebreck (**Abb. 7.9**) und setzt sich aus mehreren Teilflächen zusammen, die insgesamt eine Fläche von ca. 44 ha aufweisen. Die Fläche 11 erstreckt sich von der Kuppenlage des Geländerückens bis in überwiegend nach Süden abfallende Hangbereiche. Die umgebende Nutzung setzt sich im östlichen Bereich aus Wohn- und Gewerbenutzungen, im westlichen Bereich aus landwirtschaftliche Nutzungen, Grünland und Wald zusammen. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 11 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung und Grünland vorherrschend, die in Gewerbenutzungen umgewandelt werden sollen.

In der Planungshinweiskarte sind die Teilflächen der Fläche 11 als Freiflächen mit mittlerer und hoher Klimaaktivität ausgewiesen; südlich davon grenzt die klimatisch-lufthygienische Schutzzone an. Die Klimaanalysekarte beschreibt die Teilflächen als Grünland-, Wald-, Stadtrand und Gewerbeklimatop; zudem sind dort Hangabwindsymbole und südlich davon Kaltfluthindernisse eingetragen. Aufgrund der Lage im oberen Bereich des Geländerückens weist die Fläche eine gute Durchlüftung auf. Durch die Grünlandnutzung stellt sie eine intensive Kaltluftproduktionsfläche dar. Dem Gelände folgend strömt diese Kaltluft von dem Geländerücken insbesondere in südliche Richtung, da schon kurz nach Einsetzen der Kaltluftbildung sich bodennah eine homogene nach Süden gerichtete Kaltluftströmung entwickelt. Hangabwinde in östliche bzw. westliche Richtungen werden rasch in diese Strömung nach Süden umgelenkt. Begünstigt durch die Hangabwinde werden anschließende Wohngebiete der Gemarkung Nächstebreck und des Stadtteils Wichlinghausen. Durch die geplante Umnutzung der Fläche 11 wird die Intensität des Hangabwindes und somit der dadurch bedingte Luftaustausch beeinträchtigt. Insbesondere die relativ große südliche Teilfläche trägt zur Reduzierung der Kaltluftströmung bei (**Abb. 7.17** und **Abb. 7.18**). Damit wird in einem Bereich bis mehrere hundert Meter Abstand der Kaltluftvolumenstrom um bis zu ca. 30 % verringert. Davon sind anschließende Wohnnutzungen betroffen. Zudem wird der dem Tal der Wupper zuströmende Hangabwind verringert. Bei vorherrschenden Kaltluftbedingungen werden bodennah freigesetzte Schadstoffe in die folgenden Wohnbereiche verfrachtet. Das ist vor allem bezüglich der schon vorhandenen gewerblichen Emissionen zu beachten.

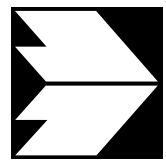


Abb. 7.9: Lageplan der Planfläche 11

Aus klimatisch-lufthygienischer Sicht sind die Umnutzungen auf den kleineren Teilflächen nicht mit wesentlichen Auswirkungen verbunden, sofern nicht intensive Schadstoffemittenten angesiedelt werden. Jedoch führt die ausgedehnte südliche Teilfläche zu deutlichen Beeinträchtigungen der Kaltluftströmungen. Hier ist aus klimatischer Sicht eine Reduzierung der Flächenausdehnung im westlichen Bereich entsprechend der Ausweisung in der Planungshinweiskarte vorzusehen. Eine mögliche gewerbliche Nutzung sollte nicht weiter nach Westen reichen wie die bestehende Bebauung nördlich davon. Von möglichen Schadstofffreisetzungen in diesem Teilbereich werden bei Kaltluftbedingungen südlich anschließende Wohnbereiche und entsprechend der Hauptwindrichtung nordöstlich anschließende Wohnbereiche betroffen sein. Dementsprechend sind nur emissionsarme Gewerbebetriebe dort zuzulassen. Planungen außerhalb der Ausweisungen der Planungshinweiskarte (Freiflächen mit mittlerer Klimaaktivität) sollten durch Fachgutachten begleitet werden.

Fläche 12, B-Plan Nr. 485/1, Wulfeshohl in Langerfeld-Beyenburg

Die Fläche 12 liegt im nordöstlichen Bereich des Stadtbezirks Langerfeld-Beyenburg östlich der Autobahn A 1 (**Abb. 7.10**) und weist eine Fläche von ca. 3.2 ha auf. Die Fläche 12 ist an einem Nordhang gelegen und wird von Wohnnutzungen, landwirtschaftlichen Nutzflächen und Grünlandnutzungen umgeben; im Nordwesten schließt die Bundesautobahn an. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 12 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung und Grünland vorherrschend, die in Wohnnutzungen umgewandelt werden sollen.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 12 als Freifläche mit mittlerer und hoher Klimaaktivität ausgewiesen und innerhalb des klimatisch-lufthygienischen Schutzbereichs gelegen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; auf der Planfläche 12 und in der direkten Umgebung sind Hangabwindsymbole eingetragen. Aufgrund der Grünlandnutzung auf und hangaufwärts der Fläche 12 sind dort intensive Hangabwinde vorherrschend. Diese tragen zur Belüftung des dicht bebauten Stadtbezirks Langerfeld-Beyenburg sowie der Speisung des bebauten Talbereichs von Wuppertal bei. Die Kaltluftströmung überquert nördlich der Fläche 12 die Autobahn und wird die freigesetzten Schadstoffe nach Norden in den Talbereich transportieren. Die Intensität der Hangabwinde führt zu einer intensiven Verdünnung der schadstoffbelasteten Luftmassen. Durch die Nutzungsänderung sind nördlich der Fläche 12 in einem Bereich von einigen hundert Metern Länge Reduktionen der Kaltluftvolumenströme um ca. 20 % zu erwarten. Davon sind Wohn- und Gewerbenutzungen betroffen. Dort wird die Belüftung bei Kaltluftbedingungen

reduziert und damit auch die Verdünnung der Schadstoffe durch den Kfz-Verkehr der Autobahn verringert. Mit der Planung auf der Fläche 12 entsteht südöstlich der Bundesautobahn ein durchgängiger Bereich mit baulichen Nutzungen, d.h. die klimatisch günstige bestehende Unterbrechung des Siedlungsbandes wird geschlossen. Die Ausweisung der Planungshinweiskarte sieht eine Unterbrechung des Siedlungsbandes vor. Durch die Nähe der Fläche 12 zur Bundesautobahn sind auf der beplanten Fläche erhöhte Luftschadstoffbelastungen zu erwarten. Dementsprechend sollte eine Wohnbebauung einen möglichst großen Abstand zu dieser Emissionsquelle aufweisen. Vor der Ausweisung von Wohnnutzungen ist kritisch zu prüfen, ab welchem Abstand die Schadstoffbelastung nicht zu Konflikten mit geplanter Wohnnutzung führt (s. Hinweis S. 77). Sofern in Bezug auf die

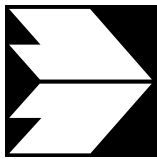
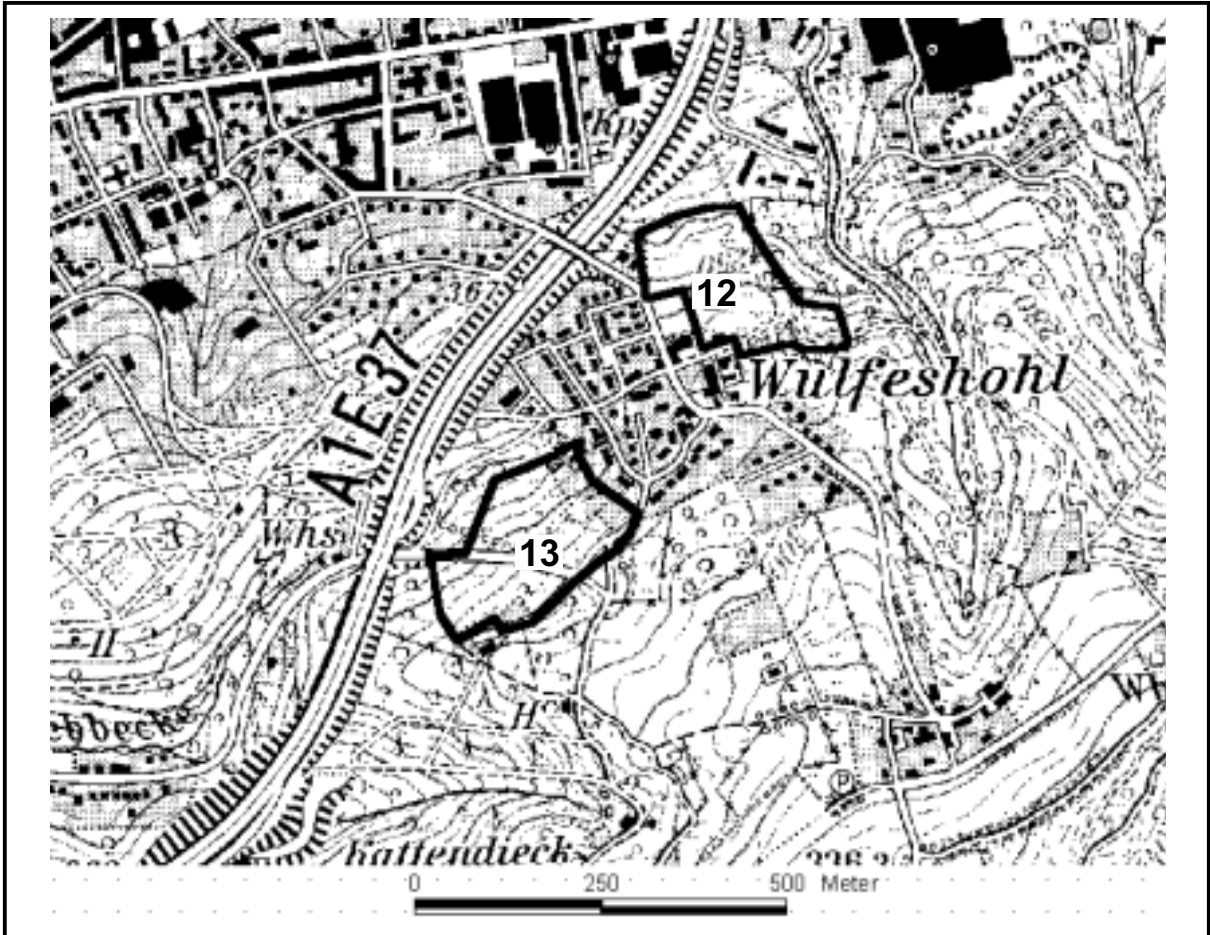


Abb. 7.10: Lageplan der Planflächen 12 und 13

Luftschadstoffbelastung auf der Fläche 12 bzw. auf Teilflächen davon Wohnbebauung möglich sein sollte, sind folgend genannte Einschränkungen zu beachten. Eine offene Bebauung mit durchgehenden Grünflächen, so daß dem Gefälle folgend Belüftungsschneisen freigehalten werden, trägt zur Minimierung der Beeinträchtigung der Hangabwinde bei und soll hier vorgeschrieben werden. Riegelartige Gebäude quer zum Hang sind aus klimatisch-lufthygienischer Sicht zu verhindern. Abweichende Planungen von der Ausweisung in der Planungshinweiskarte sollten fachgutachterlich unter Berücksichtigung der genannten Aspekte begleitet werden.

Fläche 13, B-Plan Nr. 485/2, Ehrenberg in Langerfeld-Beyenburg

Die Fläche 13 liegt im nordöstlichen Bereich des Stadtbezirks Langerfeld-Beyenburg östlich der Autobahn A1 (**Abb. 7.10**) und weist eine Fläche von ca. 3.9 ha auf. Die Fläche 13 ist in der Nähe der Fläche 12 und auch an einem Nordhang gelegen und wird von Wohnnutzungen, landwirtschaftlichen Nutzungen, Grünlandnutzungen und Wald umgeben; im Nordwesten schließt die Bundesautobahn an. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 13 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung vorherrschend, die in Wohnnutzungen umgewandelt werden soll.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 13 als Freifläche mit mittlerer bis hoher Klimaaktivität ausgewiesen und im klimatisch-lufthygienischen Schutzbereich gelegen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; hangaufwärts sind in der direkten Umgebung Hangabwindsymbole eingetragen. Aufgrund der Grünlandnutzung auf der Fläche 13 und hangaufwärts davon sind dort intensive Hangabwinde in nordwestliche Richtung vorherrschend. Die Einbettung der Fläche 13 in ein Waldgebiet führt bodennah zu geringeren Kaltluftströmungsgeschwindigkeiten gegenüber Grünlandnutzungen. Die Mächtigkeit der Kaltluftströmung reicht bis über das Kronendach des Waldes, so daß oberhalb des Kronendachs intensive Kaltluftströmungen vorherrschen. Die Hangabwinde tragen zur Belüftung des dichtbebauten Stadtbezirks Langerfeld-Beyenburg sowie der Speisung des bebauten Talbereichs von Wuppertal bei. Die Kaltluftströmung überquert nordwestlich der Fläche 13 die Autobahn und wird die freigesetzten Schadstoffe nach Nordwesten in den Talbereich transportieren. Die Intensität der Hangabwinde führt zu einer intensiven Verdünnung der Schadstoffe der Autobahn. Durch eine Nutzungsänderung der Fläche 13 wird die Kaltluftproduktion auf der Fläche 13 verringert und die bestehende bodennahe Strömung eingeschränkt. Wenn eine geplante Wohnnutzung nicht die Höhe der umliegenden Bäume überragt, wirkt sich die Nutzungsänderung durch die Einbettung in das umgebende Waldgebiet praktisch nur im Bereich der Fläche 13 aus, so daß keine relevante Änderung der

Kaltluftströmung durch die Nutzungsänderung zu erwarten ist. Eine mögliche Bebauung entsprechend der anschließenden bestehenden Bebauung wird nur zu geringen klimatischen Einflüssen führen. Die Nähe der Fläche 13 zur Bundesautobahn führt dort zu erhöhten Luftschadstoffbelastungen (s. Hinweis S. 77). Eine geplante Wohnbebauung muß einen möglichst großen Abstand zu dieser Emissionsquelle aufweisen. Vor der Ausweisung von Wohnnutzungen ist kritisch durch ein Fachgutachten zu prüfen, ob die bestehende Luftschadstoffbelastung bedingt durch die Bundesautobahn eine Wohnnutzung im Hinblick auf die Beurteilungswerte zuläßt. Unter Berücksichtigung der o.g. Aspekte sind in dieser Planfläche Abweichungen von der Planungshinweiskarte, die die Erhaltung der Hangabwinde verfolgt, möglich.

Fläche 14, B-Plan Nr. 951, Hammersberg in Heckinghausen

Die Fläche 14 liegt im östlichen Bereich des Stadtbezirks Heckinghausen und setzt sich aus zwei Teilflächen zusammen (**Abb. 7.11**), die insgesamt eine Fläche von ca. 4.5 ha aufweisen. Die an einem Osthang gelegene Fläche 14 wird im direkten Nahbereich durch landwirtschaftliche Nutzungen, Grünlandnutzungen und Wohnnutzungen umgeben. Am Hangfuß befindet sich quer zum Hang eine Bahnlinie in Dammlage. Nach Osten öffnet sich das eingeschnittene Tal der Wupper, das im Bereich der Planflächen nach Norden schwenkt. Im Südosten der südlichen Teilfläche schließt nahezu unmittelbar die Bundesautobahn an. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 14 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung und Grünland vorherrschend, die in Wohnnutzungen umgewandelt werden sollen.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 14 als Freifläche mit hoher Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop; in der direkten Umgebung sind Hangabwindsymbole eingetragen. Die Hanglage der Fläche 14, das oberhalb gelegene Kaltluftentstehungsgebiet und die landwirtschaftliche Nutzung bzw. Grünlandnutzung führen zu einer intensiven Kaltluftströmung. Kurz nach Einsetzen der Kaltluftbedingungen wird der Bahndamm am Hangfuß aufgrund des intensiven nach Osten gerichteten Hangabwindes überströmt, so daß der gesamte Hangbereich intensive Hangabwinde in der ersten Phase der Kaltluftbildung aufweist. Mit zunehmender Ansammlung der Kaltluft im Tal der Wupper verlieren die Hangabwinde an Einfluß. Der talparallele Kaltluftstrom aus Osten schwenkt nach Norden ab, so daß im Bereich der Fläche 14 eine nach Norden gerichtete Kaltluftströmung vorherrscht. Der Kaltluftstrom aus dem von Süden kommenden Blombachtal wird im Aufeinandertreffen der beiden Täler durch den mächtigen Kaltluftstrom entlang der Wupper etwas in der Strömungsgeschwindigkeit verringert. Diese Kaltluftbedingungen führen

insgesamt dazu, daß sich in der ersten Phase der Kaltluftbildung die geplanten Nutzungsänderungen im östlich anschließenden Wohngebiet reduzierend auf die Kaltluftvolumenströme auswirken. Dort und in einigen Bereichen des Tals der Wupper werden die intensiven Kaltluftvolumenströme um ca. 10 % verringert. Bei intensiv ausgeprägten Kaltluftbedingungen wird durch die Nutzungsänderung der von Süden kommende Kaltluftstrom verringert; die Reduktion umfaßt höchstens 10 %. Aufgrund der Kombination der Strömungsbedingungen im Zusammentreffen der beiden Täler und der Nutzungsänderungen ergibt sich nach den Modellsimulationen (**Abb. 7.18**) ein ausgedehnter Bereich von mehreren hundert Metern Länge mit Reduktionen der Kaltluftströmung,

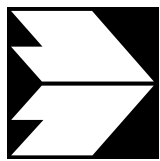
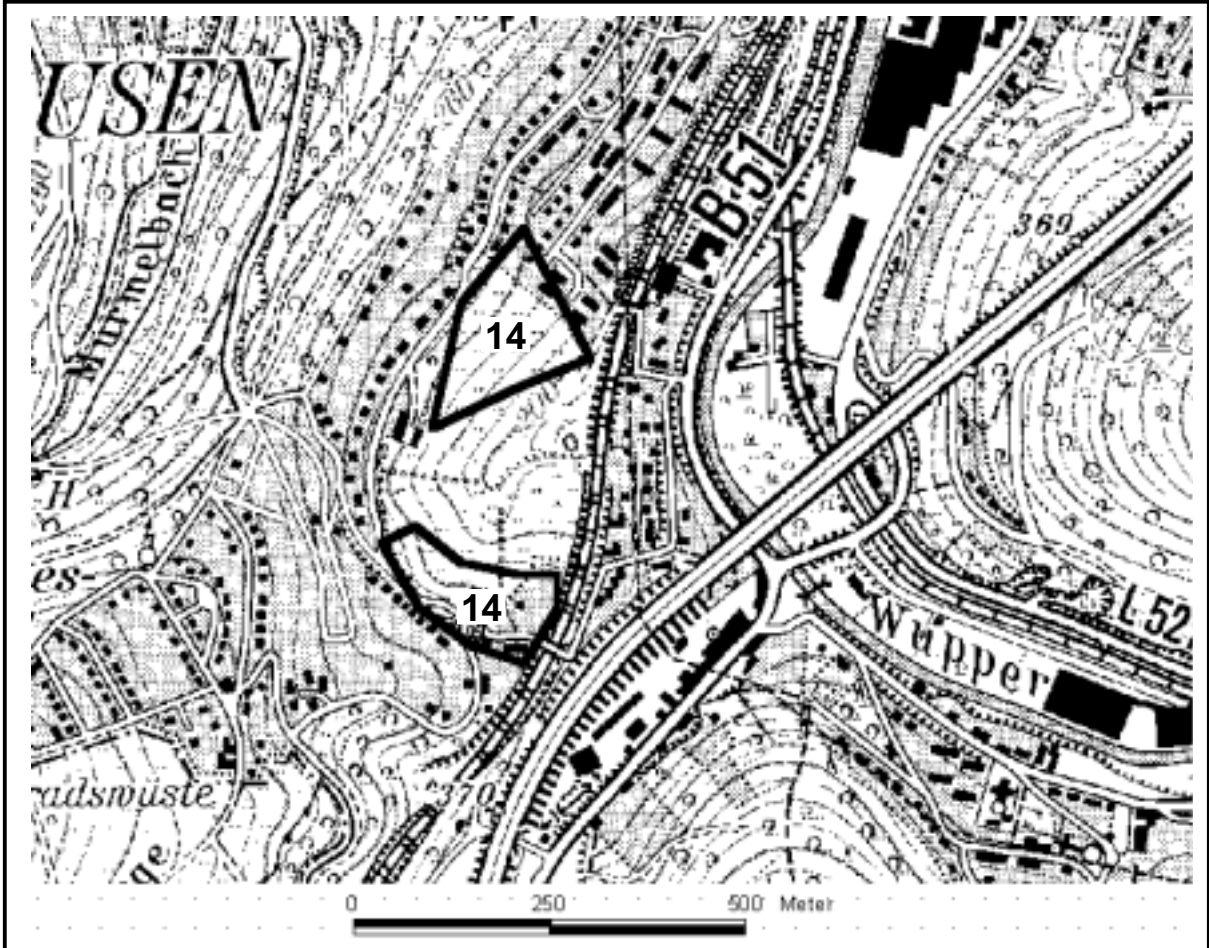


Abb. 7.11: Lageplan der Planfläche 14

die im Vergleich zum bestehenden Volumenstrom als gering einzustufen sind. Davon sind überwiegend Grünlandnutzungen betroffen. Allerdings ist anzumerken, daß der Kaltluftstrom parallel zur Autobahn verläuft und somit der Abtransport und die Verdünnung der Luftschadstoffe beeinträchtigt wird. Dies kann auf der südlichen Teilfläche zu erhöhten Schadstoffbelastungen führen. Im Nahbereich der Fläche 14 befinden sich intensive Schadstoffemittenten; das sind neben der Bundesautobahn auch gewerbliche Anlagen im Tal der Wupper. In Bezug auf geplante Wohnnutzungen sind die lufthygienischen Verhältnisse dort im Hinblick auf die Beurteilungswerte detailliert zu untersuchen. Insbesondere der südlichen Teilfläche ist aufgrund der Nähe zur Autobahn bezüglich der bestehenden Schadstoffbelastungen zu untersuchen. Durch die topographischen Verhältnisse und die damit verbundenen Leitwirkungen des Windes sind in dem Bereich der Fläche 14 intensive Luftschadstoffbelastungen, die mit einer Wohnnutzung nicht verträglich sind, nicht auszuschließen. Die Beeinträchtigungen der Kaltluftströmungen sind bezogen auf die vorherrschenden mächtigen Kaltluftströmungen von geringer Bedeutung. Das Freihalten der ca. 200 m breiten Fläche zwischen den beiden Teilflächen wirkt sich günstig auf die Hangabwinde aus, so daß die geplante Umnutzung der Fläche 14 nur geringe Beeinträchtigungen der Kaltluftströmung bewirkt. Die Freihaltung der ca. 200 m breiten Schneise ist so umzusetzen. Die Ausgestaltung der Umnutzungen der Teilflächen sollten sich an der anschließenden bestehenden Bebauung orientieren. Unter Berücksichtigung der genannten Aspekte ist eine Flächenumnutzung möglich, obwohl die Planungshinweiskarte zur Erhaltung der Strömungsverhältnisse dort eine hohe Restriktion ausweist. Weitergehende Planungen sind jedoch durch detaillierte Fachgutachten zu begleiten.

Fläche 15, Jägerhaus in Ronsdorf

Die Fläche 15 liegt im nordöstlichen Bereich des Stadtbezirks Ronsdorf und weist eine Fläche von ca. 8.3 ha auf. Die Fläche 15 ist in Kuppenlage gelegen (**Abb. 7.12**) und wird überwiegend von Grünlandnutzungen und im Westen von Wohnnutzungen umgeben; im Westen führen auch eine Bundesstraße und die Bundesautobahn vorbei. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 15 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung vorherrschend, die in Wohnnutzungen umgewandelt werden soll.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 15 als Freifläche mit mittlerer und teils hoher Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop. Aufgrund der Kuppenlage weist die Fläche eine gute Durchlüftung auf. Durch die landwirtschaftliche Nutzung stellt sie eine intensive Kaltluftproduktionsfläche dar. Dem Gelände

folgend strömt diese Kaltluft von der Kuppe nahezu in alle Richtungen. Südlich der Kuppe bildet sich kurz nach Einsetzen der Kaltluftbildung ein gesammelter Hangabwind in östliche Richtung. Bei voll ausgeprägten Kaltluftbedingungen und nach dem Auffüllen von Mulden und flachen Tälern stellt sich auch in der Kuppenlage eine nach Nordwesten gerichtete Kaltluftströmung ein. Durch die geplante Umnutzung der Fläche 15 wird die Intensität des Hangabwindes und somit der dadurch bedingte Luftaustausch beeinträchtigt. Davon ist in der Anfangsphase der gesammelte Hangabwind südlich der Kuppe (**Abb. 7.17**) und bei voll ausgebildeter Kaltluftströmung die westlich anschließende bestehende Wohnbebauung betroffen, in der der Kaltluftvolumenstrom um ca. 20 % reduziert wird (**Abb. 7.18**).

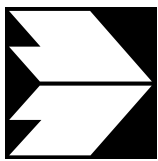
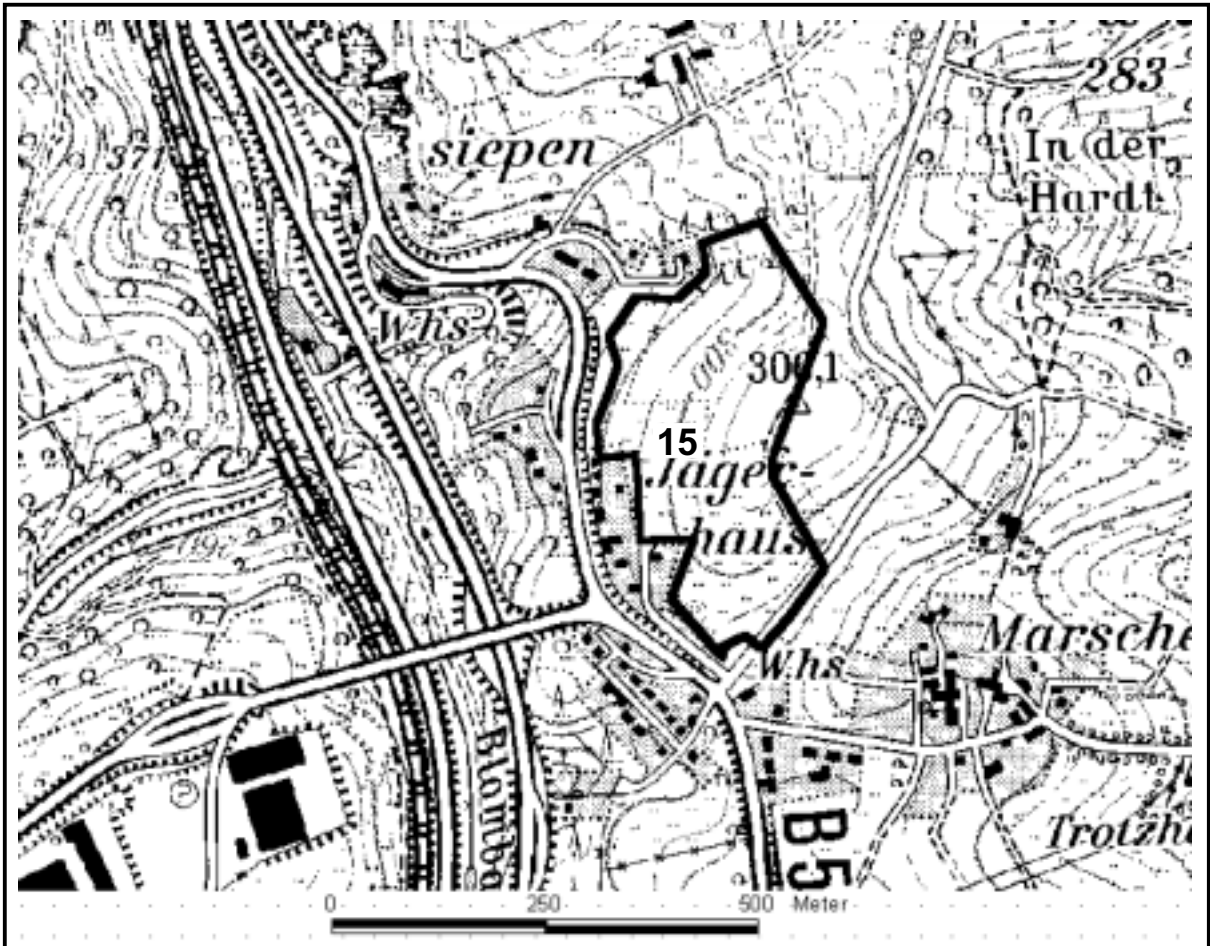


Abb. 7.12: Lageplan der Planfläche 15

Eine offene Bebauung mit durchgehenden Grünflächen, so daß dem Gefälle folgend Belüftungsschneisen freigehalten werden, trägt zur Minimierung der Beeinträchtigung der Hangabwinde bei und sollte bei einer Ausweisung als Wohngebiet festgeschrieben werden. Riegelartige Gebäude quer zum Hang sollen verhindert werden. Damit werden die Auswirkungen in dem westlich anschließenden bestehenden Wohngebiet gering gehalten. Die im Westen verlaufenden Straßen (Bundesstraße, Autobahn) stellen die wesentlichen Schadstoffemittenten dar, deren Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastung auf der Fläche 15 beachtet werden muß. Aus klimatisch-lufthygienischer Sicht sind die Umnutzungen auf der Fläche 15 unter Berücksichtigung der Planungshinweise nicht mit wesentlichen Auswirkungen verbunden. Dies steht im Einklang zur Ausweisung als Flächen mit mittleren Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen in der Planungshinweiskarte.

Fläche 16, Blombach-Süd in Ronsdorf

Die Fläche 16 liegt im südöstlichen Bereich des Stadtbezirks Ronsdorf (**Abb. 7.13**) und weist eine Fläche von ca. 10.8 ha auf. Die Fläche 16 ist in einer ausgedehnten Mulde mit leicht bewegtem Gelände im Sohlenbereich gelegen, die leicht nach Norden geneigt ist, und wird überwiegend von landwirtschaftlichen Nutzungen bzw. Grünlandnutzungen umgeben; im Osten schließt die Bundesautobahn an. Im derzeitigen Zustand ist auf der Fläche 16 überwiegend landwirtschaftliche Nutzung vorherrschend, die in Gewerbenutzungen umgewandelt werden soll.

In der Planungshinweiskarte ist die Fläche 16 als Freifläche mit mittlerer Klimaaktivität ausgewiesen. Die Klimaanalysekarte beschreibt den Bereich als Grünlandklimatop. Der Stadtbezirk Ronsdorf weist aufgrund seiner relativen Höhenlage günstige Durchlüftungsverhältnisse auf. In der ausgedehnten Muldenlage in der Umgebung der Fläche 16 sind diese etwas eingeschränkt. Die bestehende landwirtschaftliche Nutzung bzw. Grünlandnutzung bewirkt eine intensive Kaltluftbildung auf der Fläche 16, die sich der leichten Geländeneigung folgend nach Norden fortbewegt. Bei anhaltender Kaltluftbildung werden die Muldenlagen mit Kaltluft aufgefüllt, so daß keine relevanten Kaltluftströmungen vorherrschen. Dementsprechend bewirkt die Nutzungsänderung in der ersten Phase der Kaltluftbildung eine leichte Reduktion des nach Norden strömenden Kaltluftvolumenstroms. Bei anhaltender Kaltluftbildung sind keine Auswirkungen außerhalb der Fläche 16 zu erwarten. Durch die Nähe zur Autobahn sind im östlichen Teilbereich erhöhte Luftschadstoffbelastungen zu erwarten, die aufgrund der günstigen Durchlüftungsverhältnisse nicht außerordentlich hoch sein sollten (s. Hinweis S. 77). Bei der Ansiedlung von intensiven Emittenten sind die Auswirkungen auf benachbarte

Nutzungen zu prüfen. Damit wird die Ausweisung der Planungshinweiskarte mit mittlerer Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen bestätigt.

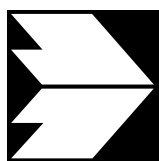
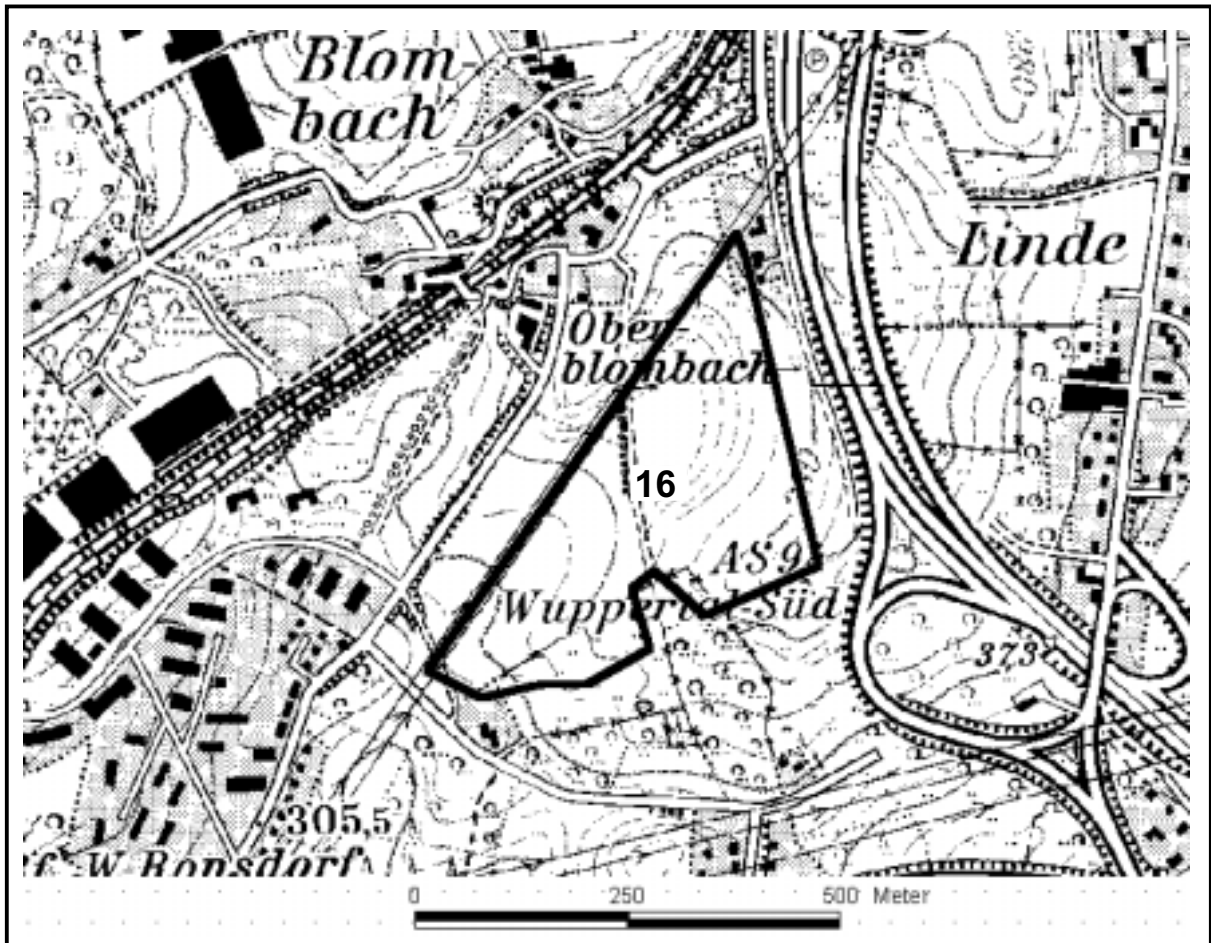


Abb. 7.13: Lageplan der Planfläche 16

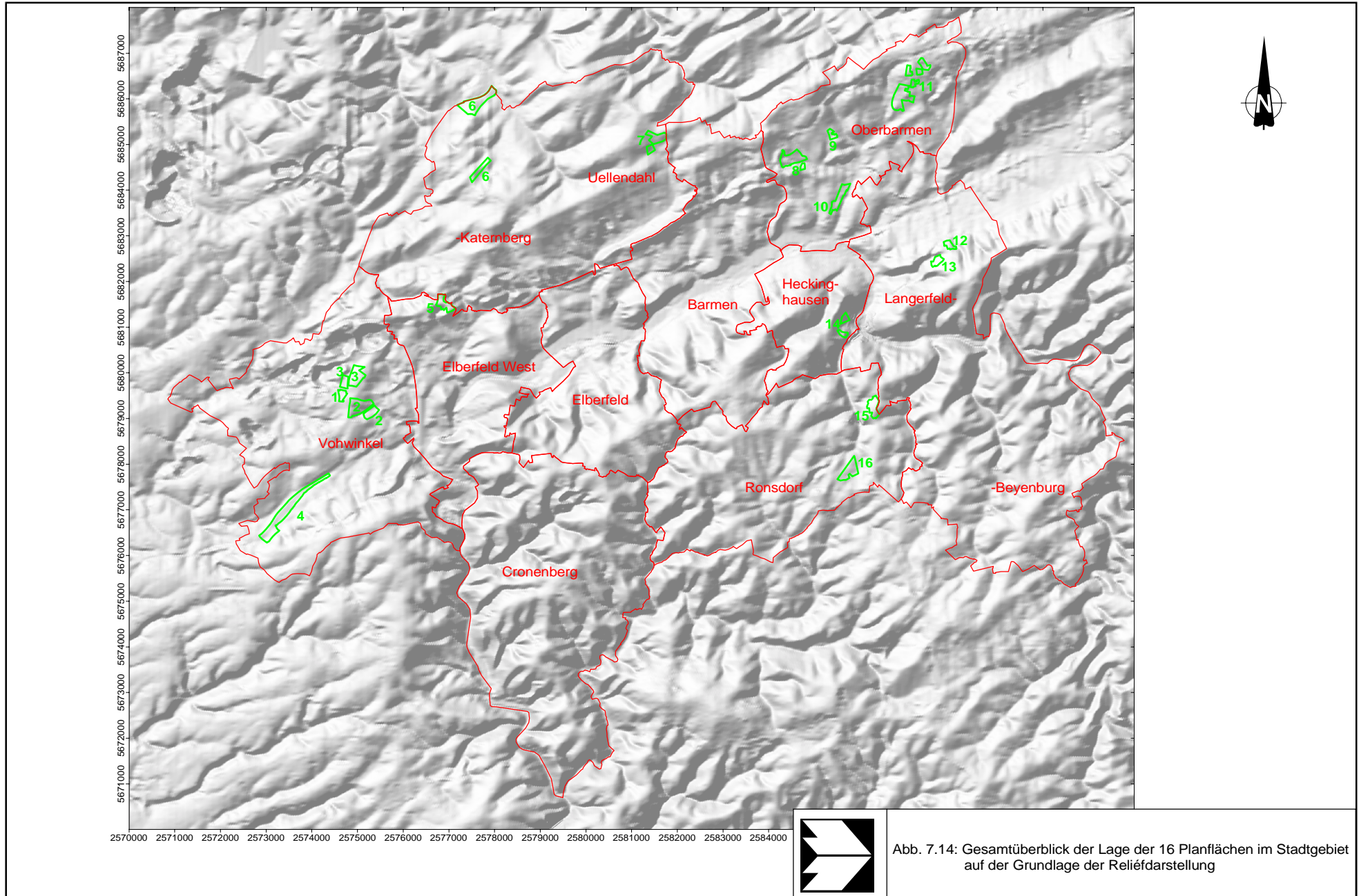


Abb. 7.14: Gesamtüberblick der Lage der 16 Planflächen im Stadtgebiet auf der Grundlage der Reliéfdarstellung

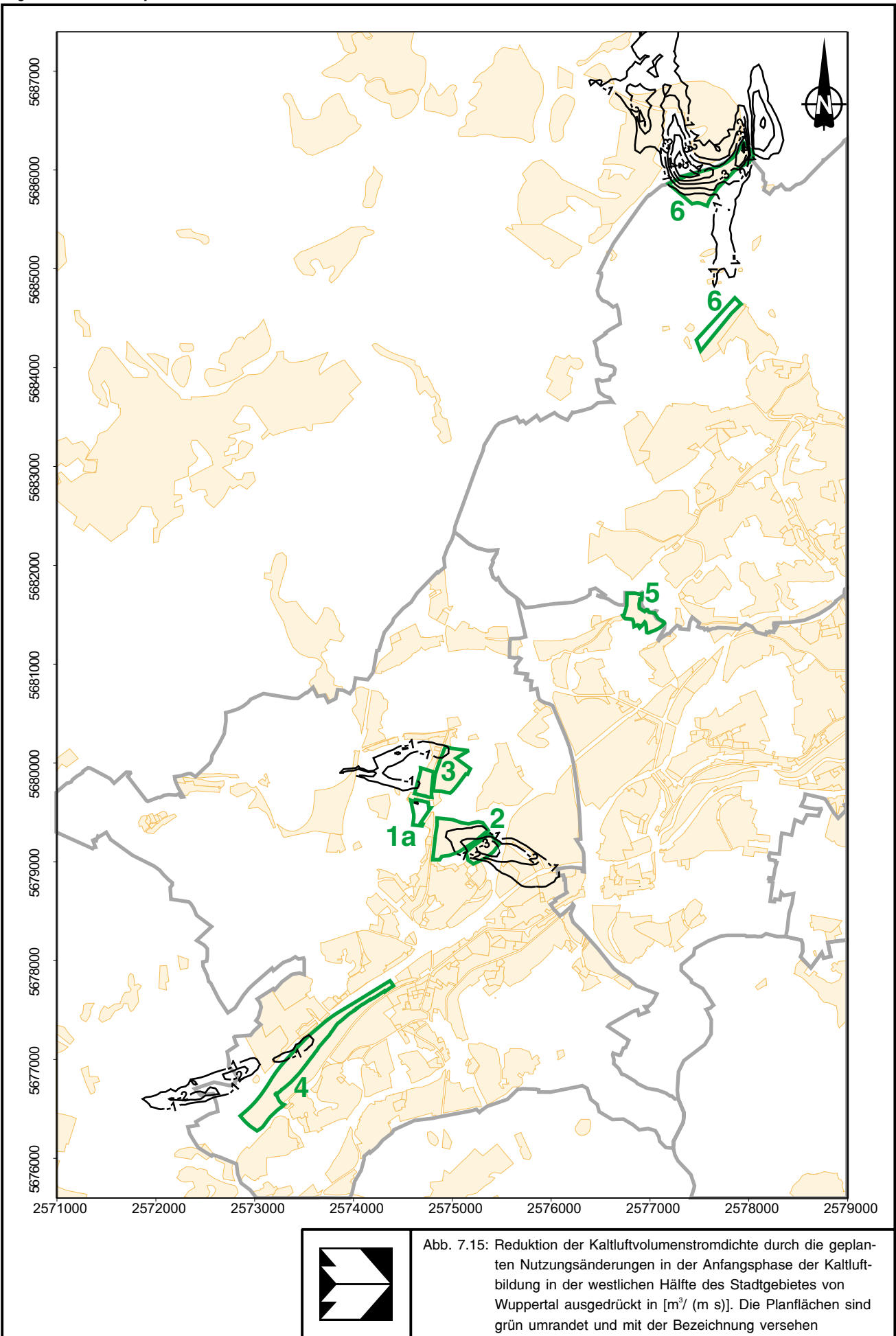


Abb. 7.15: Reduktion der Kaltluftvolumenstromdichte durch die geplanten Nutzungsänderungen in der Anfangsphase der Kaltluftbildung in der westlichen Hälfte des Stadtgebietes von Wuppertal ausgedrückt in $[m^3 / (m \cdot s)]$. Die Planflächen sind grün umrandet und mit der Bezeichnung versehen

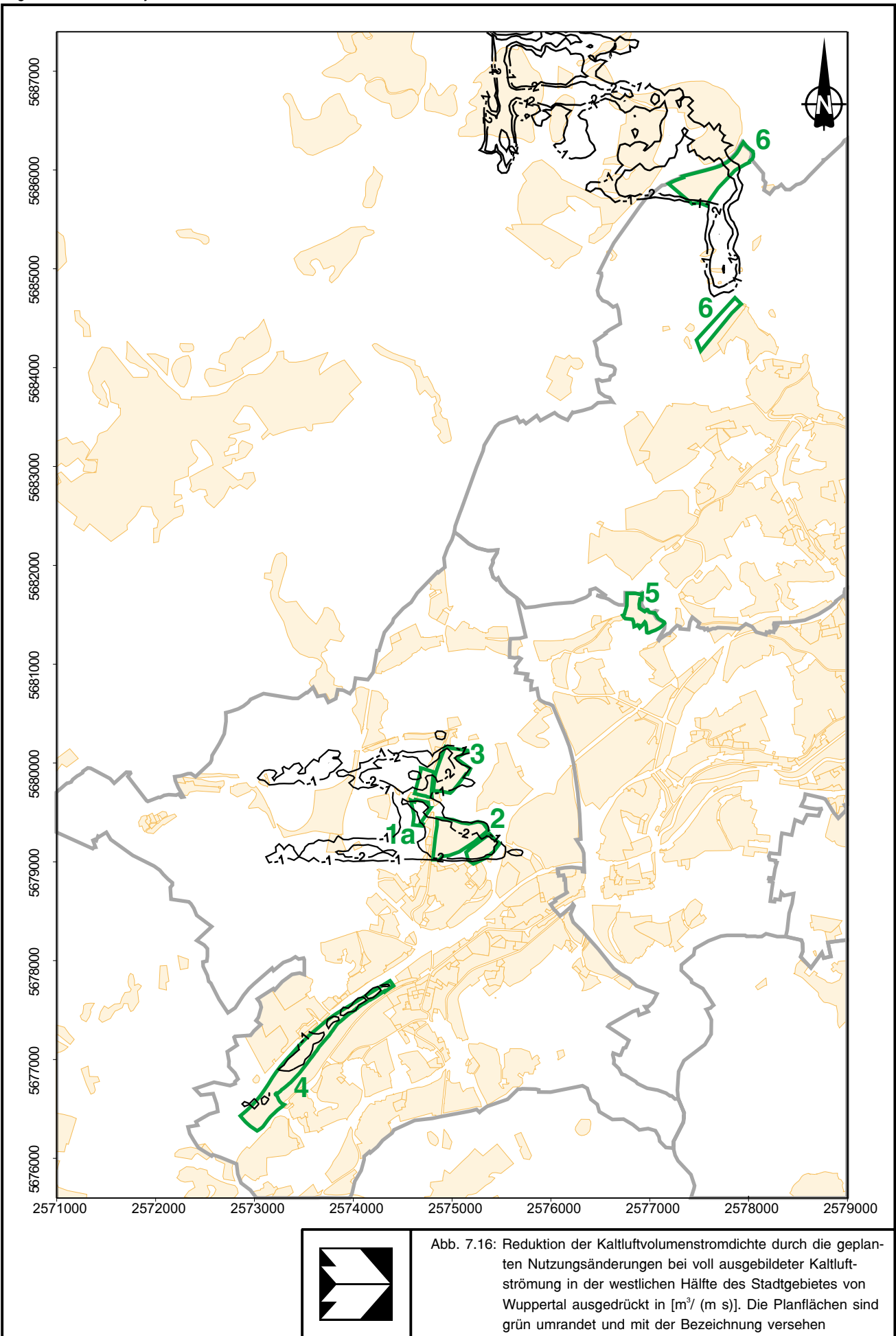


Abb. 7.16: Reduktion der Kaltluftvolumenstromdichte durch die geplanten Nutzungsänderungen bei voll ausgebildeter Kaltluftströmung in der westlichen Hälfte des Stadtgebietes von Wuppertal ausgedrückt in $[m^3 / (m s)]$. Die Planflächen sind grün umrandet und mit der Bezeichnung versehen

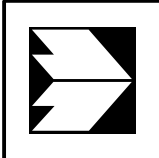
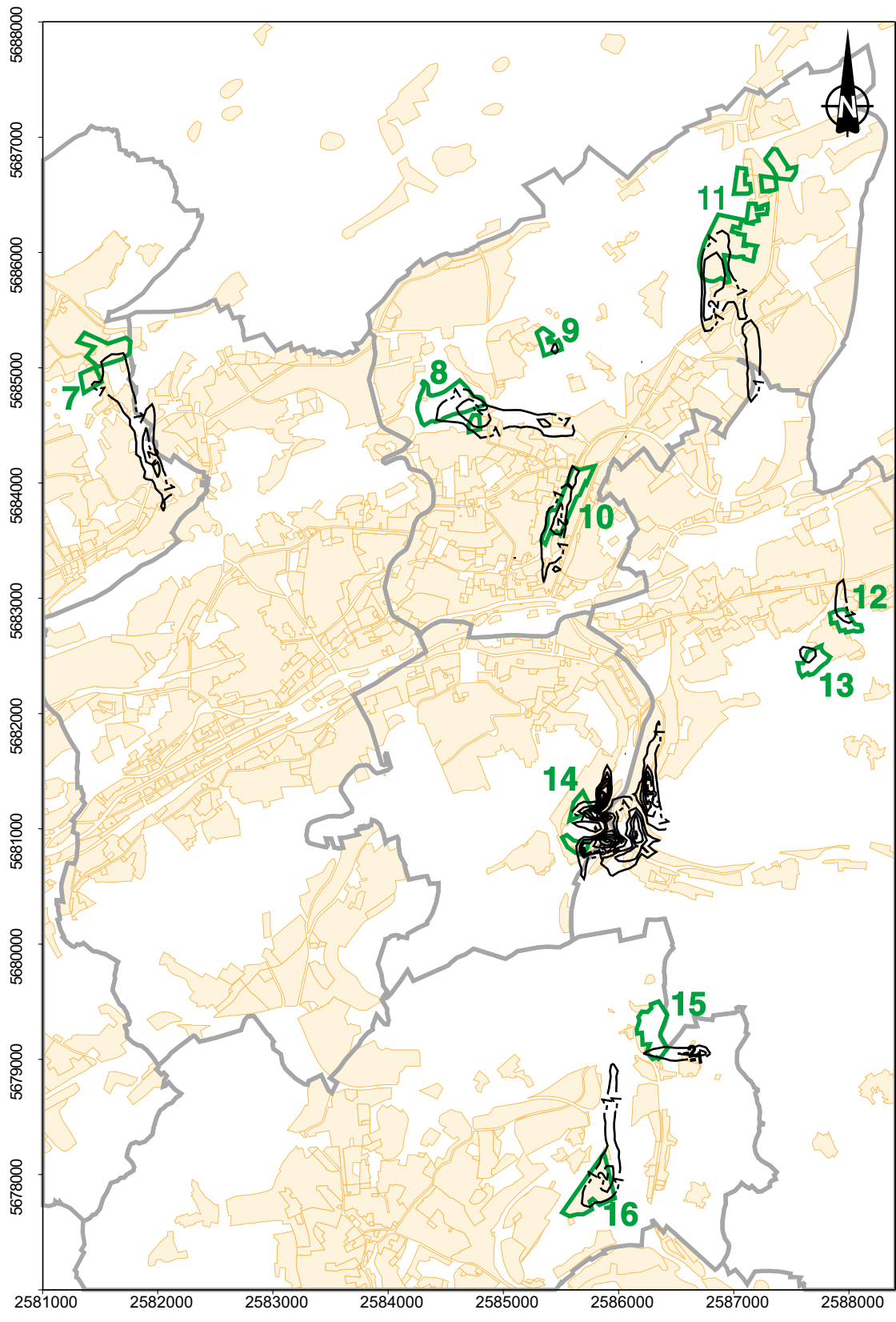


Abb. 7.17: Reduktion der Kaltluftvolumenstromdichte durch die geplanten Nutzungsänderungen in der Anfangsphase der Kaltluftbildung in der östlichen Hälfte des Stadtgebietes von Wuppertal ausgedrückt in $[m^3 / (m \cdot s)]$. Die Planflächen sind grün umrandet und mit der Bezeichnung versehen

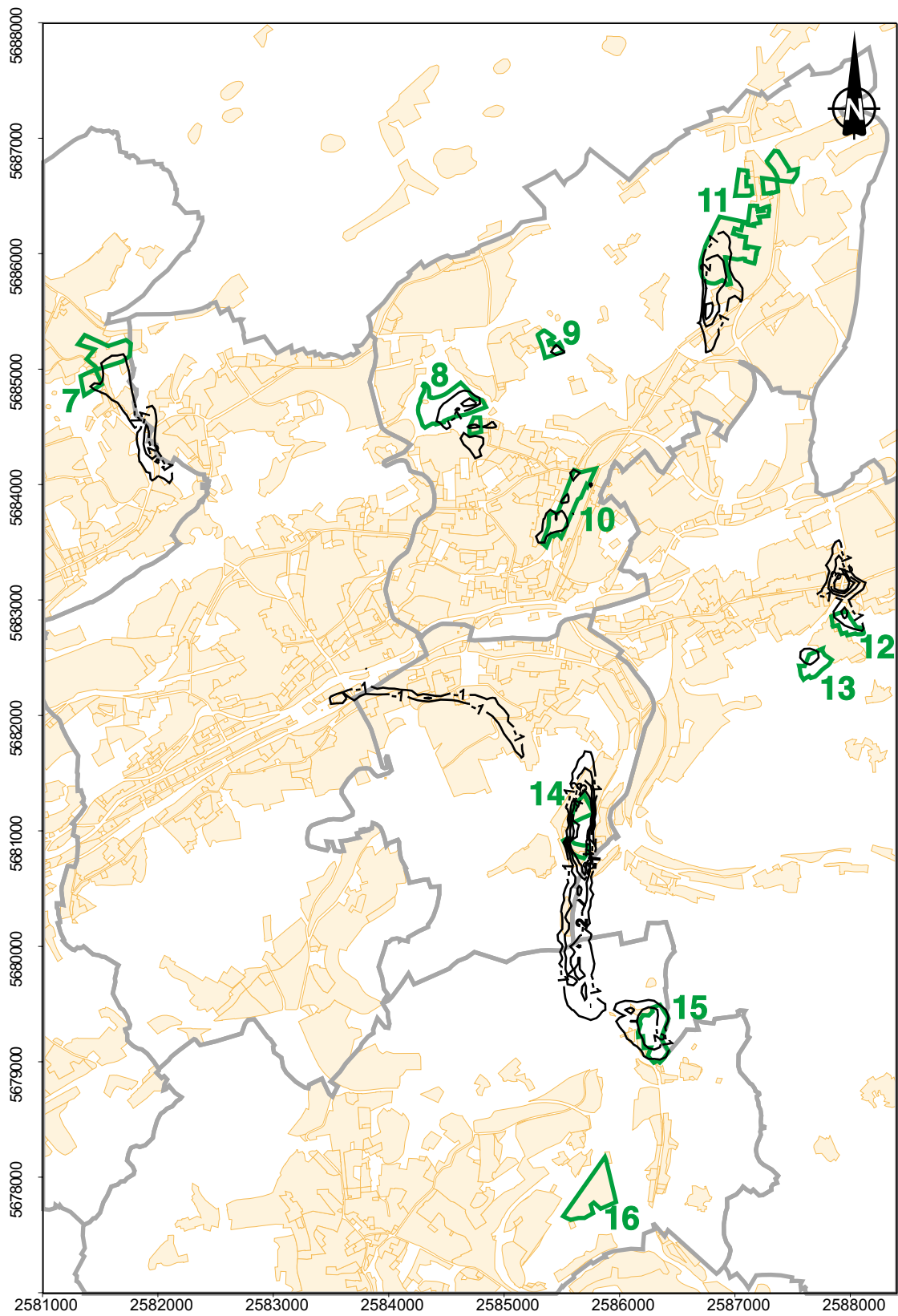


Abb. 7.18: Reduktion der Kaltluftvolumenstromdichte durch die geplanten Nutzungsänderungen bei voll ausgebildeter Kaltluftströmung in der östlichen Hälfte des Stadtgebietes von Wuppertal ausgedrückt in $[m^3 / (m \cdot s)]$. Die Planflächen sind grün umrandet und mit der Bezeichnung versehen



8 LITERATUR

Bangert, H; Kuttler, W.; Grauthoff, M. (1988): Klimaanalyse Stadt Wuppertal 1986. Hrsg.: Oberstadtdirektor der Stadt Wuppertal.

22. BImSchV (1993): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte). Bundesgesetzblatt, Teil II, Nr. 58, S. 1819-1820.

23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1996, Teil I, Nr. 66.

Deutscher Bäderverband e.V. 1991: Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen. Bonn.

Deutscher Bäderverband e.V. 1998: Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen. 11. Auflage. Bonn.

Deutscher Bundestag (1989): Höhe und rechtliche Qualität der Immissionswerte der TA Luft, Antwort der Bundesregierung auf eine kleine Anfrage vom 03.01.1989, Drucksache 11/3807, Deutscher Bundestag, 11. Wahlperiode.

DWD (1973): Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130 (Band 17). Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten.

EG-Richtlinie 85/203/EWG (1985): Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 7. März 1985 über Luftqualitätsnormen für Stickstoffdioxid. Amtsblatt d. Europ. Gem. v. 27.3.1985, Nr. L 87/1-7.

EG-Richtlinie 96/62/EG (1985): Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt d. Europ. Gem. v. 27.11.1996, Nr. L 296/55.

GfA (1997): Luftmeßkonzept Wuppertal. Dezember 1996 bis November 1997. GfA-Bericht 66038-002 B11.

- GfA (1998): Luftmeßkonzept Wuppertal. Dezember 1997 bis November 1998. GfA-Bericht 66038-002 B22.
- Gossmann, H. (1988): Thermalbilder und Oberflächentemperaturen. In: Geomethodica, S. 117-149, Basel.
- Gossmann, H. (1988): Oberflächentemperaturmessungen aus Satelliten als Beitrag zur Erfassung der Transport- und Depositionsbedingungen von Luftschadstoffen in Wäldern. In: Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung (PEF), Forschungsbericht KfK-PEF 46, Karlsruhe.
- Heldt, K., Höschele, K. (1989): Hang- und Bergwinde am Rheintalrand bei Karlsruhe. In: Meteorol. Rundschau, 41, S. 104-110.
- King, E. (1973): Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefährdung durch Straßenbauten (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 130, Band 17).
- Klimaanalyse Stadt Wuppertal 1986 (1988): Bearb.: Bangert, H; Kuttler, W.; Grauthoff, M. Herausgeber: Oberstadtdirektor der Stadt Wuppertal.
- Klima-Atlas (1989): Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Der Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen. Bearb. Deutscher Wetterdienst.
- Kühling, W., Peters, H.-J. (1994): Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen. Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge. UVP Spezial 10, Hrsg.: Verein zur Förderung der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) e.V., Hamm/Westf.
- LAI (1992): Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen - Entwicklung von Beurteilungsmaßstäben für kanzerogene Luftverunreinigungen im Auftrage der Umweltministerkonferenz. LAI Länderausschuß für Immissionsschutz, Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- LfU (1996): Emissionsmindernde Maßnahmen im Straßenverkehr. Handbuch zur Beurteilung der Wirksamkeit. Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

Bearb.: Ingenieurbüro Dr.-Ing. Achim Lohmeyer, Karlsruhe; Heusch/Boesefeldt GmbH, Aachen; Öko-Institut e.V., Freiburg.

LUA (1993): Luftreinhalteplanung in Nordrhein-Westfalen. Bericht über die Luftgüteüberwachung im Verdichtungsgebiet Wuppertal. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf. Bearb.: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen.

Luftgüte Wuppertal 1987 (1989): Ermittlung der Luftqualität in Wuppertal mit Flechten als Bioindikatoren. Hrsg.: Rheinisch-Westfälischer Technischer Überwachungs-Verein, Essen.

Richtlinie VDI 3787 Blatt 1: Umweltmeteorologie, Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Dezember 1997.

Richtlinie VDI 3787 Blatt 2: Umweltmeteorologie, Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung, Teil 1: Klima. Januar 1998.

Schädler, G., Lohmeyer, A. (1994): Simulation of nocturnal drainage flows on personal computers. In: Meteorol. Zeitschrift, N.F. 3 167-171.

Schriftenreihe Raumordnung (1979): Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe "Raumordnung" des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Nr 06.032.

Stadt Leipzig (1996): Umweltqualitätsziele und -standards für die Stadt Leipzig. Hrsg.: Stadt Leipzig.

Stadt Wuppertal (1995): Berichte über die Luftqualität, Heft 2, 1989 - 1993. Hrsg.: Stadt Wuppertal.

Stadt Wuppertal (1999): Berichte über die Luftqualität, Heft 4, 1996 - 1998. Hrsg.: Stadt Wuppertal.

TA Luft (1986): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). GMBI., 37. J., Nr. 7, 28.02.1986, S. 95 - 143.

UBA (1997): Reduzierung hoher Luftschadstoffbelastung an Straßen. Beitrag von P. Klippel und M. Jäcker-Küppers in den Proceedings zum 465. FGU-Seminar, Verkehrsbedingte

Belastungen durch Benzol, Dieselruß und Stickoxide in städtischen Straßenräumen, 14.-15.April 1997, Berlin, Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin.

WHO (1987): Air Quality Guidelines for Europe(World Health Organization, Regional Office Publications. European series, No. 23).

A N H A N G A 1
BEURTEILUNG VON SCHADSTOFFIMMISSIONEN

A1 BEURTEILUNG VON SCHADSTOFFIMMISSIONEN

Für die Beurteilung von Luftschadstoffen sind Bewertungsmaßstäbe notwendig, damit die Höhe der festgestellten Belastung in Bezug auf die Auswirkungen auf den Menschen bzw. empfindliche Nutzungen beschrieben werden kann. Dafür stehen verschiedene Beurteilungsmaßstäbe zur Verfügung, die im folgenden aufgeführt werden. Dabei ist zu beachten, daß die genannten Wertmaßstäbe sich entsprechend der den Definitionen zugrundegelegten Rahmenbedingungen unterscheiden. In Deutschland bestehen rechtsverbindliche Grenzwerte, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden dürfen und der Gefahrenabwehr dienen. Bei der Nennung der Grenzwerte ist der räumliche Bezug und die Art der Erfassung zu beachten.

Weiterhin bestehen bezogen auf den Kfz-Verkehr sogenannte Prüfwerte, bei deren Überschreitung verkehrsordnende, verkehrslenkende oder verkehrsvermeidende Maßnahmen zu prüfen sind. Die Prüfwerte beziehen sich auf intensiv belastete Bereiche. Da für bestimmte Schadstoffe wie Benzol und Ruß keine verbindlichen Grenzwerte bestehen, werden die Prüfwerte herangezogen.

Orientierungswerte und Leitwerte haben keinen rechtsverbindlichen Charakter. Sie sind als Wertmaßstäbe für den langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit und den Schutz der Ökosysteme aufgestellt.

Im folgenden werden die Wertmaßstäbe aufgeführt, beschrieben und genannt.

A1.1 Grenzwerte und Prüfwerte

Bei Verbrennungsvorgängen der Quellengruppen Hausbrand, Gewerbe, Verkehr entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Bei der Verbrennung des Benzins bzw. des Dieselmotorkraftstoffes im Motor entstehen beispielsweise:

- Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Schwefeldioxid (SO_2)
- Blei (Pb)
- Kohlenwasserstoffe (HC), darunter Benzol
- Ruß bzw. Rußpartikel.

Die gemessenen oder berechneten Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen werden in Mikrogramm Schadstoff pro Kubikmeter Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) oder in Milligramm pro Kubikmeter Luft (mg/m^3) ausgedrückt. Diese Angaben allein vermitteln jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe am ungünstigsten für die menschliche Gesundheit sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenz-, Prüf-, Leit- oder Vorsorgewerten, läßt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu.

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vorgeschriebene Beurteilungswerte, die rechtlich verbindlich sind und in der Regel nicht überschritten werden dürfen. Diese Grenzwerte dienen der Gefahrenabwehr unter definierten Randbedingungen, die zu beachten sind.

Die 22. BImSchV (1993) geht von einer punktförmigen Betrachtung der Schadstoffkonzentrationen aus und führt für NO_2 einen 98-Perzentilwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Grenzwert an. Der 98-Perzentilwert, auch Kurzzeitbelastungswert genannt, ist der Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten bzw. in 2 % der Zeit des Jahres überschritten wird. Damit ist der 98-Perzentilwert ein Maß für die Spitzenkonzentration.

Die TA Luft (1986) gibt zusätzlich für die Schadstoffe CO , SO_2 und Pb die Grenzwerte für genehmigungsbedürftige Anlagen entsprechend **Tab. A1.1**. Nach TA Luft erfolgt die Bewertung der Immissionsbelastung auf der Basis von Flächenmittelwerten, d.h. Jahreskenngrößen bezogen auf eine Fläche von 1 km^2 . Ihr Einsatz zur Beurteilung punktförmiger Belastungen führt also zu ungünstigen Beurteilungen der Luftqualität. Außerdem fällt die Beurteilung von Immissionen im Nahbereich von Straßen sachlich nicht in den Geltungsbereich der TA Luft. Die Grenzwerte nach TA Luft werden aber üblicherweise bei Ermangelung anderer Grenzwerte u.a. als lufthygienische Orientierungswerte und Grundlage für die Beurteilung einer Immissionssituation herangezogen. Aufgrund einer Anfrage im Bundestag stellte die Bundesregierung fest, daß die TA Luft auch für den Straßenbau verbindlich ist (Deutscher Bundestag, 1989).

Für Staub, d.h. nicht gefährdende Stäube, führt die TA Luft zwei Grenzwerte auf. Das betrifft einmal den Schwebstaub und zudem den Staubniederschlag. Die Werte nach TA Luft für genehmigungsbedürftige Anlagen sind rechtsverbindliche Grenzwerte zum Schutz vor Gesundheitsgefahren bzw. erheblichen Nachteilen und Belästigungen und sind als Orientierungsmaßstab anzusehen.

Die 23. BImSchV dient zur Erfassung verkehrsbedingter Schadstoffe mit dem Ziel: Menschen, die an stark befahrenen Straßen wohnen oder arbeiten vor einer zu hohen Luftbelastung zu schützen. Hierzu sind Konzentrationswerte als Prüfwerte festgelegt, bei deren Überschreitung der Einsatz verkehrsordnender und verkehrslenkender Maßnahmen zur Senkung der Schadstoffbelastung zu prüfen sind. Diese Prüfwerte betragen für NO₂ 160 µg/m³ (98-

Schadstoff	Jahresmittel	98-Perzentil	Regelwerk
Kohlenmonoxid CO	10 000	30 000	TA Luft
Schwefeldioxid SO ₂	140	400	TA Luft
Stickstoffdioxid NO ₂	80	200	22. BImSchV
Stickstoffdioxid NO ₂	-	160	23. BImSchV
Blei Pb	2	-	TA Luft
Benzol	10	-	23. BImSchV
Ruß	8	-	23. BImSchV
Schwebstaub	150	300	TA Luft
Staubniederschlag in [g/m ² d]	0.35	0.65	TA Luft

Tab. A1.1: **Grenzwerte** der Immissionen nach 22. BImSchV (1993) und TAluft (1986) sowie **Prüfwerte** nach der 23. BImSchV. Alle Angaben in [µg/m³].

Perzentil), ab 1. Juli 1998 für Benzol 10 µg/m³ und für Ruß 8 µg/m³ im Jahresmittel. Im Hinblick auf die Beurteilung der Benzol- und Rußbelastung werden diese Prüfwerte unter Beachtung der vorgegebenen Meß- und Beurteilungsverfahren im Sinne von Grenzwerten behandelt.

Unter den o.a. Schadstoffen sind derzeit CO, SO₂ und Pb von nachrangiger Bedeutung, da deren typische Außenluftkonzentrationen weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen.

A1.2 Vorsorgewerte

Der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenz- und Prüfwerten allein ist noch nicht ausreichend, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren. Deshalb gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten, die nicht überschritten werden dürfen, sogenannte Vorsorge- (oder Leitwerte) zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität und der Gesundheitsvorsorge. Im folgenden werden diese Werte benannt.

Die EG-Richtlinie 85/203/EWG (1985) gibt für NO₂ sogenannte Leitwerte an. Diese Leitwerte sollen "den Schutz der menschlichen Gesundheit verbessern und zum langfristigen Schutz der Umwelt beitragen". Die Leitwerte werden dementsprechend als Vorsorgewerte erachtet, sie betragen für NO₂:

135 µg/m³ als 98-Perzentilwert und
50 µg/m³ als 50-Perzentilwert.

Die Stadtverwaltung Wuppertal hat im Jahr 1995 mit dem Ziel, "die Luftbelastung in der Stadt auf ein umwelt- und gesundheitsverträgliches Maß zu reduzieren" eine Schlüsselmeßgröße als Indikator der Luftschadstoffbelastung eingeführt. Als Schlüsselmeßgröße wurde der Jahresmittelwert der NO₂-Belastung mit einem Belastungsniveau von höchstens 50 µg/m³ festgelegt. Dies entspricht auch dem Leitwert der EG-Richtlinie.

Für krebserregende Schadstoffe (Benzol und Dieselruß) kann keine wissenschaftlich vertretbare Schwellendosis angegeben werden, ab deren Unterschreiten eine Unbedenklichkeit anzunehmen ist, s. z.B. Kühling und Peters (1994). Daher sei eine stetige Verringerung der Immissionen kanzerogener Stoffe erforderlich (Minimierungsgebot). Im Abschlußbericht der Arbeitsgruppe "Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen" des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI, 1992) werden unterhalb der Prüfwerte der 23. BImSchV liegende Beurteilungsmaßstäbe zur Begrenzung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen gegeben. Dies sind Jahresmittelwerte der Schadstoffkonzentration bestimmter Luftschadstoffe, die bei lebenslanger Einatmung beim Menschen ein definiertes Krebsrisiko darstellen. Für die Schadstoffe Benzol und Dieselruß werden für Rasterflächen von 1 km x 1 km entsprechend

den Meßvorschriften der TA Luft für Benzol $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für Dieselruß $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genannt unter Zugrundelegung eines mittleren Krebsrisikos (s. **Tab. A1.2**).

Bei der Beurteilung punktbezogener Benzol- bzw. Rußimmissionen an Belastungsschwerpunkten wie Straßenrändern ist jedoch zu berücksichtigen, daß diese höher liegen als die zugehörigen Flächenmittelwerte. Deshalb schlägt das Umweltbundesamt für die punktscharfe Beurteilung eine Verdopplung der gebietsbezogenen Durchschnittswerte vor (UBA, 1997). Das UBA begründet diese Vorgehensweise mit gemessenen räumlichen Verteilungen von Schadstoffimmissionen. Demnach ergeben sich - punktscharf - folgende Vorsorgewerte:

Benzol	$5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Dieselrußpartikel	$3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Vorsorgewerte			Grenz- bzw. Prüfwerte(*)	
	EG-Richtlinie		LAI (Flächenmittel)	UBA (punktscharf)	
	50-Perz.	I2	I1	I1	I2
NO ₂	50	135	-	---	80 200
Benzol	---	---	2.5	5	10* ---
Ruß	---	---	1.5	3	8* ---
Schwebstaub	40 - 60				150 300
Blei	0.5 -1 (WHO)				2 --
CO	3 000 (f. DDR)	6 000 (NL)			10 000 30 000
SO ₂	40 - 60 (LAI)	80 (NL)			140 400
Ozon		100 - 120 (WHO)			-- --

Tab. A1.2: Vorsorgewerte für Luftschadstoffimmissionen, zusätzlich zum Vergleich die Grenz- bzw. Prüfwerte aus **Tab. A1.1**. Alle Angaben in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$. Dabei bedeuten: 50-Perz. = 50-Perzentilwert, I1 = Jahresmittelwert, I2 = 98-Perzentilwert. In Klammern sind die Zitat-Quellen aufgeführt, die im Text aufgenommen sind.

Als Vorsorgewerte für Schwebstaub werden Richtwerte des VDI 2310 und Leitwerte der EG-Richtlinien genannt. Für Blei werden in der Luftreinhalteverordnung der Schweiz $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genannt. Als Vorsorgewert werden von der WHO 0.5 bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angeführt.

Für Ozon werden Vorsorgewerte mit verschiedenen Zeitbezügen angegeben. Die WHO sieht als 8 Stunden-Mittelwert $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vor; in der Schweiz wird ein Grenzwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 98-Perzentilwert angesetzt.

Für Kohlenmonoxid (CO) bestehen neben den in Deutschland geltenden Grenzwerten weitere statistische Jahreskenngößen. So wird in den Niederlanden ein 98-Perzentilwert von $6 \text{mg}/\text{m}^3$ vorgeschlagen, in der ehemaligen DDR wurden $3 \text{mg}/\text{m}^3$ als Immissionsgrenzwert angesehen.

Für Schwefeldioxid (SO_2) werden durch LAI $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert zur Vorsorge angegeben. In den Niederlanden werden als 98-Perzentilwert $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorgeschlagen.

A1.3 Zukünftige Tendenzen bei der Bewertung von Schadstoffimmissionen

Die Europäische Union beabsichtigt, ihre Richtlinien für Beurteilungsmaßstäbe von Luftschadstoffimmissionen durch neue Richtlinien zu ersetzen. Ziel der neuen EU-Rahmenrichtlinie ist es, nicht nur regional sondern auch lokal eine Verbesserung bzw. Erhaltung der Luftqualität zu erzielen, die über die Erfordernisse zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen bzw. der Gefahrenabwehr erheblich hinausgeht.

Die seit längerem angekündigte 1. Tochterrichtlinie zur EG-Richtlinie 96/62/EG des Rates über Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft liegt vor. Darin werden für die genannten Luftschadstoffe neue Grenzwerte festgelegt.

Der Entwurf für eine zweite Gruppe von Schadstoffen (CO und Benzol) steht kurz vor der Fertigstellung.

Die o. g. Rahmenrichtlinie sowie die Tochterrichtlinien haben die Zielsetzung,

- Grenz-, Alarm- und Richtwerte festzulegen, die schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt vermeiden oder vermindern sollen,

- die Luftqualität nach einheitlichen Methoden zu beurteilen und die Öffentlichkeit darüber umfassend zu unterrichten und
- gute Luftqualität zu erhalten und weniger gute Luftqualität zu verbessern.

Stoff	Mittelungszeitraum	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
SO ₂	1 Stunde	350 µg/m ³ maximal 24 mal pro Jahr	2005
SO ₂	1 Tag	125 µg/m ³ maximal 3 mal pro Jahr	2005
SO ₂ (Ökosystem)	Jahresmittelwert	20 µg	---
NO ₂	1 Stunde	200 µg/m ³ maximal 18 Tage pro Jahr	2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	2010
NO _x (Vegetation)	Jahresmittelwert	30 µg/m ³	---
Partikel (PM 10)	1 Tag	50 µg/m ³ maximal 35 mal pro Jahr	2005
Partikel (PM 10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	2005
Partikel (PM 10)	Tag	50 µg/m ³ maximal 7 mal pro Jahr	2010
Partikel (PM 10)	Jahresmittelwert	20 µg/m ³	2010
Blei	Jahresmittelwert	0.5 µg/m ³	2005

Tab. A1.3: Grenzwert für SO₂, NO₂, Partikel PM10 und Blei mit schrittweiser Einführung nach EG-Richtlinie 1999/30/EG

Beachtenswert dabei sind im Vergleich zu den derzeitigen Beurteilungswerten die z.T. unterschiedlichen statistischen Definitionen, die z.T. anderen Bezugssysteme und die z.T. anderen Schadstoffe. Insgesamt ist eine Verschärfung der Grenzwerte, insbesondere bei Partikeln, aber auch beim NO₂, gegeben. Derzeit ist in der Praxis noch die Frage offen, wie die Richtlinien umzusetzen sind.

In diesem Rahmen sind in Zukunft auch noch Regelungen zu erwarten, in denen Luftqualitätswerte festgelegt werden, die sich an den in den EU-Richtlinien aufgeführten Grenzwerten orientieren und neben dem Menschen auch die Vegetation, Tiere, Boden etc. mit einbeziehen.

A N H A N G A 2
KALTLUFTSIMULATIONEN

A2 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM (VERSION 4/1997)

A2.1 Allgemeines

Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen können sich nachts über geneigtem Gelände sogenannte Kaltluftabflüsse bilden; dabei fließt in Bodennähe (bzw. bei Wald über dem Kronenraum) gebildete kalte Luft hangabwärts. Die Dicke solcher Kaltluftschichten liegt meist zwischen 1 m und 50 m, in sogenannten Kaltluftseen, in denen sich die Kaltluft staut, kann die Schicht auf über 100 m anwachsen. Die typische Fließgeschwindigkeit der Kaltluft liegt in der Größenordnung von 1 m/s bis 3 m/s. Die folgenden beiden meteorologischen Bedingungen müssen für die Ausbildung von Kaltluftabflüssen erfüllt sein:

- i) wolkenarme Nächte: durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen
- ii) großräumig windschwache Situation: dadurch kann sich die Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, gegenüber dem Umgebungswind durchsetzen.

Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark vom Untergrund ab: Freilandflächen weisen beispielsweise hohe Kaltluftproduktion auf, während sich bebaute Gebiete bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) verhalten.

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft eine doppelte Bedeutung: zum einen kann Kaltluft nachts für Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen. Zum anderen sorgt Kaltluft, die aus Reinluftgebieten kommt, für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume. Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (Autoabgase, Geruchsstoffe etc.) aufnehmen und transportieren. Nimmt sie zu viele Schadstoffe auf, kann ihr Zufluß von Schaden sein. Vom Standpunkt der Regional- und Stadtplanung her ist es daher von großer Bedeutung, eventuelle Kaltluftabflüsse in einem Gebiet qualitativ und auch quantitativ bestimmen zu können. Als Hilfsmittel dazu ist das im folgenden beschriebene Modell erstellt worden.

A2.2 Modellbeschreibung

Das Modell verwendet die sogenannten Flachwassergleichungen, eine vereinfachte (vertikal integrierte) Form der Grundgleichungen der Strömungsmechanik. Durch diese Vereinfachung

A2 BESCHREIBUNG DES KALTLUFTABFLUSSMODELLS KALM (VERSION 4/1997)

A2.1 Allgemeines

Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen können sich nachts über geneigtem Gelände sogenannte Kaltluftabflüsse bilden; dabei fließt in Bodennähe (bzw. bei Wald über dem Kronenraum) gebildete kalte Luft hangabwärts. Die Dicke solcher Kaltluftschichten liegt meist zwischen 1 m und 50 m, in sogenannten Kaltluftseen, in denen sich die Kaltluft staut, kann die Schicht auf über 100 m anwachsen. Die typische Fließgeschwindigkeit der Kaltluft liegt in der Größenordnung von 1 m/s bis 3 m/s. Die folgenden beiden meteorologischen Bedingungen müssen für die Ausbildung von Kaltluftabflüssen erfüllt sein:

- i) wolkenarme Nächte: durch die aufgrund fehlender Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann die Erdoberfläche kräftig auskühlen
- ii) großräumig windschwache Situation: dadurch kann sich die Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, gegenüber dem Umgebungswind durchsetzen.

Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark vom Untergrund ab: Freilandflächen weisen beispielsweise hohe Kaltluftproduktion auf, während sich bebaute Gebiete bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) verhalten.

Unter Umweltgesichtspunkten hat Kaltluft eine doppelte Bedeutung: zum einen kann Kaltluft nachts für Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen. Zum anderen sorgt Kaltluft, die aus Reinluftgebieten kommt, für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume. Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (Autoabgase, Geruchsstoffe etc.) aufnehmen und transportieren. Nimmt sie zu viele Schadstoffe auf, kann ihr Zufluß von Schaden sein. Vom Standpunkt der Regional- und Stadtplanung her ist es daher von großer Bedeutung, eventuelle Kaltluftabflüsse in einem Gebiet qualitativ und auch quantitativ bestimmen zu können. Als Hilfsmittel dazu ist das im folgenden beschriebene Modell erstellt worden.

A2.2 Modellbeschreibung

Das Modell verwendet die sogenannten Flachwassergleichungen, eine vereinfachte (vertikal integrierte) Form der Grundgleichungen der Strömungsmechanik. Durch diese Vereinfachung

ist es möglich, das Modell mit relativ geringem Rechenzeit- und Speicherbedarf auch auf Personal Computern zu betreiben.

Die Bezeichnung "Flachwassergleichungen" hat sich eingebürgert; die Gleichungen eignen sich jedoch genauso zur Beschreibung der Strömung jedes relativ zur Umgebung schweren Fluids, z.B. von Wasser oder von kalter Luft. Eine solche Strömung hat folgende Charakteristika:

- Abfluß über geneigtem Gelände entsprechend der Hangneigung
- Weiterbewegen der "Kaltluftfront" auch über ebenem Gelände
- Auffüllen von Becken (Kaltluftseen)
- Einfluß der Schichtdicke auf Strömungsrichtung und -geschwindigkeit (Druckgradienten).

Angetrieben wird die Strömung durch die auftriebskorrigierte Erdbeschleunigung. Innerhalb der Flachwassergleichungen werden folgende Einflüsse auf die Strömung berücksichtigt:

- Advektion (Transport der Kaltluft mit der Strömung)
- Reibung zwischen Erdoberfläche und Luft: diese Reibung variiert mit der Landnutzung (Freiland: niedrige Reibung, Siedlung: hohe Reibung)
- Beschleunigung oder Abbremsen der Strömung durch Änderung der Geländehöhe und/oder der Kaltluftschichtdicke
- von der Landnutzung abhängige Nullpunktverschiebung des Geländeniveaus zusätzlich zur topographischen Geländehöhe
- von der Landnutzung abhängige Kaltluftproduktion.

Das Lösungsverfahren ist ein Differenzenverfahren mit variabler Gitterpunktzahl und Gitterweite, d.h. Topographie und Landnutzung müssen an den einzelnen Gitterpunkten digitalisiert vorliegen; es wird ein versetztes Gitter verwendet. Um großskalige Einflüsse (z.B. Flußtäler) bei gleichzeitiger hoher Auflösung im interessierenden Gebiet zu berücksichtigen, kann das Modell auf einem geschachtelten Gitter ("Nesting") betrieben werden.

Falls keine Kaltluftseebildung auftritt, wird die Rechnung nach etwa 1 h simulierter Zeit stationär, d.h. die berechneten Werte ändern sich dann nicht mehr signifikant. Im allgemeinen Fall ist es sinnvoll, etwa 3 h bis 6 h zu simulieren; dies entspricht den Verhältnissen in der Natur. Für eine solche Rechnung benötigt das Modell bei etwa 50 x 50 Gitterpunkten weniger als 5 Minuten Rechenzeit auf einem PC mit Pentium-Prozessor.

A2.3 Eingabedaten und Ergebnisse des Modells

Vorausgesetzt wird die in Abschnitt 1 genannte für Kaltluftabflüsse optimale Situation, d.h. eine klare und windstille Nacht. Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung, ausgehend vom Ruhezustand (keine Strömung) bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Zur Zeit werden 8 Landnutzungsklassen berücksichtigt: dichte Bebauung, lockere Bebauung, Gewerbegebiete, Wald, Freiland, Wasser, Gleisanlagen und Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze). Für die Kaltluftproduktionsraten, Reibungskoeffizienten und Nullpunktverschiebungen sind Standardwerte vorgesehen, welche aber bei Bedarf geändert werden können. Die Kaltluftproduktionsrate von Wald wird in Abhängigkeit von der lokalen Hangneigung variiert. Weiterhin benötigt das Modell die Topographie in digitalisierter Form. Die Skala des Modells ist beliebig (i.a. etwa 10 km x 10 km), die Auflösung liegt zwischen etwa 20 m und 200 m.

Berechnet wird die Dicke der Kaltluftschicht sowie die beiden horizontalen Geschwindigkeitskomponenten (West-Ost und Süd-Nord), gemittelt über die Dicke der Kaltluftschicht. Aus diesen Größen kann dann auch der Kaltluftvolumenstrom berechnet werden.

Zur Weiterverarbeitung der Modellergebnisse stehen Postprozessoren u.a. zur graphischen Darstellung der berechneten Felder (Vektor- und Rasterdarstellung), zur Berechnung und Darstellung von Kaltluftvolumenströmen durch wählbare Schichten, zur Visualisierung der Strömung durch Vorwärts- und Rückwärtstrajektorien und zur Darstellung von Zeitreihen an ausgewählten Punkten zur Verfügung.

Durch Kopplung der von KALM berechneten Windfelder mit Eulerschen oder Lagrangeschen Ausbreitungsmodellen, wie z.B. LASAT, kann die Schadstoffausbreitung in Kaltluftabflüssen berechnet und z.B. in Immissionsstatistiken eingearbeitet werden.

A N H A N G A 3
VERGLEICH DER ERGEBNISSE DER KALTLUFTSIMULATIONEN MIT
VERFÜGBAREN MESSDATEN

A3 VERGLEICH DER ERGEBNISSE DER KALTLUFTSIMULATIONEN MIT VERFÜGBAREN MESSDATEN

Für das Jahr 1998 liegen an 6 Dauermeßstationen im Stadtgebiet von Wuppertal Meßdaten (GfA, 1999) vor. Erfasst wurden u.a. Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, die als Halbstundenmittelwerte zur Verfügung stehen. Im August 1998 herrschten günstige Bedingungen zur Ausbildung lokaler thermisch induzierter Windsysteme. Vom 01.08.1998 bis zum 04.08.1998 lag eine Großwetterlage der Bezeichnung "Hochdruckbrücke Mitteleuropa (BM)" vor, die im südlichen und mittleren Deutschland häufig mit Frühnebel einherging. Ansonsten war es meist heiter bis wolkig mit vereinzelt Gewittern in Sachsen und südlich der Donau. Die Zeit vom 05.08.1998 bis 20.08.1998 wurde durch eine antizyklonale Westlage (Wa) geprägt, wobei Mitteleuropa auf der warmen Seite der Frontalzone lag. Dies brachte vor allem bis zum 12.08.1998 eine ausgeprägte Hitzeperiode mit sich. Eine günstige Periode für die Ausbildung von Kaltluftabflüssen war vom 05.08 bis 08.08 gegeben. Ein Hochdruckgebiet, dessen Kern westlich der Bretagne (Frankreich) lag, verlagerte sich unter Ausbildung einer breiten Zone hohen Luftdrucks über Deutschland langsam nach Nordosten. Die anfänglich westliche Strömung drehte im Untersuchungsgebiet während der betrachteten vier Tage auf Südwest. Tagsüber war es meist schwach bewölkt, nachts wolkenlos. In den Abendstunden des 08.08.1998 näherte sich von Norden her eine schwach ausgeprägte, wenig wetterwirksame Kaltfront eines Randtiefs über der Nordsee, so daß am 09.08.1998 tiefere Temperaturen als in der Zeit davor anzutreffen waren. Die Zeit von 05.08 bis 08.08 war aufgrund eines ausgeprägten Temperaturtagesgangs (Differenz Tagesmaximum - Tagesminimum > 10 K), geringer Bewölkung und niedriger Windgeschwindigkeiten günstig zur Ausbildung von Kaltluftabflüssen. Zum Vergleich mit den Simulationen wird daher dieser Zeitraum herangezogen.

Der Temperaturverlauf an den Stationen in Elberfeld-West (Sonnborner Straße), Uellendahl-Katernberg (Am Jagdhaus), Elberfeld (Süd) (Jung-Stilling-Weg), Ronsdorf (Otto-Hahn-Straße), Elberfeld (Bundesallee) und in Oberbarmen (Max-Planck-Straße) ist in **Abb. A3.1** aufgezeigt. Der Tagesgang weist intensive Erwärmungen in den Nachmittagstunden und intensive Abkühlungen in den frühen Morgenstunden auf. Während der drei betrachteten Tage steigt das Temperaturniveau kontinuierlich. Danach erfolgte eine Störung, die insbesondere die nächtliche Abkühlung verhinderte. Die drei Stationen in Höhenlage bzw. in Hanglage (Katernberg, Elberfeld (Süd), Ronsdorf) zeigen einen etwas gedämpften Tagesgang; die Höchsttemperaturen liegen unter denen der anderen Stationen und die Tiefsttemperaturen liegen über denen der anderen Stationen.

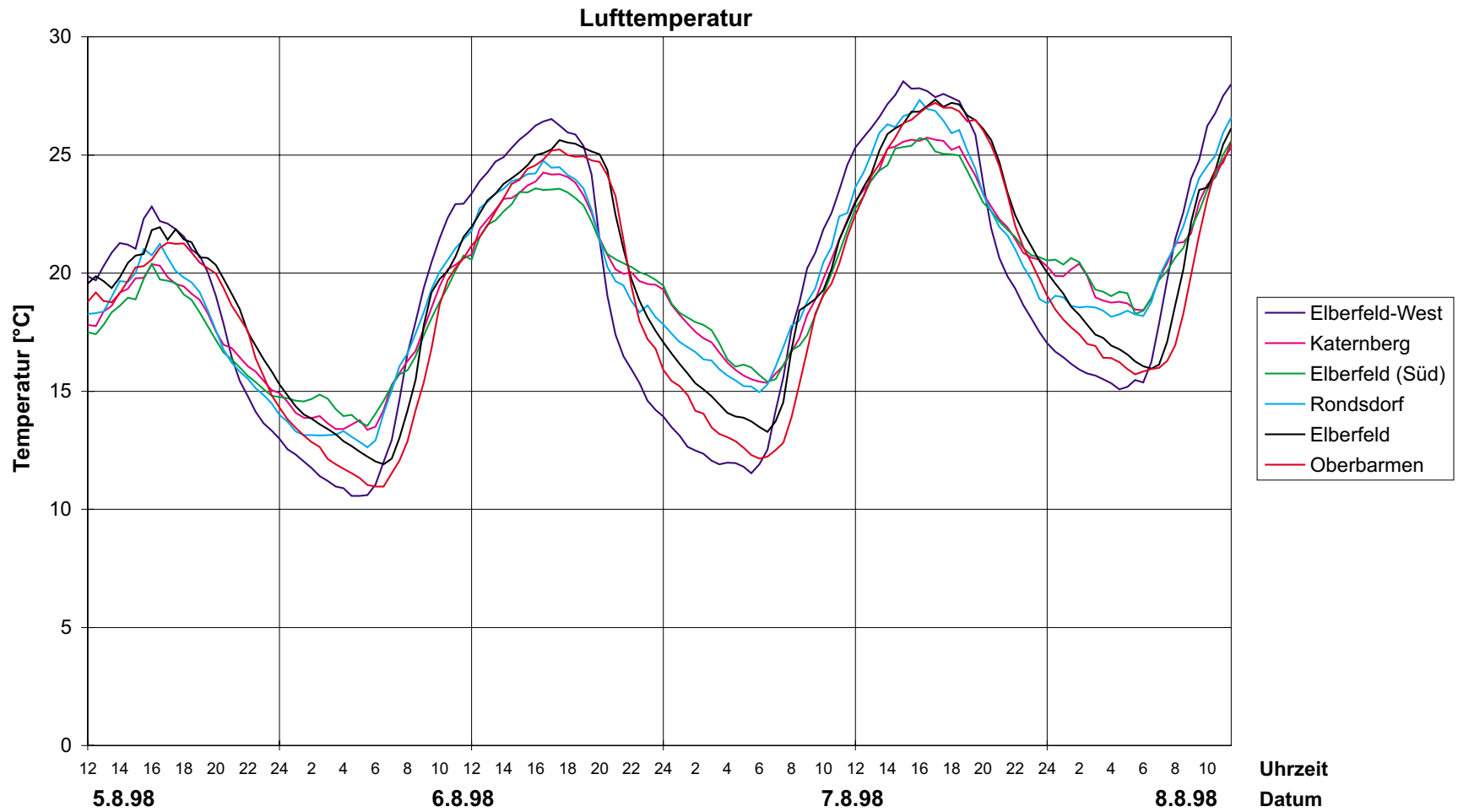


Abb. A.3.1: Temperaturverlauf an verschiedenen Stationen in Wuppertal während ausgewählter Strahlungstage im August 1998

Der Verlauf der Windgeschwindigkeit zeigt sich nicht so homogen (**Abb. A3.2**). Hier sind überwiegend Einflüsse der direkten Umgebung, wie beispielsweise nahestehende Gebäude bzw. die Meßhöhe über Grund, erkennbar. Dennoch können aus den Windgeschwindigkeiten lokale Einflüsse abgeleitet werden. Während in den Tagstunden an den drei Tagen Windgeschwindigkeiten über 2 m/s bis zu 7 m/s bedingt durch übergeordnete Regionalwinde auftraten, sind in den Nachtstunden deutlich geringere Windgeschwindigkeiten erfaßt. Ab dem späten Nachmittag stellen sich in den tief gelegenen Stationen Windgeschwindigkeiten unter 1.5 m/s ein. Dabei handelt es sich im wesentlichen um lokale Winde, um Kaltluftströmungen. An den höher gelegenen Stationen sind Auswirkungen des Regionalwindes mit Windgeschwindigkeiten zwischen 1.5 m/s und 4 m/s erfaßt.

Der Verlauf der Windrichtungen ist in **Abb. A3.3** aufgetragen. Während der Tagstunden sind überwiegend Winde aus westlichen Richtungen in dem betrachteten Zeitraum vorherrschend. In den Nachtstunden ändern sich die Anströmrichtungen und variieren zwischen den Stationen. An der Station in Elberfeld-West stellen sich Winde aus südlichen Richtungen (150 Grad bis 200 Grad) mit Geschwindigkeiten um 0.5 m/s ein; d.h. typische Kaltluftströmungen. Die relativ hoch gelegene Station Uellendahl-Katernberg zeigt in den Nachtstunden Einflüsse der Hangabwinde aus östlichen Richtungen; allerdings greifen dort die Einflüsse der regionalen Windströmungen durch. Die nächtlichen Windgeschwindigkeiten liegen zwischen 1.5 m/s und 3 m/s. An der Station in Elberfeld (Süd) treten bedingt durch die regionale Windanströmung Geschwindigkeiten um 3 m/s auf. Die Hanglage begünstigt Windströmungen aus südlichen und südöstlichen Anströmrichtungen. Bei geringen übergeordneten Windgeschwindigkeiten bilden sich südöstliche Strömungen aus. Die Station in Rondsorf ist nahezu in Kuppenlage gelegen, so daß dort Kaltlufteinflüsse (aus nördlicher Richtung) nur direkt bodennah und bei fehlendem Regionalwind auftreten. In Elberfeld im Wuppertal wirkt sich in den Nachtstunden im betrachteten Zeitraum die übergeordnete Windströmung nicht aus. Die Windgeschwindigkeiten betragen in den Nachtstunden deutlich unter 1 m/s; größtenteils wurde Windstille registriert. Die Messungen lassen keine Ausbildung einer lokalen gerichteten Windströmung zu. In Oberbarmen stellen sich in den Nachtstunden im betrachteten Zeitraum Winde aus östlicher Richtung mit Windgeschwindigkeiten um 1 m/s ein. Bei dieser talparallelen Strömung handelt es sich um eine Kaltluftströmung, die ihren Ursprung in den westlich und südlich anschließenden Talverläufen hat.

Die genannten Meßdaten der sechs Stationen während der betrachteten Strahlungstage und die Kaltluftsimulationen bezogen auf die Standorte der Meßstationen zeigen eine gute Übereinstimmung.

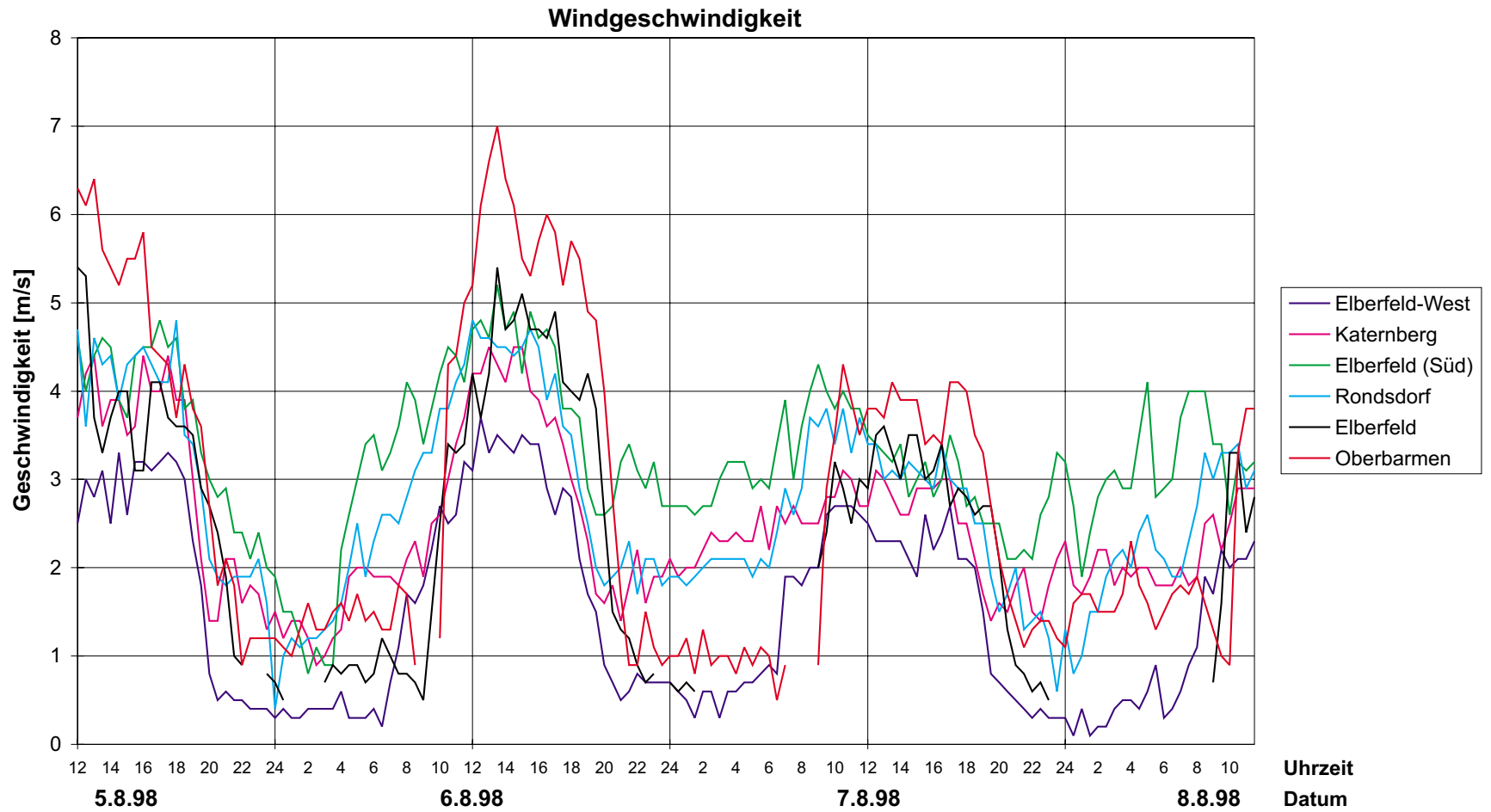


Abb. A.3.2: Verlauf der Windgeschwindigkeit an verschiedenen Stationen in Wuppertal während ausgewählter Strahlungstage im August 1998

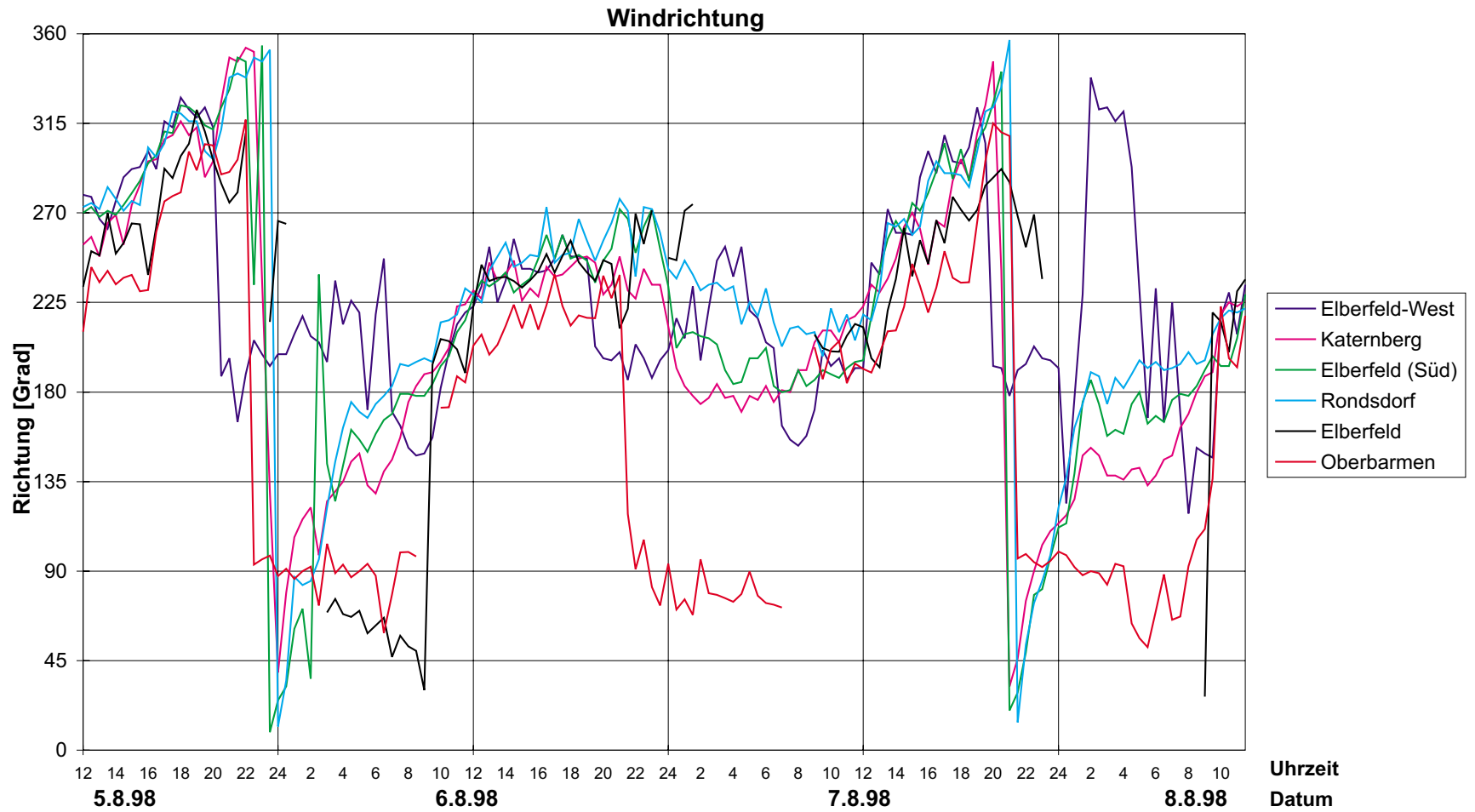


Abb. A.3.3: Verlauf der Windrichtung an verschiedenen Stationen in Wuppertal während ausgewählter Strahlungstage im August 1998

A N H A N G A 4
EMISSIONSDATEN RAUM WUPPERTAL

A4 EMISSIONSDATEN RAUM WUPPERTAL

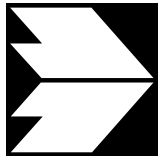
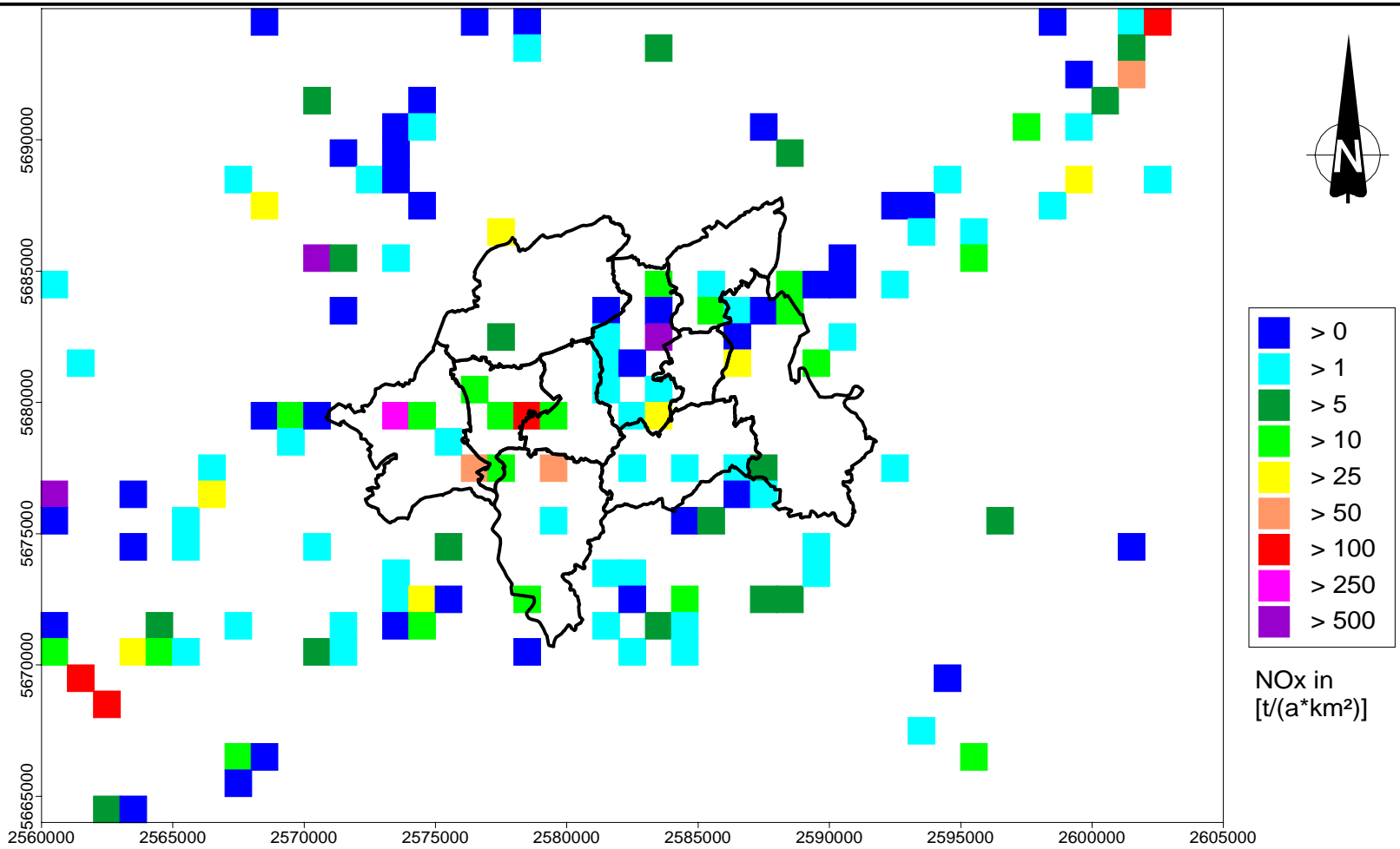


Abb. A4.1: Emissionskataster NO_x der genehmigungsbedürftigen Anlagen. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a·km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

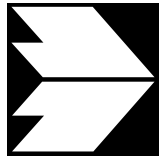
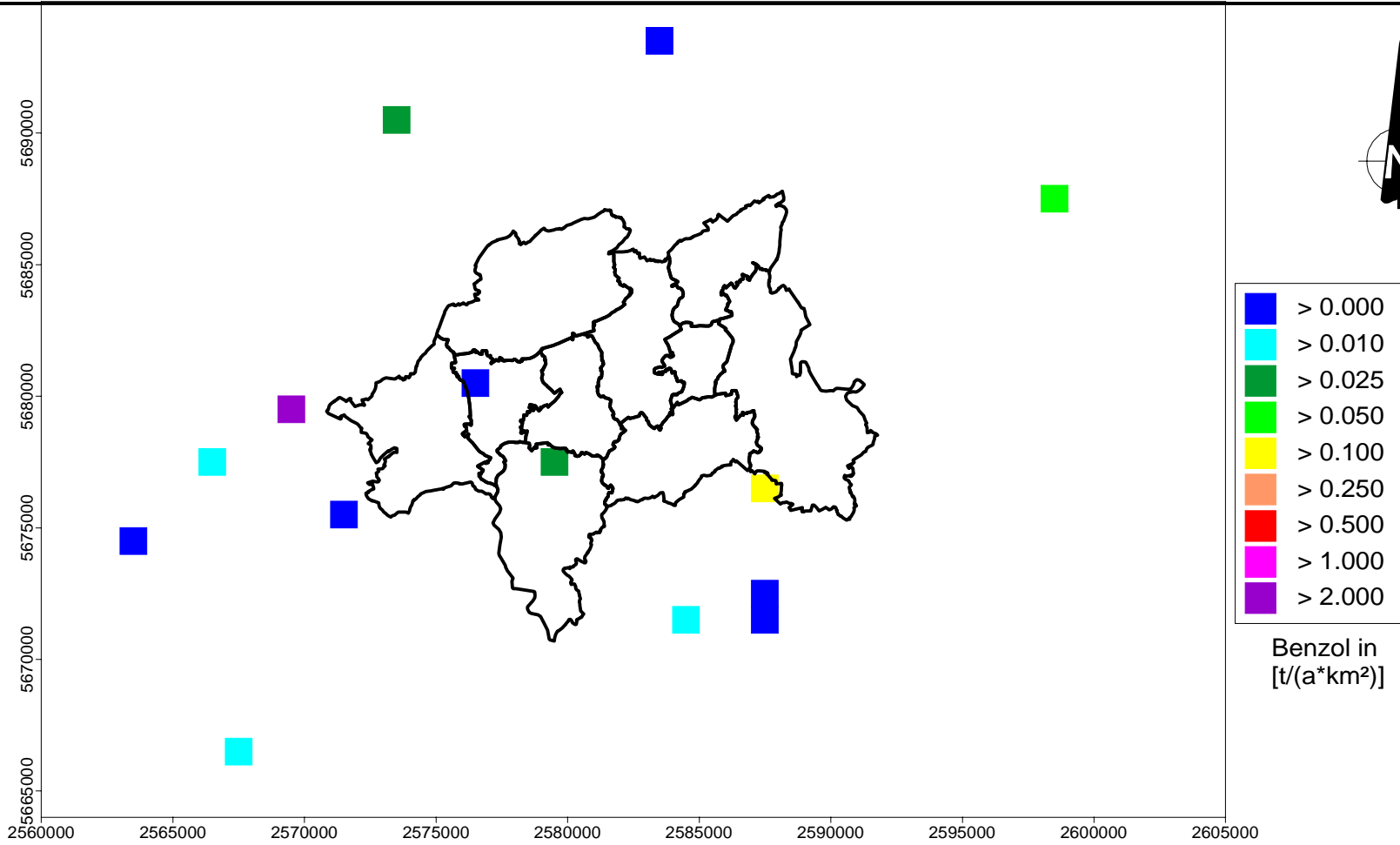


Abb. A4.2: Emissionskataster Benzol der genehmigungsbedürftigen Anlagen. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a·km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

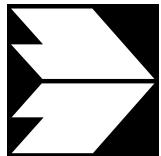
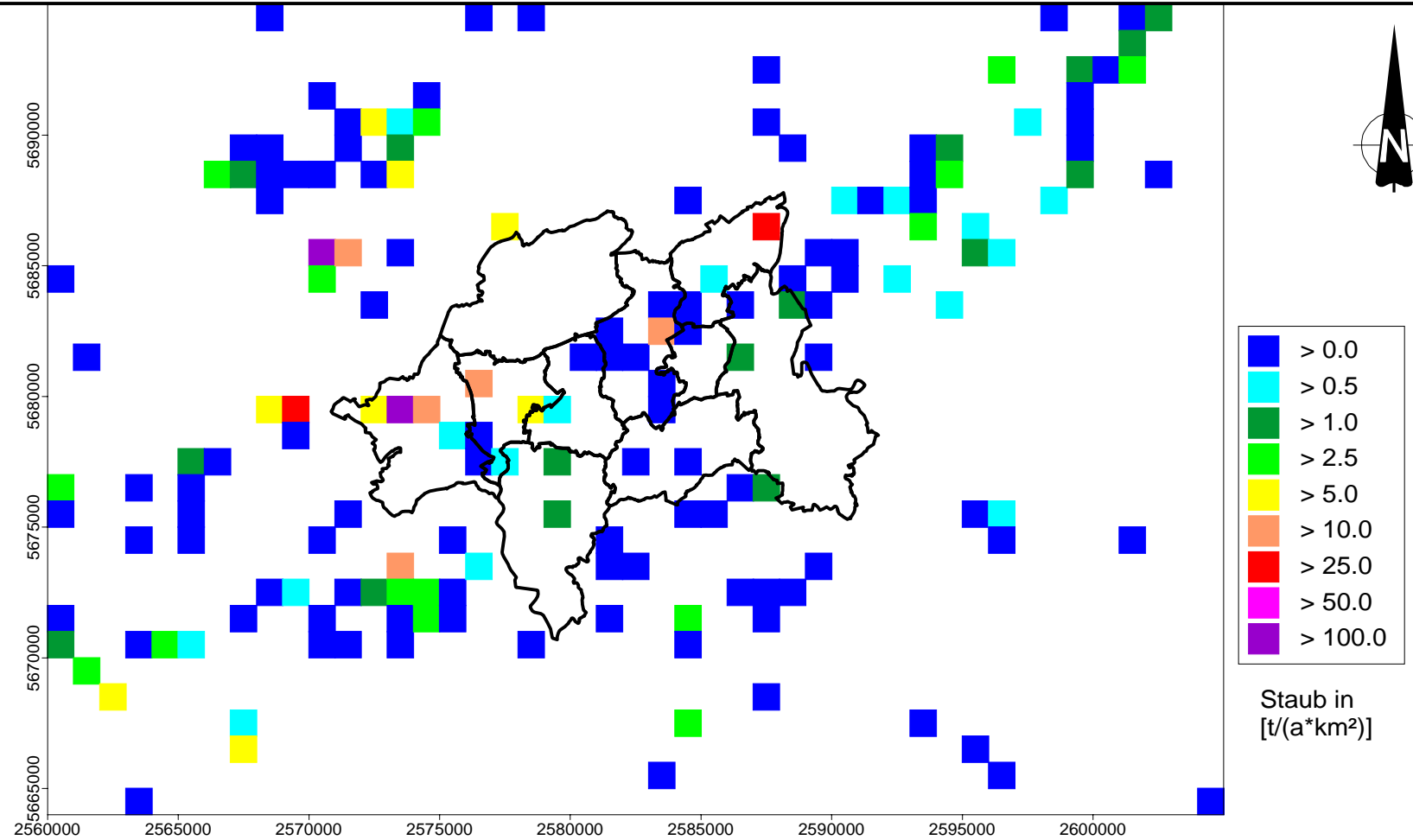


Abb. A4.3: Emissionskataster Staub der genehmigungsbedürftigen Anlagen. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a*km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

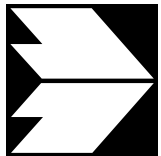
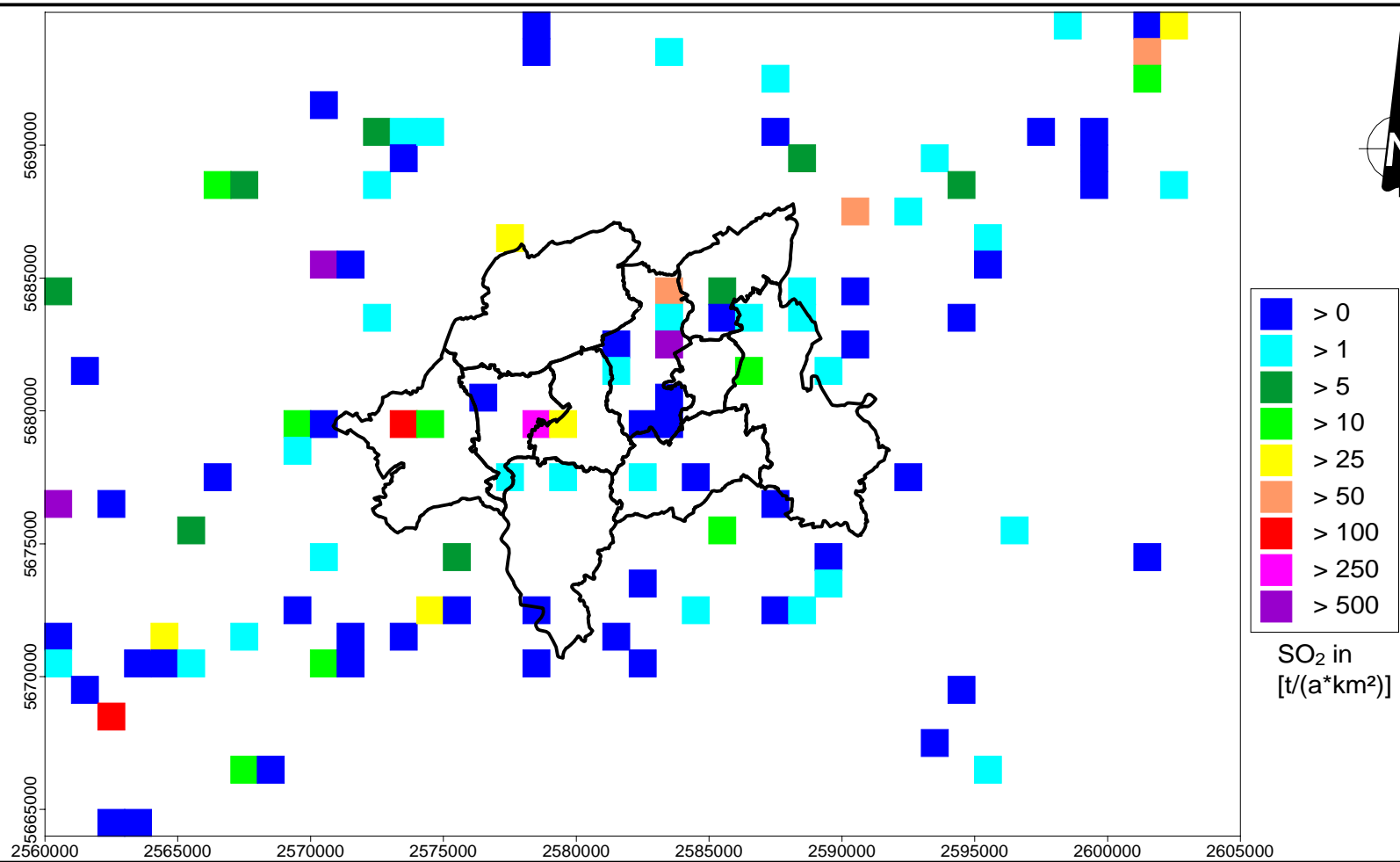


Abb. A4.4: Emissionskataster SO₂ der genehmigungsbedürftigen Anlagen. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a*km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

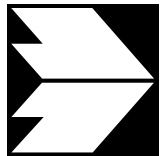
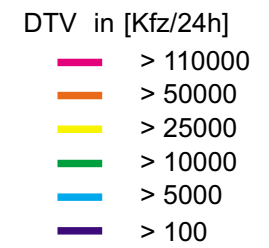
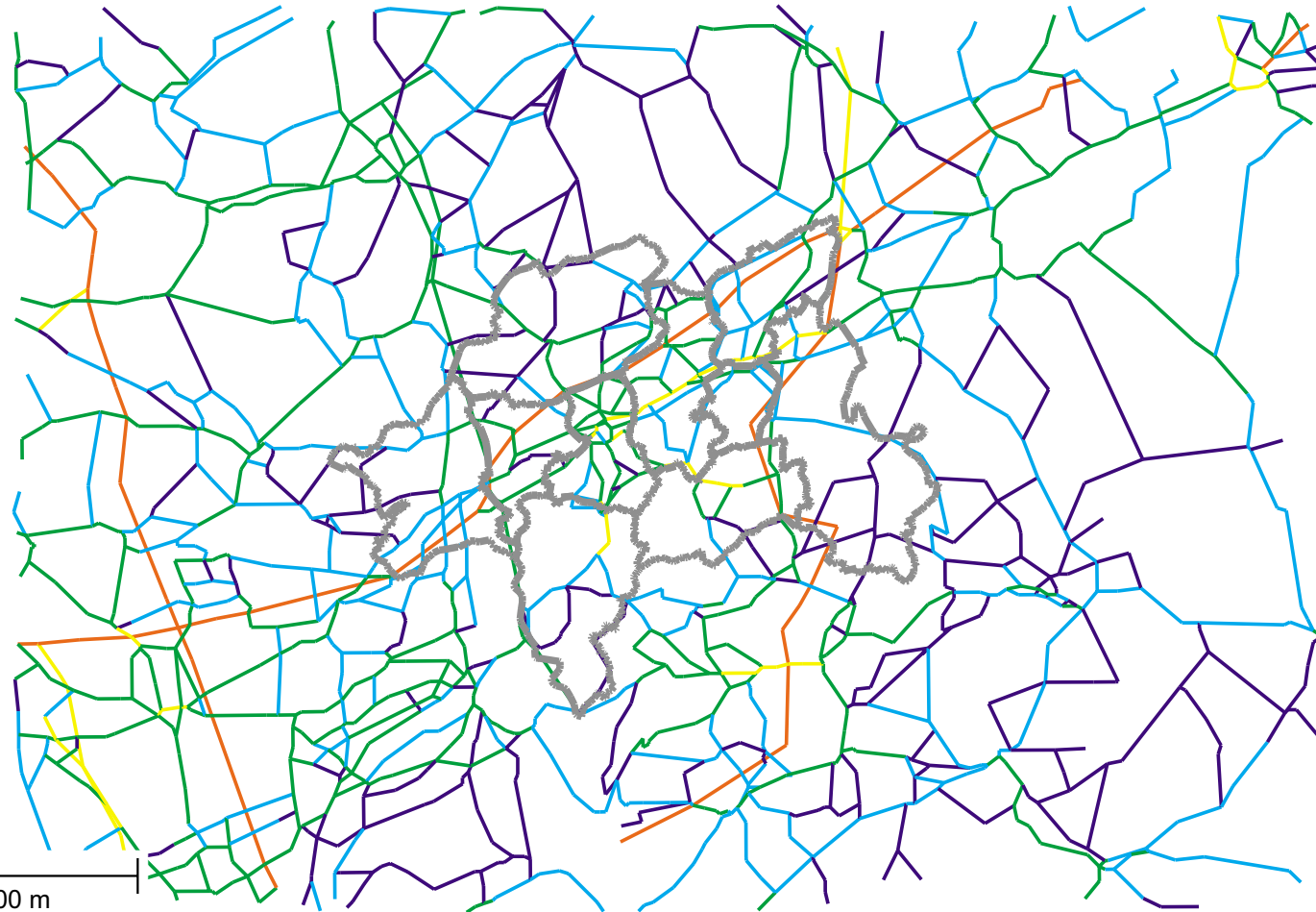


Abb. A4.5: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) des Kfz-Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen. Dargestellt sind die Verkehrsbelegungen für jeden Streckenabschnitt in Kfz pro 24 Stunden [Kfz/24h]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind grau eingezeichnet.

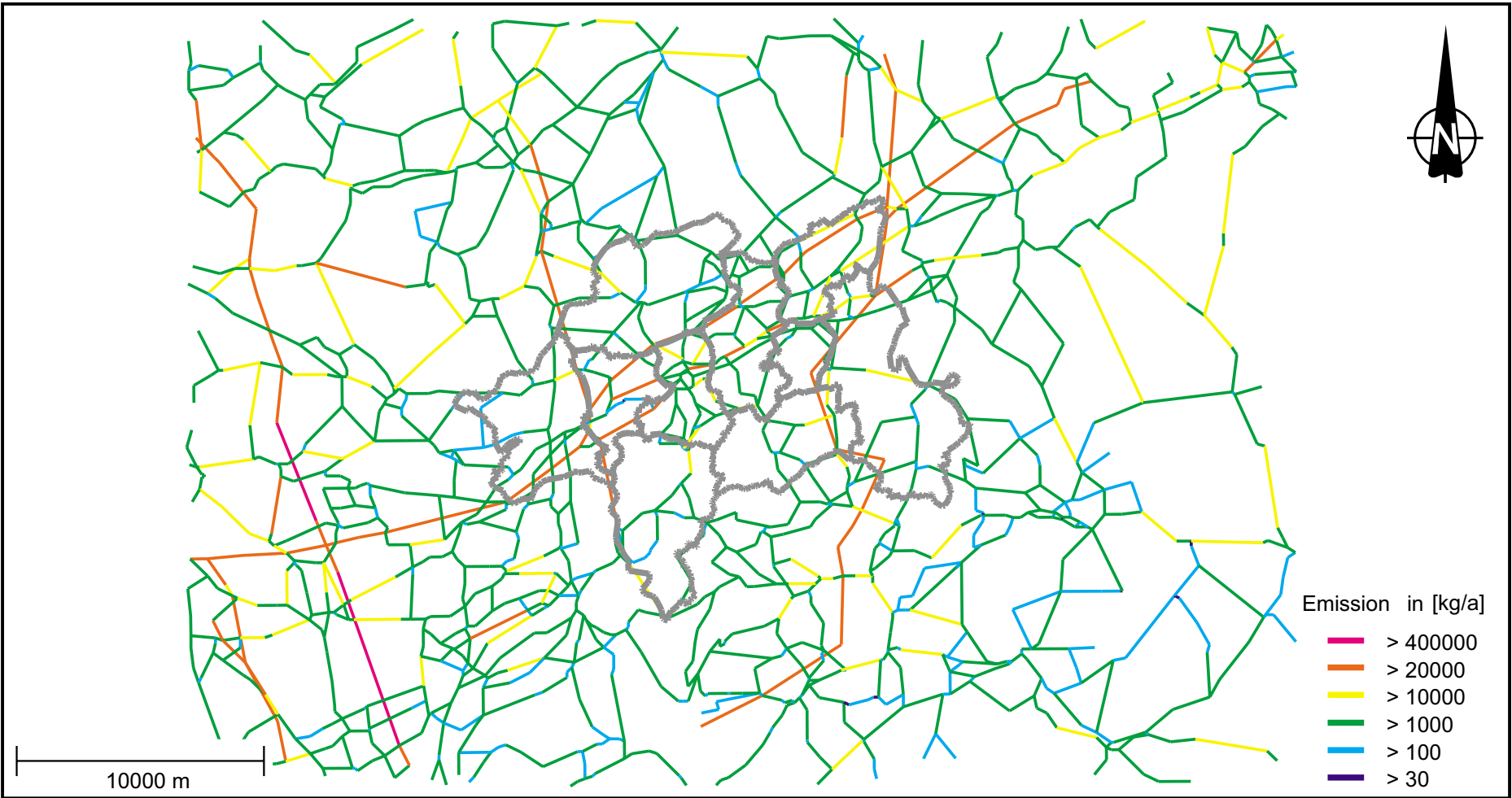


Abb. A4.6: NO_x-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen. Dargestellt sind die Emissionen für jeden Streckenabschnitt in Kilogramm pro Jahr [kg/a]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind grau eingezeichnet.

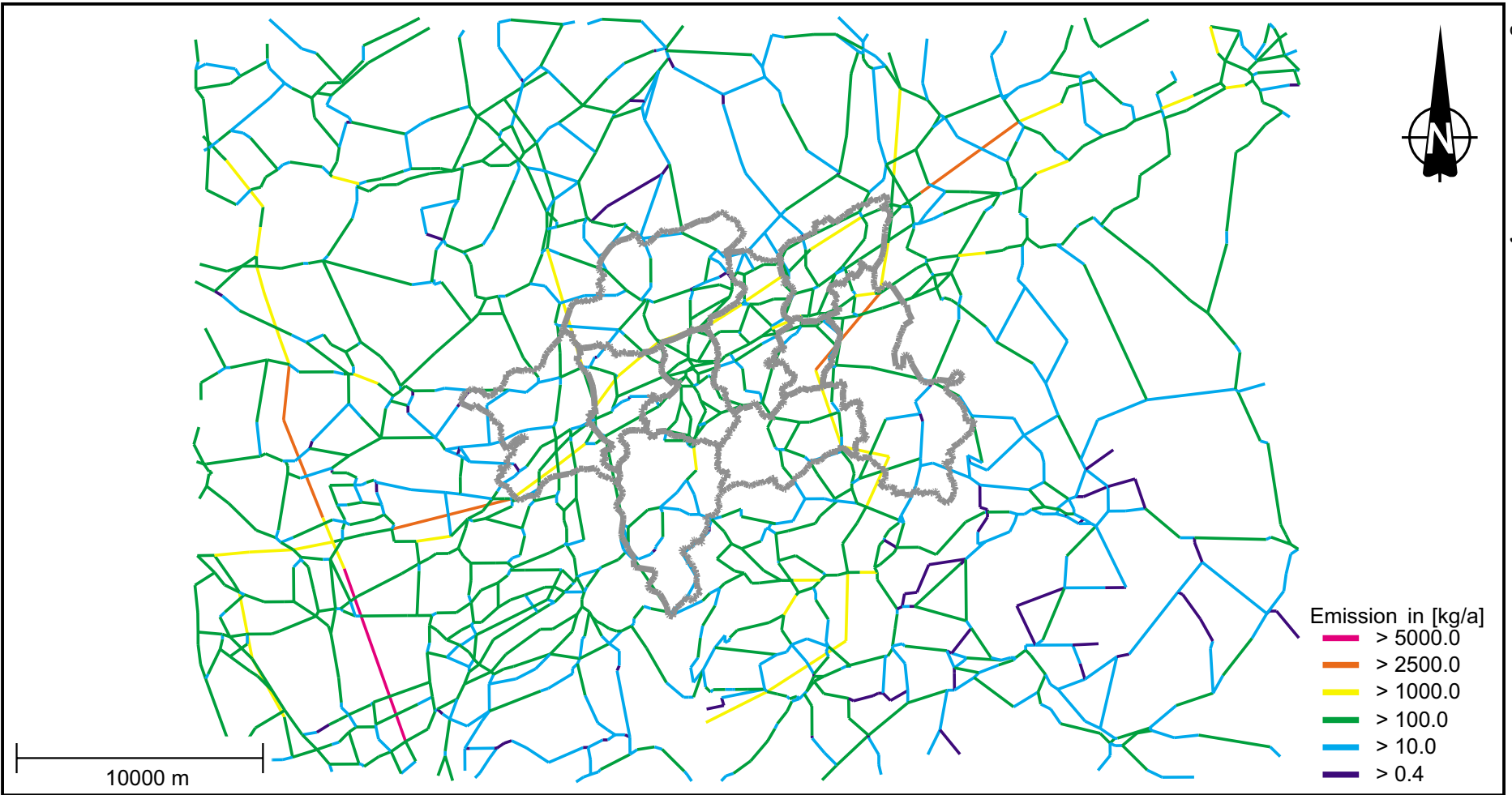


Abb. A4.7: Benzol-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen. Dargestellt sind die Emissionen für jeden Streckenabschnitt in Kilogramm pro Jahr [kg/a]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind grau eingezeichnet.

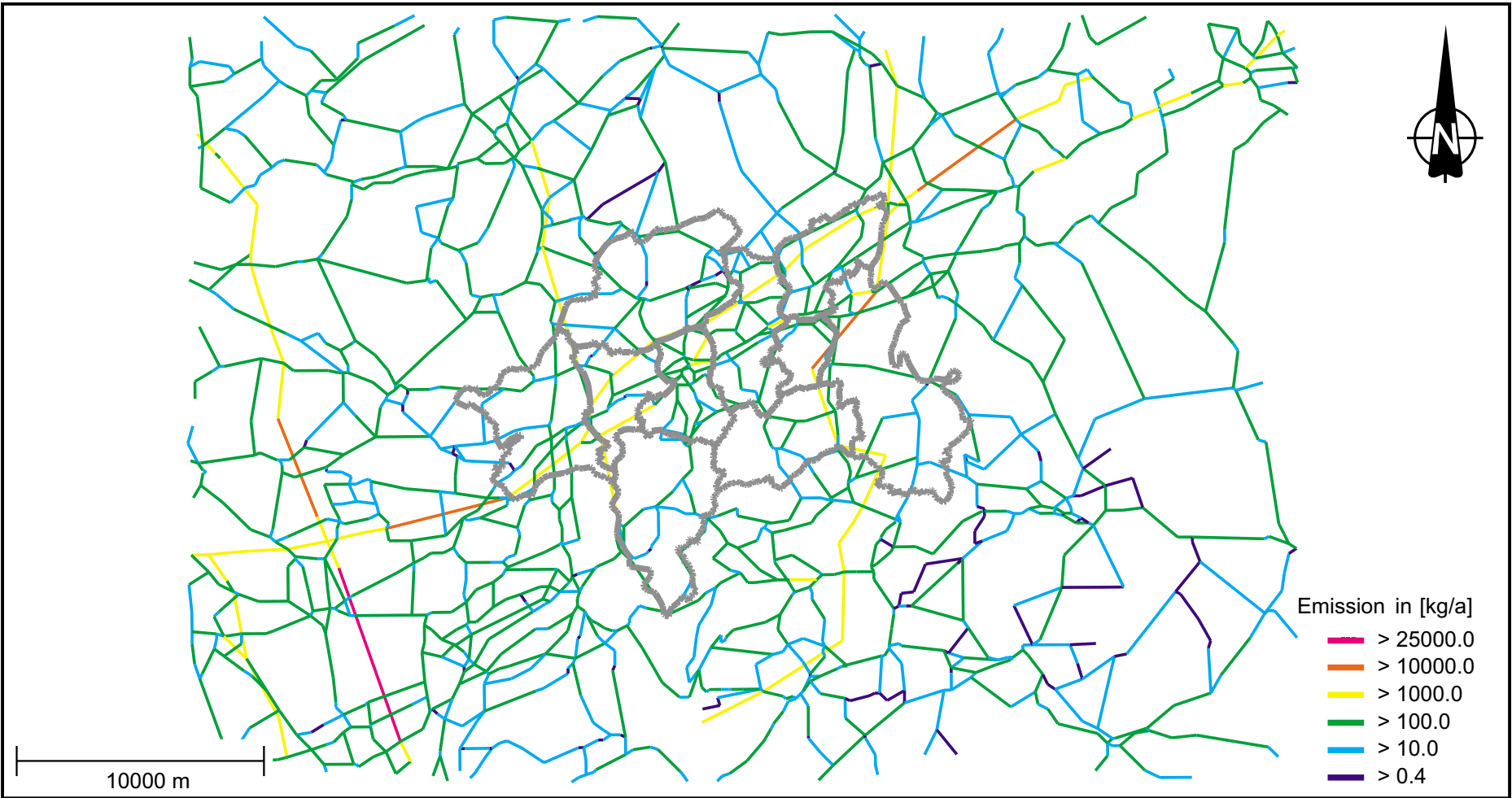


Abb. A4.8: Partikel-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen. Dargestellt sind die Emissionen für jeden Streckenabschnitt in Kilogramm pro Jahr [kg/a]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind grau eingezeichnet.



Abb. A4.9: SO₂-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen. Dargestellt sind die Emissionen für jeden Streckenabschnitt in Kilogramm pro Jahr [kg/a]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind grau eingezeichnet.

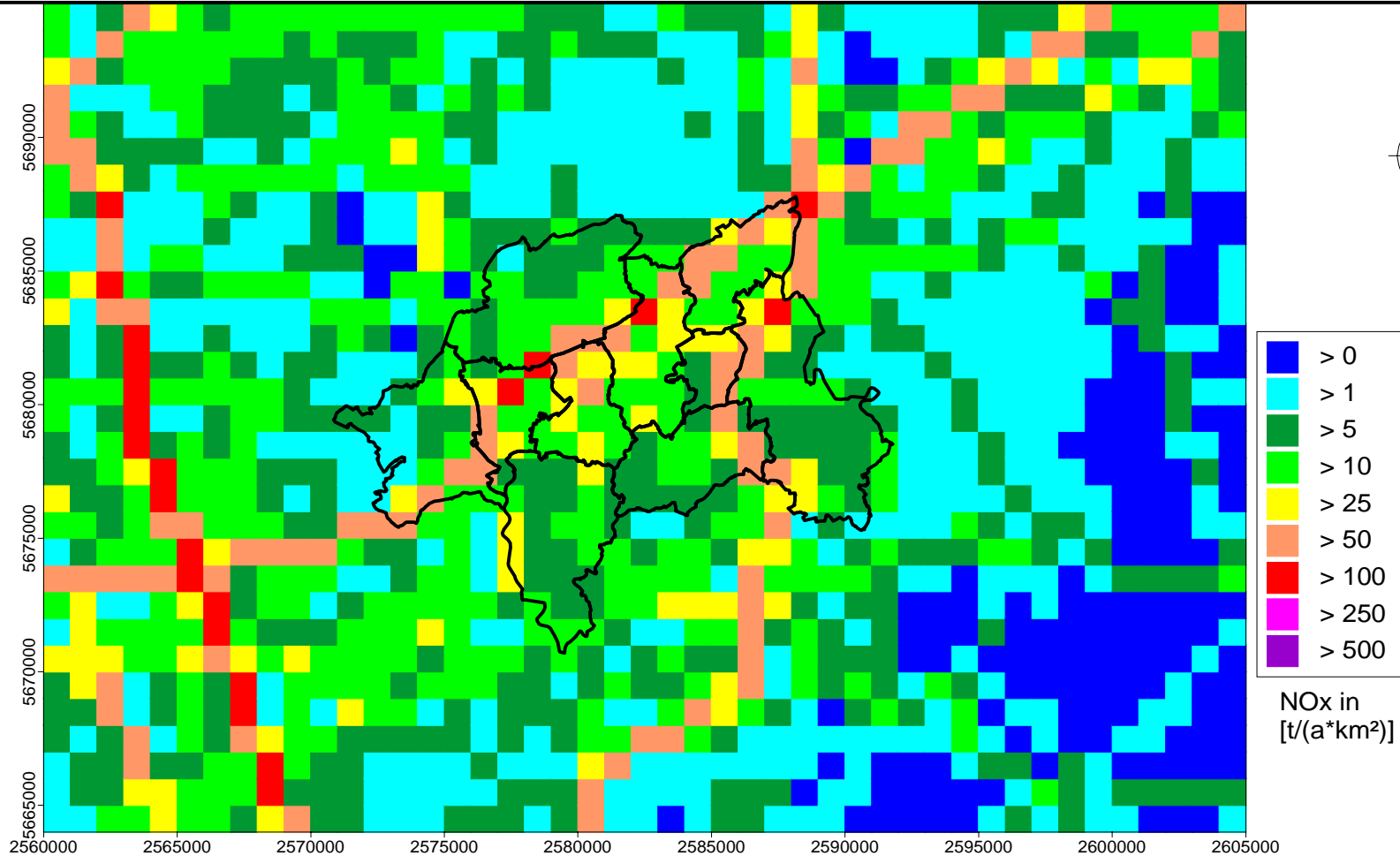
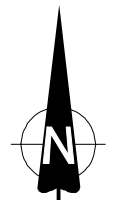


Abb. A4.10: Emissionskataster NO_x des Kfz-Verkehrs. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a·km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

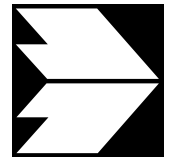
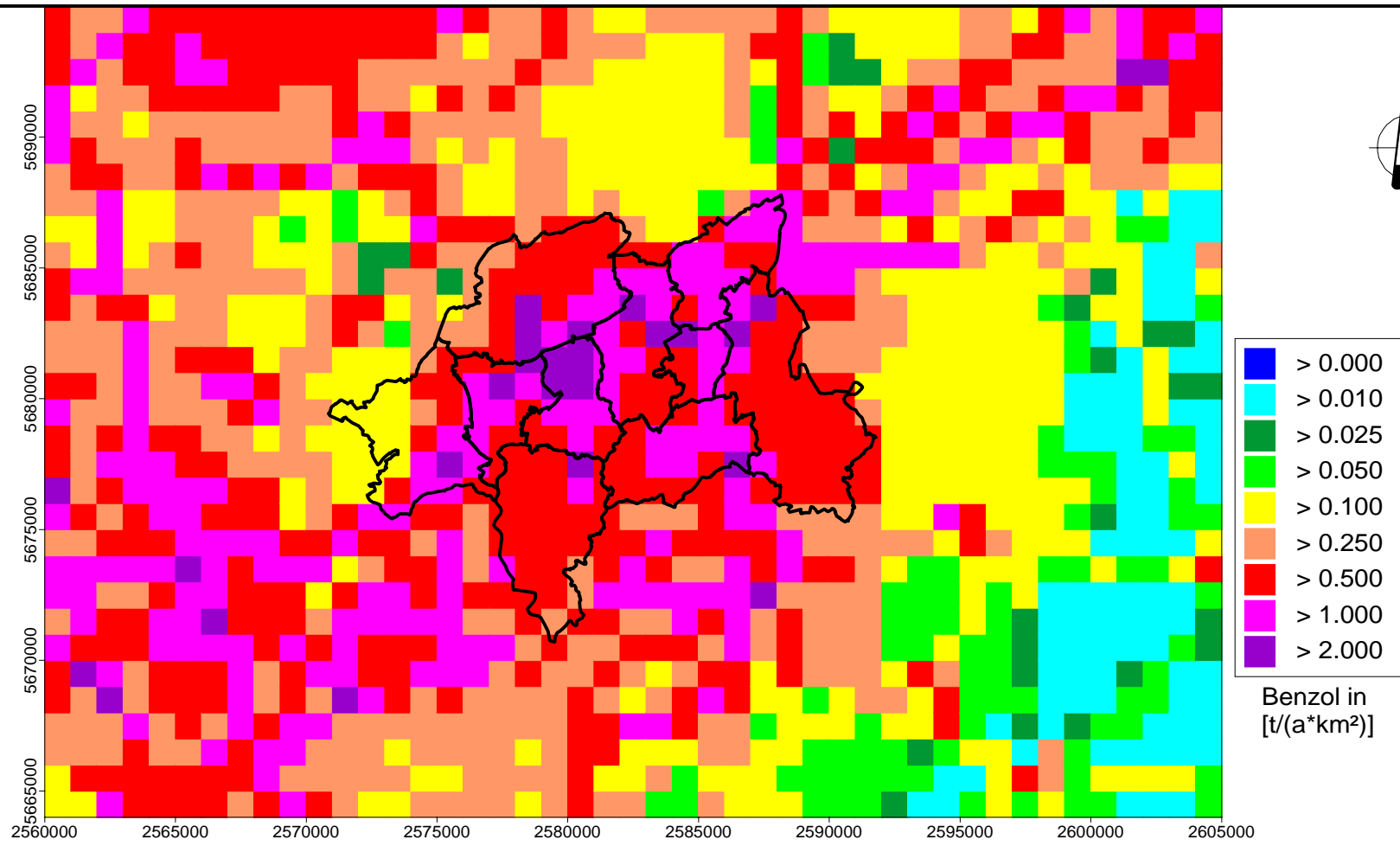


Abb. A4.11: Emissionskataster Benzol des Kfz-Verkehrs. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a·km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

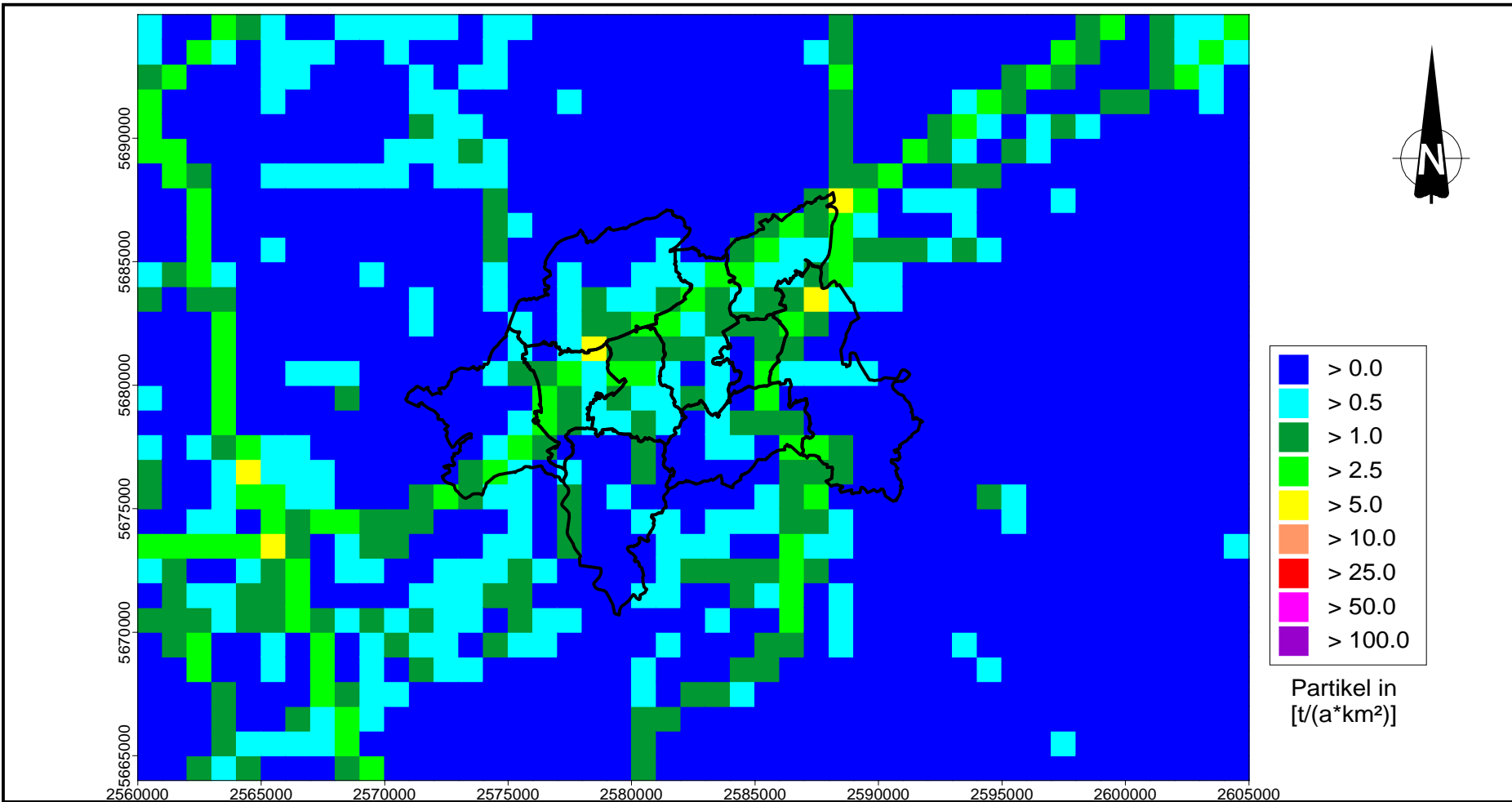


Abb. A4.12: Emissionskataster Partikel des Kfz-Verkehrs. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a*km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

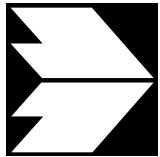
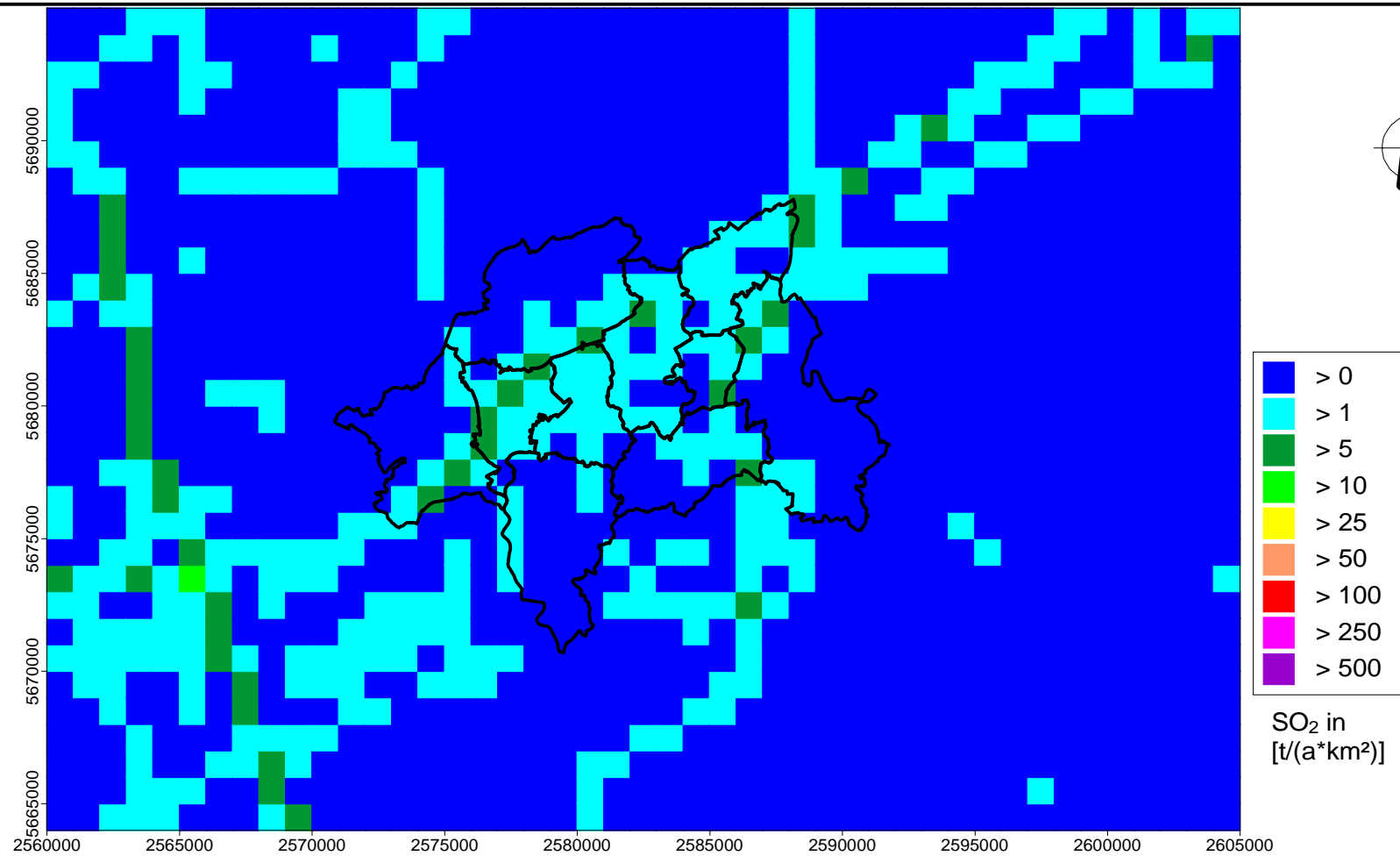


Abb. A4.13: Emissionskataster SO₂ des Kfz-Verkehrs. Dargestellt sind die Emissionen in einem 1 km x 1 km Raster ausgedrückt in Tonnen pro Jahr und km² [t/(a*km²)]. Die Stadt- und Stadtteilgrenzen von Wuppertal sind schwarz eingezeichnet.

A N H A N G A 5
BEISPIELE VON UMWELTQUALITÄTSZIELEN

A5 BEISPIELE VON UMWELTQUALITÄTSZIELEN

Beispiele für die Aufstellung von Umweltqualitätszielen zeigen **Tab. A5.1** und **Tab. A5.2**, die als Absichtserklärung eine Umsetzung der Stadt Stuttgart für großflächige Bereiche und punktuelle Belastungen darstellt.

	Zielwert	NO ₂		SO ₂		CO		O ₃		Staub		Ben-zol	Ruß
		I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I1
1994	1	80	200	140	400	10 000	30 000	50	180	150	300	15	14
1997	2	50	135	50	120	3 000	10 000	40	120	50	100	10	8
2000	3	30	75	15	50	1 000	3 000	30	100	30	75	2.5	5
ohne Limit	4	20	50	5	30	500	1 000	30	70	20	50	<1	2

Tab. A5.1: Großflächige Zielwerte Luft der Landeshauptstadt Stuttgart, Stand 1993 in µg/m³. Der Zielwert 4 entspricht weitgehend den natürlichen Konzentrationen. I1 = Jahresmittelwerte, I2 = 98-Perzentilwerte.

	Zielwert	NO ₂		SO ₂		CO		O ₃		Staub		Ben-zol	Ruß
		I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I1
1994	1	80	200	140	400	10 000	30 000	50	180	150	300	15	14
1997	2	50	135	50	120	3 000	10 000	40	120	50	100	10	8
2000	3	30	75	15	50	1 000	3 000	30	100	30	75	2.5	5
ohne Limit	4	20	50	5	30	500	1 000	30	70	20	50	<1	2

Tab. A5.2: Punktuelle Zielwerte Luft der Landeshauptstadt Stuttgart, Stand 1993 in µg/m³. Der Zielwert 4 entspricht weitgehend den natürlichen Konzentrationen. I1 = Jahresmittelwerte, I2 = 98-Perzentilwerte.

Die Stadt Leipzig sieht beispielsweise folgende planungsbezogenen Umweltziele vor:

"Verkehrsvermeidung, d.h. die Stadt wirkt darauf hin, daß alle notwendigen Wege in der Stadt vorzugsweise zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem ÖPNV zurückgelegt werden können.

- Die Bauleitplanung, insbesondere in und bei der Ausweisung von Wohngebieten, ist so auszulegen, daß die Einkaufsmöglichkeiten zur Deckung der Grundversorgung sowie wohngebietstypischer Dienstleistungseinrichtungen (z.B. Apotheke, allgemeiner Arzt, Drogerie, Gaststätte) wirtschaftlich existenzfähig sein können und von den Wohnungen zu Fuß erreichbar sind,
- Die Stadt nimmt über die Regionalplanung auf die Baugebietsausweisungen in der Region Einfluß um zusätzliche Pendlerströme in das oder aus dem Umland möglichst zu vermeiden,
- Die Stadtplanung ist darauf auszurichten, Objekte aktiver Freizeitgestaltung zu Fuß, mit dem Rad oder dem ÖPNV erreichbar zu machen,
- Verkehrsverlagerung,
- Umweltgerechtere Verkehrsarten (ÖPNV, Radfahren, Zu-Fuß-Gehen) werden gegenüber dem individuellen motorisierten Verkehr vorrangig entwickelt,
- Der ÖPNV muß ohne erhebliche Behinderungen in der Stadt fahren können. Die Reisezeit (von Haus zu Haus) wird verkürzt,
- Es erfolgt der Aufbau eines quantitativ und qualitativ hochwertigen Radverkehrsnetzes,

Das Zu-Fuß-Gehen wird so attraktiv gemacht, daß der für Leipzig typische hohe Fußweganteil beim Modalsplit gehalten werden kann."

A N H A N G A 6
BEISPIELHAFTE ABBILDUNGEN DER KLIMATOPE

A6 BEISPIELHAFTE ABBILDUNGEN DER KLIMATOPE

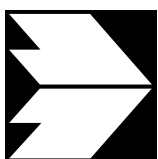


Abb. A6.1: Gewässer-Klimatop (oben),
Freiland-Klimatop (unten)
Quelle: Stad Wuppertal

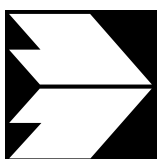


Abb. A6.2: Wald-Klimatop (oben),
Grünanlagen-Klimatop (unten)
Quelle: Stadt Wuppertal

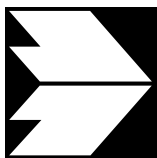


Abb. A6.3: Gartenstadt-Klimatop (oben),
Stadttrand-Klimatop (unten)
Quelle: Stadt Wuppertal

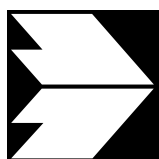


Abb. A6.4: Stadt-Klimatop (oben),
Stadtkern-Klimatop (unten)
Quelle: Stadt Wuppertal

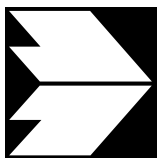


Abb. A6.5: Industrie-/Gewerbe-Klimatop (oben),
Bahnanlagen-Klimatop (unten)
Quelle: Stadt Wuppertal