

Ausbau der Plockstraße in Düsseldorf-Unterbilk

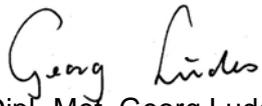
Gutachten

zur Ermittlung und Bewertung der Luftqualität

Auftraggeber: Landeshauptstadt Düsseldorf
Amt für Verkehrsmanagement
Auf'm Hennekamp 45
40225 Düsseldorf

Auftragsnummer: 13511/11/03

Datum: 07.07.2005

Bearbeiter: 
Dipl.-Met. Georg Ludes

Inhaltsverzeichnis

1	PLANUNGSVORHABEN	3
2	AUFGABENSTELLUNG	3
3	ALLGEMEINE HINTERGRUNDINFORMATIONEN	4
3.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	4
3.2	Feinstaub (PM ₁₀)	5
4	BEWERTUNGSMAßSTAB.....	7
5	EINGANGSDATEN.....	8
5.1	Emissionen.....	8
5.1.1	Methodik	8
5.1.2	Datengrundlage	9
5.1.3	Ergebnisse.....	9
5.2	Wetterdaten	10
5.3	Hintergrundbelastung.....	10
6	IMMISSIONSPROGNOSE.....	12
6.1	Rechenmodell	12
6.2	Statistische Methodik.....	13
6.3	Ergebnisse	15
6.3.1	NO ₂	15
6.3.2	PM ₁₀	15
7	BEWERTUNG UND PLANUNGSHINWEISE	16
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	17
	LITERATUR	19
	ANHANG	

1 Planungsvorhaben

Gegenstand der Baumaßnahme ist der 4-streifige Ausbau der Plockstraße einschließlich des Umbaus der Knotenpunkte Völklinger Straße / Plockstraße und Völklinger Straße / Fährstraße und des zwischen diesen Knoten liegenden Abschnittes der Völklinger Straße.

Der Ausbau wird aufgrund der schnellen Entwicklung des Düsseldorfer Medienhafens und die hiermit einhergehende Zunahme des Verkehrsaufkommens notwendig.

Die Baumaßnahme umfasst Straßenbauarbeiten, Gleisbauarbeiten der Straßenbau und den Neubau einer Straßenbrücke (siehe Abb. 1 im Anhang).

Der Umfang der Ausbaurbeiten beträgt:

- Plockstraße ca. 680 m
- Völklinger Straße ca. 530 m
- Fährstraße ca. 100 m
- Hammer Dofstraße ca. 100 m

Die Linksabbieger von der Völklinger Straße in die Plockstraße werden kreuzungsfrei über die neue Brücke geführt.

2 Aufgabenstellung

Das Ingenieurbüro simuPLAN wurde beauftragt, die lufthygienische Belastungssituation an der umliegenden Bebauung für den Zeitpunkt nach Fertigstellung der Baumaßnahme zu prognostizieren und zu bewerten. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Immissionsprognose sollen Planungsempfehlungen abgeleitet werden.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsrechenmodell MISKAM für die relevanten Luftschadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM₁₀) durchgeführt. Neben der Bestandsbebauung wurde auch die Bebauung berücksichtigt, die nördlich der Plockstraße im Bereich der jetzigen Kleingartenanlagen realisiert werden soll (siehe Abb. 2 und Abb. 3). Hierbei wurde im Sinne einer Pessimalschätzung eine vollständige Bebauung innerhalb der Bebauungsgrenzen angesetzt.

Neben den Luftschadstoff-Immissionen, die durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet verursacht werden, sind auch die Immissionsbeiträge durch Quellen außerhalb des Untersuchungsgebietes zu berücksichtigen.

Für die Untersuchungen wurde als Prognosehorizont das Jahr 2010 zugrunde gelegt.

Von besonderer Bedeutung ist die besondere stadtklimatologische Lage des Untersuchungsraumes am Südwestrand von Düsseldorf. So werden in der „Klimaanalyse Düsseldorf“ [1] und dem hieraus abgeleiteten „Planungshandbuch Stadtklima“ [2] die sich vom Untersuchungsraum nach Südwesten erstreckenden Freiflächen als Bereiche mit bioklimatisch und lufthygienisch wichtiger Ausgleichsfunktion für das Düsseldorfer Stadtgebiet bezeichnet. In der weiteren Stadtentwicklung soll hier keine weitere Bebauungsverdichtung erfolgen.

3 Allgemeine Hintergrundinformationen

3.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Stickstoffoxide (NO_x) ist eine zusammenfassende Bezeichnung für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂). Stickstoffoxide bilden sich fast ausschließlich bei Verbrennungsvorgängen in Motoren und Großfeuerungsanlagen. Bei diesen Verbrennungsprozessen entsteht in erster Linie Stickstoffmonoxid, das aber in der Atmosphäre schnell zum gesundheitsschädlichen Stickstoffdioxid umgesetzt wird.

In Großstädten ist die Konzentration von NO als primärem, kurzlebigen Abgasemissionsprodukt ein "Verkehrsindikator". Die Konzentration von NO₂ als sekundärem, vergleichsweise stabilem und schädlicherem Umwandlungsprodukt ist eher ein Maß für die Auswirkungen des Verkehrs im Zusammenspiel der zugrunde liegenden Einflussgrößen. NO₂ ist gesundheitsschädlicher als NO und wirkt als Reizgas auf die Schleimhäute der Atemwege. Akute gesundheitliche Auswirkungen wie z.B. Störungen der Lungenfunktionen sind bei bestimmten Personen (Bronchiatiker und Asthmatiker) ab einem gewissen Belastungsniveau festzustellen.

Unter Beteiligung von Wasser bilden sich aus den NO_x die Umwandlungsprodukte Salpetersäure und salpetrige Säure. Diese sind Teil der säurehaltigen Niederschläge und verantwortlich für die Versauerung der Böden und der Gewässer. Die Salze der Umwandlungsprodukte sind Nitrit und Nitrat. Durch den Eintrag in den Boden führen sie zu einer Düngung des Bodens mit Stickstoff. Naturnahe Ökosysteme, die auf nährstoffarme Böden angewiesen sind (z.B. Kalkmagerrasen), werden in ihrem Bestand und ihrer Entwicklung beeinträchtigt bzw. verdrängt. NO_x und deren Umwandlungsprodukte sind auch an Korrosionsvorgängen bei Metallen beteiligt. Stickoxide haben neben den flüchtigen organischen Verbindungen ebenfalls eine große Bedeutung als Vorläufersubstanzen für die sommerliche Ozonbildung.

Der Hauptverursacher ist der Verkehrsbereich, gefolgt von Kraftwerken, der Industrie sowie Haushalten und Kleinverbrauchern. Während sich der Stickstoffoxidausstoß der Kraftwerke durch den Einbau von Entstickungsanlagen in den vergangenen Jahren erheblich reduziert hat, ist der Anteil des Straßenverkehrs – trotz Katalysator – nur leicht gesunken aufgrund des unveränderten steigenden Fahr- und Transportaufkommens.

3.2 Feinstaub (PM₁₀)

Feinstäube werden anhand ihres Durchmessers in drei Kategorien unterteilt:

Inhalierbarer Feinstaub PM ₁₀ *:	< 10 µm
Lungengängiger Feinstaub PM _{2,5} *:	< 2,5 µm
Ultrafeine Partikel UP:	< 0,1 µm

*PM: Particulate Matter

Feine Teilchen (von weniger als 2,5 µm Durchmesser) und ultrafeine Teilchen (bis unter 0,1 µm Durchmesser), die für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar sind, machen dabei den gesundheitlich relevanten Teil des Schwebstaubs aus.

Die Teilchen stammen aus natürlichen und anthropogenen - also durch menschliche Aktivitäten erschlossene Quellen, die man in sekundäre und primäre Quellen unterteilt.

Zu den primären natürlichen Quellen zählen z.B. Seesalzaerosole, Bodenerosion, Vulkanismus, Biomasseverbrennung (Waldbrände) und biogene Quellen (Viren, Bakterien, Algen, Pilze, Pflanzenteile). Unter sekundären natürlichen Quellen versteht man chemische und physikalische Vorgänge in der Atmosphäre, die zu einer Entstehung von Partikeln führen.

Insbesondere für die Beurteilung regionaler und lokaler Staubbelastungen spielen jedoch anthropogene primäre Quellen eine entscheidende Rolle. Industrieprozesse, Straßenverkehr (unvollständige Verbrennung, Reifenabrieb, Aufwirbelung), Kraft- und Fernheizwerke (Flugaschepartikel), Haushalte, Kleinverbraucher und Schüttgutumschläge sind Hauptquellen für Staub.

Sekundär anthropogen gebildete Partikel entstehen durch chemische und physikalische Reaktionen anthropogener Vorläufersubstanzen wie SO₂, NO_x, VOC und NH₃, deren Quellen hauptsächlich in Industrie, Verkehr und Landwirtschaft zu suchen sind.

Größenverteilung, Zusammensetzung und Morphologie von Feinstaub stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit Art und Weise seiner Bildung.

Man findet kristalline, kubische, runde und unregelmäßige Teilchen.

Die Zusammensetzung von Feinstaub richtet sich nach dem lokalen Auftreten von relevanten Quellen. So unterscheidet sich die Zusammensetzung in ländlichen Räumen natürlich von der in industriell geprägten Gebieten.

Grundsätzlich bestimmen drei Komponenten die Zusammensetzung von Feinstaub:

Die kohlenstoffhaltige Komponente setzt sich zusammen aus dem organisch gebundenen Kohlenstoff (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK, biogenes Material) und dem elementaren Kohlenstoff (z.B. Dieselruß). Eine andere Komponente sind sekundär in der Atmosphäre gebildete Ionen wie Sulfat, Nitrat und Ammonium. Letztlich bilden natürliche Elemente wie Silizium, Aluminium, Eisen, Kalzium, Magnesium usw. als dritte Komponente eine untergeordnete Komponente. Zusätzlich und regional begrenzt treten Schwermetalle und kanzerogene Stoffe aus Industrieprozessen auf.

Die gesundheitliche Wirkung von Stäuben insbesondere von Feinstaub wurde gerade in den letzten Jahren in umweltepidemiologischen und toxikologischen Studien beschrieben. Inwieweit eine Gefahr für unsere Gesundheit besteht, hängt ganz entscheidend von der Konzentration, der Expositionszeit und der Partikelgröße ab.

Es werden der inhalierbarer Feinstaub PM10, die lungengängiger Feinstaub und der ultrafeine Feinstaub unterschieden. Die inhalierbare Fraktion wird bei Mund- und Nasenöffnung eingeatmet und zum Teil dort gebunden. Die lungengängige Fraktion gelangt beim Einatmen über den Kehlkopf hinaus in die Lunge, während die ultrafeine Fraktion bis in die inneren Teile der Lunge – die Alveolen – vordringt.

Das bedeutet, je kleiner die Partikel sind, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese in die sensible alveolare Region vordringen und dort deponiert werden. Lösliche Anteile können toxische Substanzen freisetzen und somit zu entzündlichen Prozessen führen. Unlösliche Anteile bilden Schnittstellen zu Zellen, Gewebe und Lungenflüssigkeit.

Erhöhte Konzentrationen von Feinstaub können abhängig von der Konzentration und Dauer der Exposition zum Auftreten von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, zu vermehrten Atemwegssymptomen bei Asthmatikern und sogar zum Anstieg der Mortalität führen.

4 Bewertungsmaßstab

Die NO₂- und PM₁₀-Immissionen (Feinstaub mit einem mittleren aerodynamischen Durchmesser unter 10 µm) sind für das gesamte Untersuchungsgebiet in feiner räumlicher Auflösung zu ermitteln und zu bewerten.

Durch die EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie [3] und die zugehörigen Tochterrichtlinien [4] und [5] wurden europaweit gültige **Grenzwerte** für Immissionen durch Luftschadstoffe festgeschrieben, die auch kleinräumig einzuhalten sind. Durch eine Novellierung der 22. BImSchV [6] wurden diese Grenzwerte in Nationales Recht überführt und sind seither als Bewertungsmaßstab heranzuziehen (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Grenzwerte der verkehrsrelevanten Schadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach der 22. BImSchV [6]

PM ₁₀ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]
Jahresmittel	Tagesmittel	Jahresmittel	Max. 1h-Wert
40	50*	40	200**

* Maximal 35 Überschreitungen im Kalenderjahr sind zugelassen. Dies entspricht in etwa dem 90-Perzentil der Tagesmittelwerte.

** Maximal 18 Überschreitungen im Kalenderjahr sind zugelassen. Dies entspricht in etwa dem 99,8-Perzentil der Stundenmittelwerte.

- Die Grenzwerte für NO₂ sind bis zum Jahr 2010, die Grenzwerte für PM₁₀ sind bis zum Jahre 2005 einzuhalten.
- Für den Jahresmittelwert der NO₂-Immissionen beträgt die Toleranzmarge gegenwärtig 10 µg/m³. Sie reduziert bis zum 1. Januar 2010 stufenweise um jährlich 2 µg/m³.
- Für den maximalen 1h-Wert der NO₂-Immissionen beträgt die Toleranzmarge zur Zeit 50 µg/m³. Sie reduziert sich bis zum 1. Januar 2010 stufenweise um jährlich 10 µg/m³.

5 Eingangsdaten

5.1 Emissionen

5.1.1 Methodik

Die Emissionsberechnungen erfolgten mit dem vom Ingenieurbüro simuPLAN entwickelten Emissionsmodell *KFZEMISS*. Dieses Programm entspricht den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 7 [7] und verwendet die im Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) [8] zusammen gestellten Emissionsdaten.

Bei PM₁₀-Feinstäuben sind neben den Emissionen, die über das Abgas freigesetzt werden, auch Emissionen zu berücksichtigen, die durch das Aufwirbeln von Teilchen aus Reifen- und Straßenabrieb, Kupplungs- und Bremsverschleiß u. a. entstehen. Im HBEFA [8] sind keine Emissionsfaktoren für das Aufwirbeln von PM₁₀ enthalten. In neueren Untersuchungen [9] werden die in der Tab. 2 aufgeführten Emissionsfaktoren für das Aufwirbeln vorgeschlagen. Die für die innerörtlichen Straßen angegebenen Emissionsfaktoren wurden bei der Bestimmung der PM₁₀-Emissionen verwendet.

Tab. 2: PM₁₀-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abriebe (Auf/Ab) differenziert nach Verkehrssituation (aus [8])

Verkehrssituation (nach HBEFA)	Tempo- limit [km/h]	Anteil Konstantfahrt (nach HBEFA) [%]	Standanteil (nach HBEFA) [%]	Emissionsfaktor für PM ₁₀ - Auf/Ab Je Kfz [mg/km]	
				Pkw u. LNfz	LKW
AB>120	—			22	200
AB_120	120			22	200
AB100	100			22	200
AB_80	80			22	200
AB_60	60			22	200
AB_StGo	—			22	200
AO1	100	60	1	22	200
AO2	100	53	1	22	200
AO3	100	28	1	22	200
Tunnel_AB_100	100			10	200
Tunnel_AB_80	80			10	200
Tunnel_AB_60	60			10	200
Tunnel_IO_HVS>50	60	46	1	10	200
IO_HVS>50	60	46	1	22	200
HVS1	50	46	1	22	200
HVS2	50	52	1	30	300
HVS3	50	44	7	40	380
LSA1	50	44	7	40	380
HVS4	50	37	14	50	450
LSA2	50	32	20	60	600
LSA3	50	28	26	90	800
IO_Kern	50	23	33	90	800
IO_NS_dicht	30	32	5	90	800

5.1.2 Datengrundlage

Die Berechnung der Kfz-bedingten Schadstoffemissionen erfolgte auf der Grundlage der in der Tab. 3 aufgeführten Verkehrsdaten, die uns vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden.

Tab. 3: Verkehrsdaten für die Schadstoffberechnungen

Straßenabschnitt	DTV Kfz/24h	M _t Kfz/h	p _t %	M _n Kfz/h	p _n %
Völklinger Straße, nördlich Plockstraße, Rtg. Süden	31.030	1862	4,5	341	5,9
Völklinger Straße, nördlich Plockstraße, Rtg. Norden	29.780	1787	4,7	328	4,3
Völklinger Straße, südlich Plockstraße, Rtg. Süden	32.229	1934	5,6	355	3,0
Völklinger Straße, südlich Plockstraße, Rtg. Norden	31.056	1863	5,8	342	6,1
Völklinger Straße, nördlich Fährstraße, Rtg. Süden	31.399	1884	5,7	345	3,0
Völklinger Straße, nördlich Fährstraße, Rtg. Norden	31.056	1863	5,8	342	6,1
Völklinger Straße, südlich Fährstraße, Rtg. Süden	35.973	2158	5,1	396	3,2
Völklinger Straße, südlich Fährstraße, Rtg. Norden	26.937	1616	5,7	296	6,6
Fährstraße, westlich Völklinger Straße, Rtg. Westen	1.774	106	1,6	20	1,3
Fährstraße, westlich Völklinger Straße, Rtg. Osten	5.565	334	1,3	61	0,3
Fährstraße, östlich Völklinger Straße, Rtg. Westen	8.868	532	3,6	98	6,5
Fährstraße, östlich Völklinger Straße, Rtg. Osten	3.965	238	1,8	44	0,4
Gladbacher Straße, ab Hammer Straße, Rtg. Osten	1.400	84	0,1	15	3,0
Gladbacher Straße, zur Hammer Straße, Rtg. Westen	1.300	78	0,1	14	3,0
Hammer Straße, nördlich Gladbacher Straße, Rtg. Süden	1.900	114	0,0	21	3,0
Hammer Straße, nördlich Gladbacher Straße, Rtg. Norden	1.100	66	0,1	12	3,0
Hammer Straße, südlich Gladbacher Straße, Rtg. Süden	12.797	768	11,9	141	11,6
Hammer Straße, südlich Gladbacher Straße, Rtg. Norden	12.703	762	11,8	140	15,0
Hammer Dorfstraße, ab Plockstraße, Rtg. Westen	903	54	3,2	10	0,0
Hammer Dorfstraße, zur Plockstraße, Rtg. Osten	731	44	1,9	8	3,2

Für die Plockstraße wurden in Abstimmung mit dem Amt für Verkehrsmanagement dieselben Verkehrszahlen angesetzt wie für den Bereich der Hammer Straße südlich der Gladbacher Straße (siehe Tab. 3).

5.1.3 Ergebnisse

Auf der Basis der in der Tab. 3 angegebenen Verkehrsdaten wurden mit Hilfe von synthetischen Tagesganglinien Stundenwerte der Emissionen Kfz-Verkehrs ermittelt. In Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Düsseldorf wurde das Jahr 2010 als Bezugsjahr für die Emissionsfaktoren gemäß HBEFA [8] festgelegt.

Die Emissionsraten der wichtigsten Straßen im Untersuchungsgebiet sind in der Tab. 4 zusammengestellt.

Tab. 4: Mittlere Emissionsraten (Bezugsjahr 2010)

Straße	NO _x [g/(h km)]	PM ₁₀ [g/(h km)]
Plockstraße, Fahrtrichtung West	383	40,8
Plockstraße, Fahrtrichtung Ost	381	40,8
Völklinger Straße, Fahrtrichtung Süd südlich Plockstraße	559	102,9
Völklinger Straße, Fahrtrichtung Nord nördlich Plockstraße	550	100,9
Völklinger Straße, Fahrtrichtung Süd südlich Plockstraße	558	102,4
Völklinger Straße, Fahrtrichtung Nord südlich Plockstraße	694	134,8

5.2 Wetterdaten

Die Jahreskenngrößen der Schadstoffe wurden auf der Grundlage einer langjährigen Windstatistik der Wetterstation Düsseldorf-Flughafen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ermittelt. Die Abb. 3 stellt die Windrichtungsverteilung aus dem 20-jährigen Messzeitraum (1984 bis 2003) dar. Die Abb. 3 verdeutlicht, dass der Überdachwind im Untersuchungsgebiet bevorzugt aus südwestlichen Richtungen weht. Die Leitwirkung des Rheines bewirkt ein zweites, eng begrenztes Windrichtungsmaximum im Bereich der Windrichtungen 150° und 160° (Südsüdost).

5.3 Hintergrundbelastung

Die lokalen Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungsraum setzen sich zusammen aus der großräumigen Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung. Die Hintergrundbelastung wird verursacht durch Emissionen der Industrie, des Gewerbes, des Hausbrandes, des Verkehrs außerhalb des Untersuchungsgebietes sowie durch Ferntransporte.

Zur PM₁₀-Hintergrundbelastung tragen insbesondere Ferntransporte sekundärer Feinstäube, der Straßenverkehr, die Industrie und natürliche Quellen (Seesalz, Pollen, Bodenerosion durch Wind) bei. Sekundäre Feinstäube bilden sich auf dem Ausbreitungswege über chemische und physikalische Reaktionen aus anthropogenen Vorläufersubstanzen wie Stickoxide, Schwefeldioxid, Ammoniak und Kohlenwasserstoffe.

Für NO₂ und PM₁₀ wurden die Werte der gegenwärtigen städtischen Hintergrundbelastung (Bezugsjahr 2005) auf der Grundlage der Jahreskenngrößen der LUQS-Messstation Düsseldorf-Lörick aus den Jahren 2000 bis 2004 abgeschätzt ([10]).

Die Hintergrundbelastung für das Jahr 2010 wurde auf der Grundlage von Prognosewerten abgeschätzt, die mit Hilfe von Modellrechnungen zur gegenwärtigen und zukünftigen räumlichen Verteilung der großräumigen Hintergrundbelastung in Nordrhein-Westfalen ermittelt wurden. Die Rechnungen wurden von Prof. Dr. Ebel an der Universität Köln für die Jahre 2002, 2005 und 2010 mit dem Rechenmodell EURAD durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Prognosen flossen unter anderem in die Luftreinhaltepläne für die Städte Düsseldorf [11], Hagen [12] und Duisburg [13] ein.

Die Tab. 5 zeigt, dass sich die großräumige NO₂- und PM₁₀-Hintergrundbelastung aufgrund europaweiter Emissionsminderungsmaßnahmen signifikant verringern wird.

Tab. 5: Hintergrundbelastungswerte in µg/m³

Jahr	NO₂ Jahresmittelwert	NO₂ Max. Stundenwert	PM₁₀ Jahresmittelwert
2005	31	133	24
2010	26	112	21

6 Immissionsprognose

6.1 Rechenmodell

Die Berechnung der PM₁₀-Immissionen erfolgte mit der aktuellen Version 4.2.2 des Rechenmodells MISKAM [14]. Dieses Rechenmodell wurde an der Universität Mainz entwickelt und entspricht dem gegenwärtigen Wissensstand der mikrometeorologischen Strömungs- und Ausbreitungssimulation.

Das Rechenmodell ist aufgrund der Ergebnisse umfangreicher Vergleichsrechnungen mit Windkanaluntersuchungen gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung“ validiert.

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen. Zellen, in denen Bebauung vorliegt, werden als undurchlässig gekennzeichnet. Das Rechenzellgitter wurde mit Hilfe eines von simuPLAN entwickelten Gittergenerierungsprogrammes auf der Basis der digitalisierten Gebäude und Straßenspuren erzeugt.

Typische Kenndaten dieses Rechengitters sind in der Tab. 6 zusammengefasst.

Tab. 6: Kenndaten des bei der Simulation verwendeten Rechengitters

Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gesamtzahl der Gitterpunkte (gerundet)
x-Richtung	y-Richtung	z-Richtung	
1,75 m 462	1,75 m 286	1,5 m 31	4.096.100

6.2 Statistische Methodik

Die Jahresmittelwerte für PM₁₀ und NO₂ werden auf der Basis von 36 Einzelsimulationen mit der mittleren stündlichen Emissionsstärke berechnet. Hierbei werden 36 Windrichtungen (10° Sektoren) bei einer neutral geschichteten Atmosphäre untersucht. Für jede Windrichtung wird zunächst das Wind- und Turbulenzfeld prognostiziert. Exemplarisch sind für die Hauptwindrichtungen die bodennahen Windgeschwindigkeiten im Untersuchungsgebiet auf den Abb. 6 und Abb. 7 im Anhang dargestellt. Die Wind- und Turbulenzfelder gehen in die daran anschließende Simulation der Schadstoffausbreitung ein. Die Jahreskenngrößen werden nach Abschluss der Rechnungen mit einem speziellen Auswerteprogramm bestimmt. Dieses sucht zu jeder der 36 Einzelsimulationen die Stunden der Wetterstatistik, in denen die gleiche Windrichtung auftrat. Für jede dieser Stunden werden die Immissionen ermittelt. Hierbei werden die Immissionswerte der Einzelsimulationen, die in der betreffenden Stunde auftretende Emissionsstärke und die Windgeschwindigkeit berücksichtigt.

PM₁₀ kann in der betrachteten Raum-Zeitskala als chemisch inert angesehen werden. Für NO₂ müssen jedoch bei der Bestimmung des Jahresmittelwertes neben der Quellstärke, dem Transport und der Turbulenz auch schnell ablaufende chemische Umwandlungsprozesse berücksichtigt werden, bei denen es zu einer teilweisen Umwandlung von NO in NO₂ kommt. Die Intensität des Umwandlungsprozesses ist von einer Vielzahl von Parametern – z. B. der Temperatur, der kurzwelligen Strahlungsintensität sowie den Hintergrundbelastungen von NO, NO₂ und Ozon - abhängig.

Die Einbindung der komplexen photochemischen Umwandlung in die Ausbreitungsrechnung wird durch die Bestimmung des Jahresmittelwertes mittels der Regressionsbeziehung

$$[NO_2] = \frac{A \cdot [NO_x]}{B + [NO_x]} + C \cdot [NO_x]$$

vermieden. Die IVU Umwelt GmbH führte im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA F&E-Projekt 20042265) statistische Auswertungen für viele Messstationen durch, die jeweils den Typen Stadt, Land und Verkehr zugeordnet wurden. Für jeden dieser Typen wurden die Werte der oben genannten Konstanten A, B und C ermittelt.

Bei der Bestimmung der NO₂-Jahresmittelwerte wurden die Koeffizienten des Stadttyps verwendet, da hierfür ein erheblich umfangreicheres Datenkollektiv vorliegt als beim Typ Verkehr und im Sinne einer „Worst-Case“-Rechnung bei hohen NO_x-Immissionen höhere NO₂-Werte resultieren. Die Koeffizienten lauten A=67,70; B=84,77 und C=0,0698.

Nach der 22. BImSchV dürfen die NO₂-Stundenmittelwerte maximal 18-mal in einem Jahr den Wert von 200 µg/m³ überschreiten. Eine Abschätzung der Überschreitungshäufigkeit kann unter den folgenden Annahmen durchgeführt werden:

- Die NO₂-Stundenwerte eines Jahres lassen sich durch eine Lognormalverteilung approximieren.
- Bei unterschiedlichem Mittelwert sind die Lognormalverteilungen ähnlich. Das Verhältnis von Perzentil und Mittelwert ist somit konstant.

Unter Zugrundelegen dieser Annahmen ist es möglich, bei Kenntnis eines Mittelwertes und eines zugehörigen Perzentils im Untersuchungsgebiet für alle Mittelwerte die Standardabweichung zu bestimmen und anschließend die jeweiligen Überschreitungswahrscheinlichkeiten des Schwellwertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu ermitteln. Die Basisverteilung wird hier anhand der Hintergrundwerte für das Jahresmittel und das Perzentil für den maximalen Stundenwert (siehe Tabelle 5) generiert.

Für PM_{10} entspricht die mehr als 35-malige Überschreitung des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Beurteilung des 90,4-Perzentils der Jahresverteilung von Tagesmittelwerten in einem Jahr von 365 Tagen. Liegt das 90,4-Perzentil über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, so überschreiten die Tagesmittelwerte an mehr als 35 Tagen den zulässigen Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Bestimmung des 90,4-Perzentils erfolgt anhand des PM_{10} -Jahresmittelwertes $[\text{PM}_{10}]$ mit Hilfe der linearen Regressionsfunktion (1):

$$90,4\%-\text{PM}_{10}=1,93 + 1,65 [\text{PM}_{10}] \quad (1)$$

Die Standardabweichung der Regression beträgt $5,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe [9]).

Da die Häufigkeitsverteilung der PM_{10} -Tagesmittelwerte sich gut durch eine Lognormalverteilung abbilden lässt, kann man mit Hilfe der o. g. Beziehung auch die Anzahl der Tage eines Jahres ermitteln, an denen der PM_{10} -Tagesmittelwert $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreitet.

Überschreitet der rechnerisch ermittelte PM_{10} -Jahresmittelwert den Wert von $29,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, so ergeben sich nach Gl. (1) an mehr als 35 Tagen Überschreitungen des Grenzwertes für das PM_{10} -Tagesmittel.

6.3 Ergebnisse

Die prognostizierten Werte der Gesamtbelastung I_G setzen sich zusammen aus der Hintergrundbelastung I_B und den Werten der Zusatzbelastung durch die Emissionen des Straßenverkehrs I_Z .

Die Tab. 7 und Tab. 8 enthalten die an den maximal belasteten Aufpunkten errechneten Immissionskenngrößen. Die Ergebnisgrafiken Abb. 8 bis Abb. 10 stellen für diese Variante die räumliche Verteilung der ermittelten Immissionskenngrößen dar. Die Positionen der Aufpunkte sind in den Ergebnisgrafiken durch kreuzförmige Markierungen gekennzeichnet.

6.3.1 NO₂

Die Werte der Tab. 7 zeigen, dass für NO₂ keine Überschreitung der Grenzwertes der 22. BImSchV für den Jahresmittelwert und den Stundenmittelwert zu erwarten ist.

Tab. 7: Errechnete NO₂-Immissionskenngrößen (Bezugsjahr 2010)

Überschreitungen der Grenzwerte der 22. BImSchV sind durch Unterstreichen gekennzeichnet.

Aufpunkt	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Anzahl der Stunden $> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
	I_B	I_Z	I_G	I_B	I_Z	I_G
P1	26	8,2	<u>34,2</u>	0	0,2	<u>0,2</u>
P2	26	7,8	<u>33,8</u>	0	0,1	<u>0,1</u>
P3	26	7,7	<u>33,7</u>	0	0,1	<u>0,1</u>
P4	26	10,6	<u>36,6</u>	0	0	<u>0,5</u>
P5	26	8,1	<u>34,1</u>	0	0,2	<u>0,2</u>
P6	26	11,2	<u>37,2</u>	0	0,5	<u>0,6</u>

6.3.2 PM₁₀

Die ermittelten PM₁₀-Immissionskenngrößen sind in der Tab. 8 zusammen gestellt. Überschreitungen der Grenzwerte der 22. BImSchV werden nicht prognostiziert.

Tab. 8: Errechnete PM₁₀-Immissionskenngrößen (Bezugsjahr 2010)

Überschreitungen der Grenzwerte der 22. BImSchV sind durch Unterstreichen gekennzeichnet.

Aufpunkt	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Anzahl der Tage $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
	I_B	I_Z	I_G	I_B	I_Z	I_G
P1	21	2,5	<u>23,5</u>	8	5	<u>13</u>
P2	21	2,4	<u>23,4</u>	8	5	<u>13</u>
P3	21	2,4	<u>23,4</u>	8	5	<u>13</u>
P4	21	5,0	<u>26,0</u>	8	14	<u>22</u>
P5	21	3,5	<u>24,5</u>	8	8	<u>16</u>
P6	21	5,9	<u>26,9</u>	8	17	<u>25</u>

7 Bewertung und Planungshinweise

Trotz des starken Verkehrsaufkommens und des hohen Güterverkehrsanteils werden keine Überschreitungen der Grenzwerte der 22. BImSchV im Untersuchungsgebiet ermittelt. Als Ursache hierfür sind folgende Gründe zu nennen:

- Hohe Windgeschwindigkeiten und somit gute Austauschbedingungen bei relativ ungestörter Anströmung des Untersuchungsraumes aus den Hauptwindrichtungen über die sich südwestlich anschließenden Freiflächen (vgl. Abb. 6 und Abb. 7 im Anhang),
- der relativ große Abstand der bestehenden und geplanten Bebauung zum Fahrbahnrand der Straßen,
- keine geschlossene Randbebauung mit Straßenschluchtcharakter.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Rande eines sich südwestlich anschließenden stadtklimatisch besonders wichtigen Freiraumes. Dieser wirkt sich bei den häufig auftretenden südwestlichen und süd-südöstlichen Winden (siehe Abb. 4) auch in den sich nördlich anschließenden Stadtbereichen aus und weist somit eine positive bioklimatische und lufthygienische Ausgleichsfunktion auf [vgl. [1] und [2]].

Folgende Planungsempfehlungen lassen sich somit für die Straßenplanung und die geplante Bebauung nördlich der Plockstraße ableiten:

- Auflockerung der geplanten Bebauung in mehrere getrennte Gebäudekörper,
- Die Gebäude sollten möglichst in Nord-Südrichtung ausgerichtet sein sollten, um den Frischlufttransport aus dem Freiraum möglichst wenig zu stören und die lufthygienischen Verhältnisse im nahen Umfeld der Plockstraße zu verbessern.
- Vermeidung der Aufheizung der Frischluft über den versiegelten Flächen der Plockstraße durch hochstämmige großkronige Bäume am Straßenrand, um auch im Sommer bei hochstehender Sonne eine weitestgehende Verschattung der Straßenoberfläche zu erzielen,
- Verringerung negativer Auswirkungen der Flächenversiegelung im Bereich der geplanten Bebauung (wasserdurchlässige Pflasterung im Bereich von Stellplatzflächen, Optimierung des Grünflächenanteils, Fassaden- und Dachbegrünung),
- Verringerung der Aufheizung der Luft an der Außenhaut der neuen Bebauung durch Fassaden- und Dachbegrünung,
- ganzjährige Begrünung der Schallschutzwände zur Filterung von Feinstäuben möglichst ergänzt durch straßenseitige heckenartige Bepflanzung.

8 Zusammenfassung

Die schnelle Entwicklung des Düsseldorfer Medienhafens und die hiermit einhergehende Zunahme des Verkehrsaufkommens auf der Plockstraße erfordert deren 4-streifigen Ausbau einschließlich des Umbaus der Knotenpunkte Völklinger Straße/Plockstraße und Völklinger Straße/Fährstraße. Hierbei werden die Linksabbieger von der Völklinger Straße in die Plockstraße kreuzungsfrei über eine neue Brücke geführt (vgl. Abb. 1).

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Rande eines sich südwestlich anschließenden stadtklimatisch besonders wichtigen Freiraumes, der das Bioklima und die Lufthygiene im Bereich der sich nördlich anschließenden Stadtbereichen positiv beeinflusst.

Das Ingenieurbüro simuPLAN wurde beauftragt, die lufthygienische Belastungssituation an der umliegenden Bebauung für den Zeitpunkt nach Fertigstellung der Baumaßnahme zu prognostizieren und anhand der Grenzwerte der 22. BImSchV zu bewerten.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsrechenmodell MISKAM für die relevanten Luftschadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM₁₀) durchgeführt.

Bei den Immissionsberechnungen wurde neben der Bestandsbebauung auch die Bebauung berücksichtigt, die nördlich der Plockstraße im Bereich der jetzigen Kleingartenanlagen realisiert werden soll (siehe Abb. 2 und Abb. 3).

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen zeigen, dass trotz des sehr hohen Verkehrsaufkommens und des hohen Güterverkehrsanteils keine Überschreitungen der Grenzwerte der 22. BImSchV im Untersuchungsgebiet zu erwarten sind.

Als Ursache hierfür sind folgende Gründe zu nennen:

- häufig gute Belüftungsverhältnisse aufgrund der meist relativ freien Anströmung des Untersuchungsraumes (vgl. Abb. 4) aus der Richtung der sich südwestlich anschließenden Freiflächen (vgl. Abb. 6 und Abb. 7 im Anhang),
- der relativ große Abstand der geplanten und der bestehenden Bebauung zum Fahrbahnrand sowie die aufgelockerte Struktur der vorwiegend nord-südlich ausgerichteten Bestandsbebauung.

Unter Berücksichtigung der besonderen stadtklimatischen Lage des Plangebietes sollten unseres Erachtens die folgenden Aspekte bei der Realisierung des Straßenausbaus und der Bebauung nördlich der Plockstraße berücksichtigt werden:

- Die geplante Bebauung sollte in mehrere Gebäudekörper gegliedert werden.
- Die einzelnen Gebäude sollten möglichst in Nord-Südrichtung ausgerichtet sein, um den Frischlufttransport möglichst wenig zu stören und die lufthygienischen Verhältnisse im nahen Umfeld der Plockstraße zu verbessern.
- Eine Aufheizung der Frischluft über den versiegelten Flächen der Plockstraße kann durch Baumreihen am Straßenrand der Plockstraße weitestgehend vermieden werden, wenn diese aus hochstämmigen großkronigen Bäumen bestehen, die auch im Sommer bei hochstehender Sonne eine weitestgehende Verschattung der Straßenoberfläche bewirken.
- Negative bioklimatische Auswirkungen der Flächenversiegelung im Bereich der geplanten Bebauung sind zu minimieren beispielsweise durch wasserdurchlässige Pflasterung, Optimierung des Grünflächenanteils, Fassaden- und Dachbegrünung.
- Die Schallschutzwände sollten zur Filterung von Feinstäuben ganzjährig begrünt werden. Verstärkt wird der entsprechende lufthygienisch positive Effekt durch eine straßenseitige heckenartige Bepflanzung.

Literatur

- [1] Klimaanalyse der Landeshauptstadt Düsseldorf, Projektleitung: Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen, im Auftrag des Umweltamtes der Landeshauptstadt Düsseldorf, 1995.
- [2] Planungshandbuch Stadtklima zur Klimaanalyse der Landeshauptstadt Düsseldorf, BKR - Büro für Kommunal- und Regionalplanung, im Auftrag des Kommunalverband Ruhrgebiet, 1995.
- [3] Richtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität, vom 27. September 1996.
- [4] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, 29.6.1999.
- [5] Richtlinie 2000/30/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 13.12.2000.
- [6] 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV –) vom 11.09.2002, BGBl. I, S. 3626.
- [7] VDI 3782, Blatt 7 – Kfz-Emissionsbestimmung, Kommission Reinhaltung der Luft: November 2003.
- [8] INFRAS (2004): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1, im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- [9] Düring, I., Lohmeyer, A.: Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen, Kommission Reinhaltung der Luft - Schriftenreihe 33, 2004.
- [10] Jahresberichte des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen, Internet: <http://www.lua.nrw.de>
- [11] Bezirksregierung Düsseldorf: Luftreinhalteplan Düsseldorf – Südliche Innenstadt, 2004.
- [12] Bezirksregierung Arnsberg: Luftreinhalteplan für den Bereich Hagen Innenstadt, 2004.
- [13] Bezirksregierung Düsseldorf: Luftreinhalteplan für den Bereich Duisburg -Nord, 2004.
- [14] Eichhorn, J. (1989): Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells, Dissertationsarbeit zur Erlangung des Grades „Doktor der Naturwissenschaften“ am Fachbereich Physik der Johannes Gutenberg - Universität Mainz.
- [15] Diegmann, V.: IMMIS Luft - Handbuch zur Version 3.1, Juni 2004.

Ausbau der Plockstraße in Düsseldorf-Unterbilk

Luftschadstoffimmissionen

Ingenieurbüro simuPLAN, Anhang zum Bericht vom 07.07.05



Anhang

Pläne und Grafiken zum Bericht

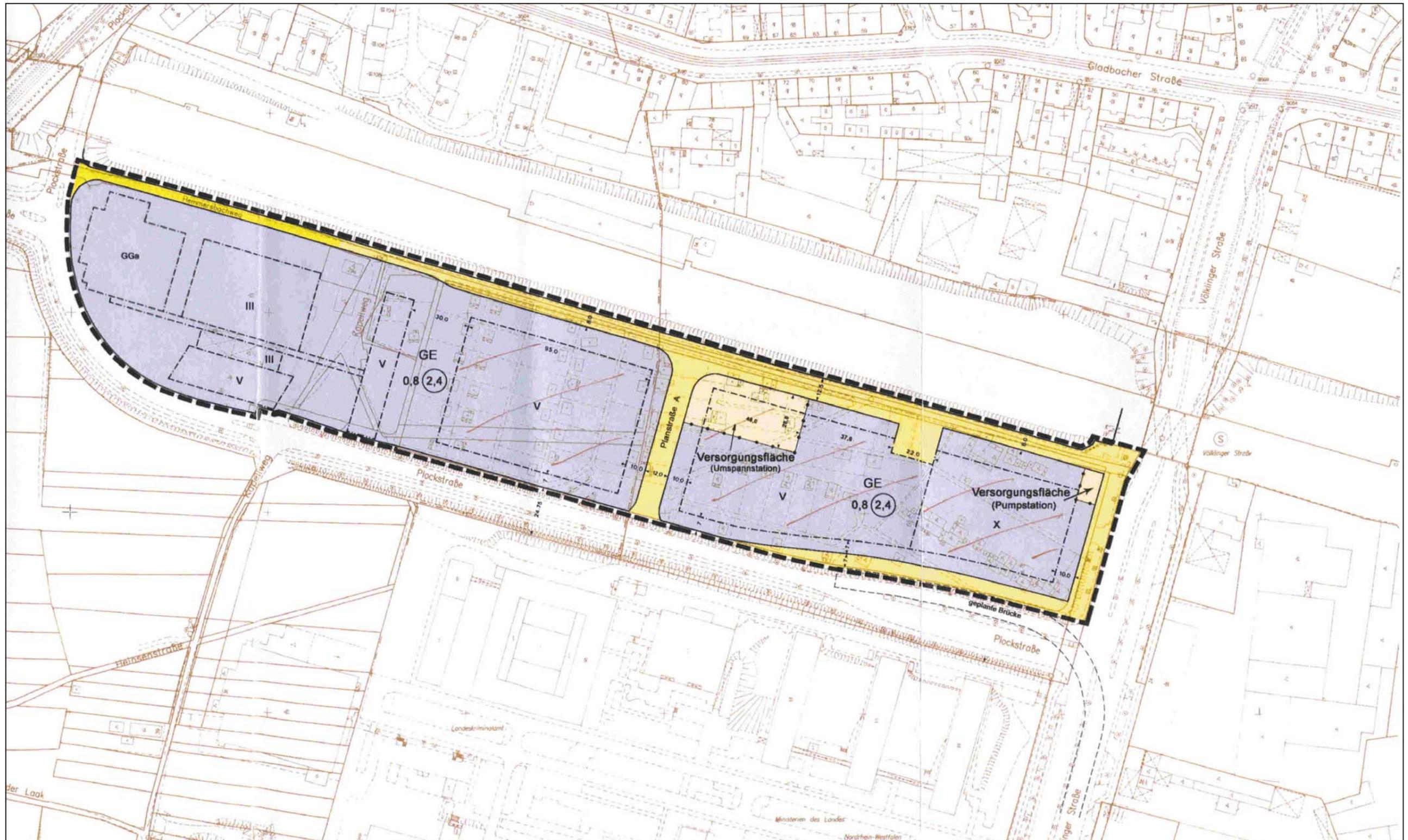


Abb. 2: Ausbau der Plockstraße mit neuer Anbindung an die Völklinger Straße



Abb. 3: Luftbild vom Untersuchungsgebiet

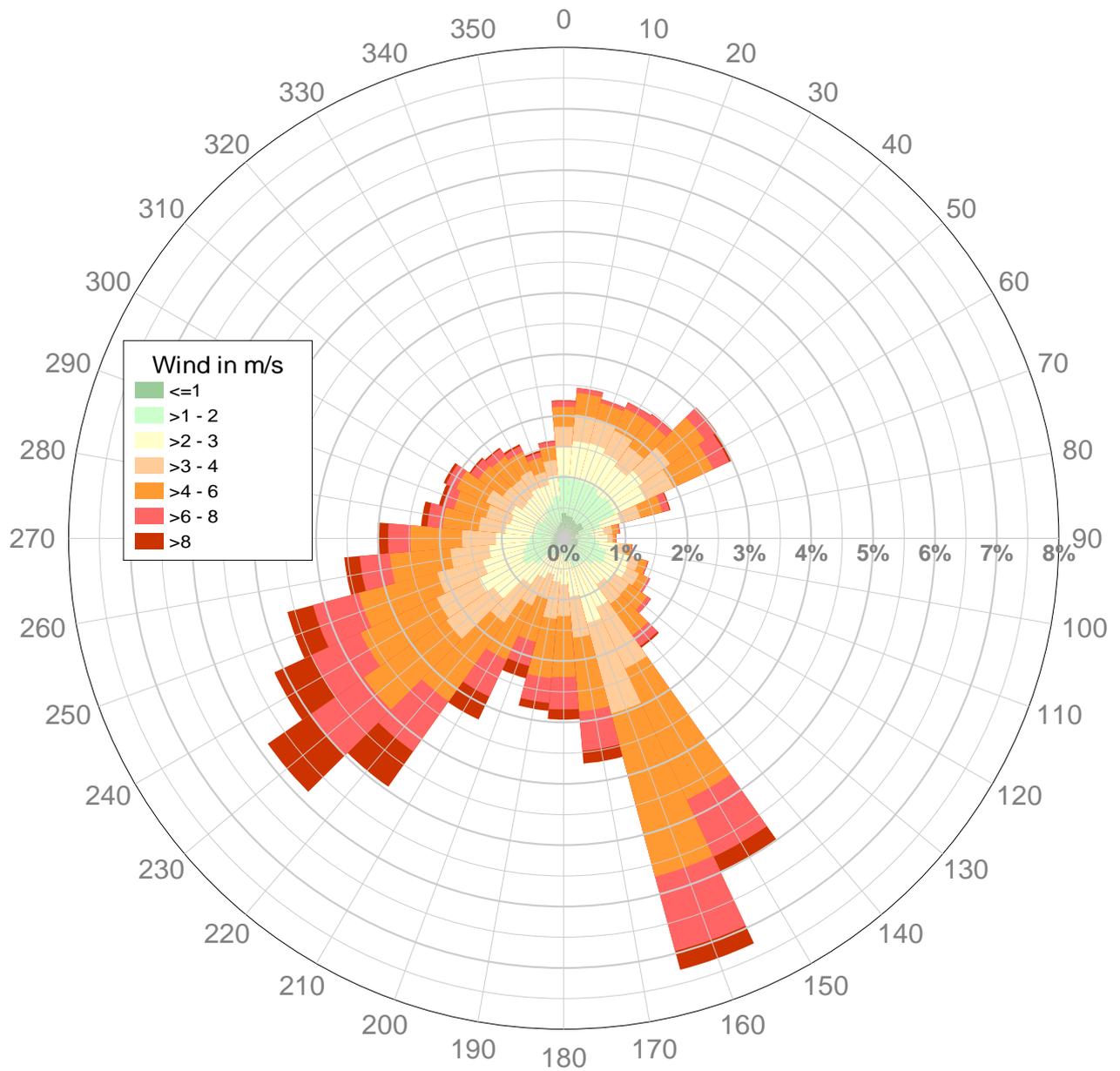


Abb. 4: Windrichtungsverteilung für die Station Düsseldorf-Flughafen des DWD
Messzeitraum 1.1.1984 bis 31.12.2003

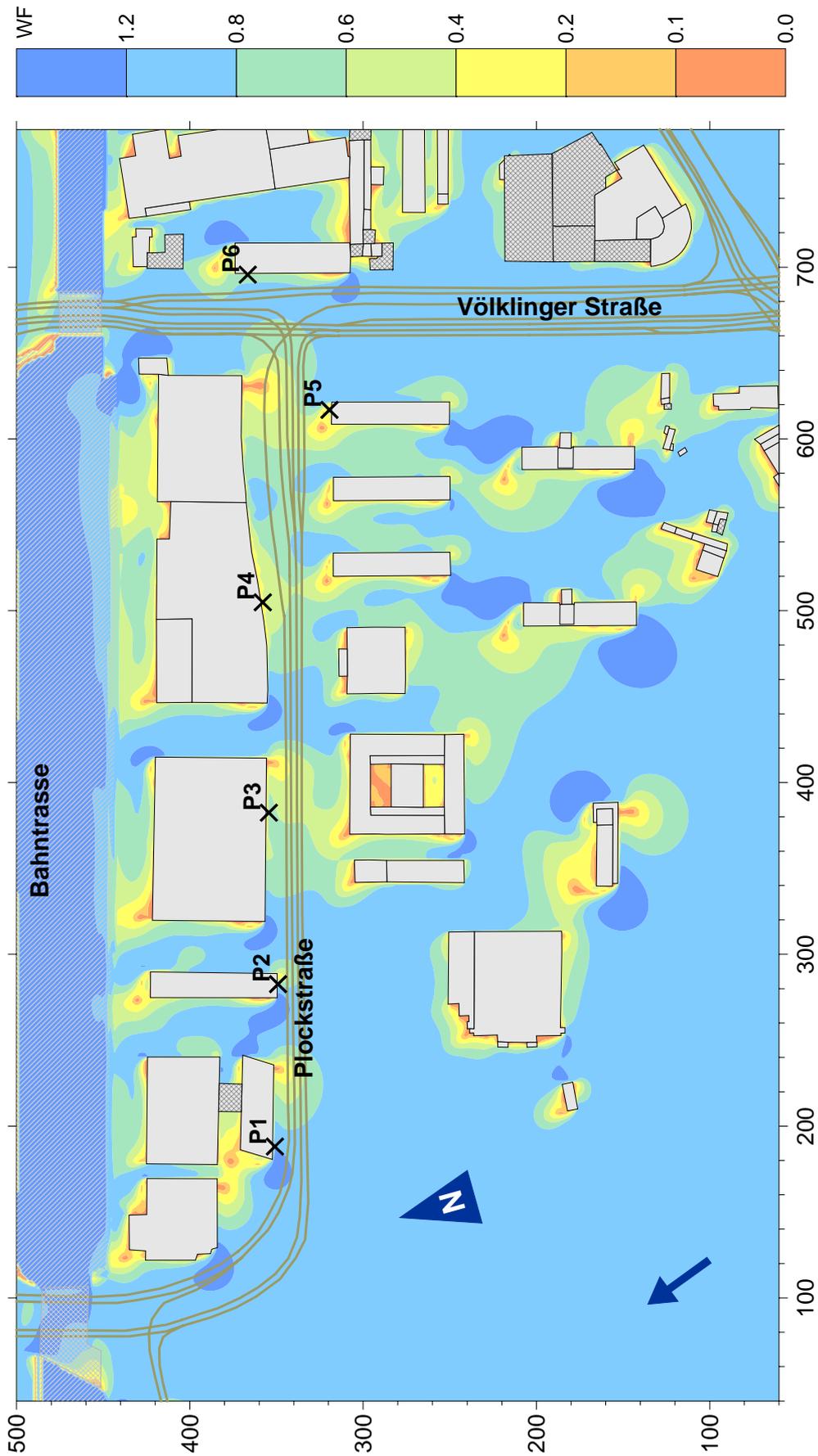


Abb. 5: Bodennahe Windgeschwindigkeiten bei einer Anströmung aus Süd-Südost

Der Windfaktor WF gibt das Verhältnis der lokalen Geschwindigkeit zur Freilandgeschwindigkeit an.
Der Pfeil kennzeichnet die Richtung der übergeordneten Strömung.

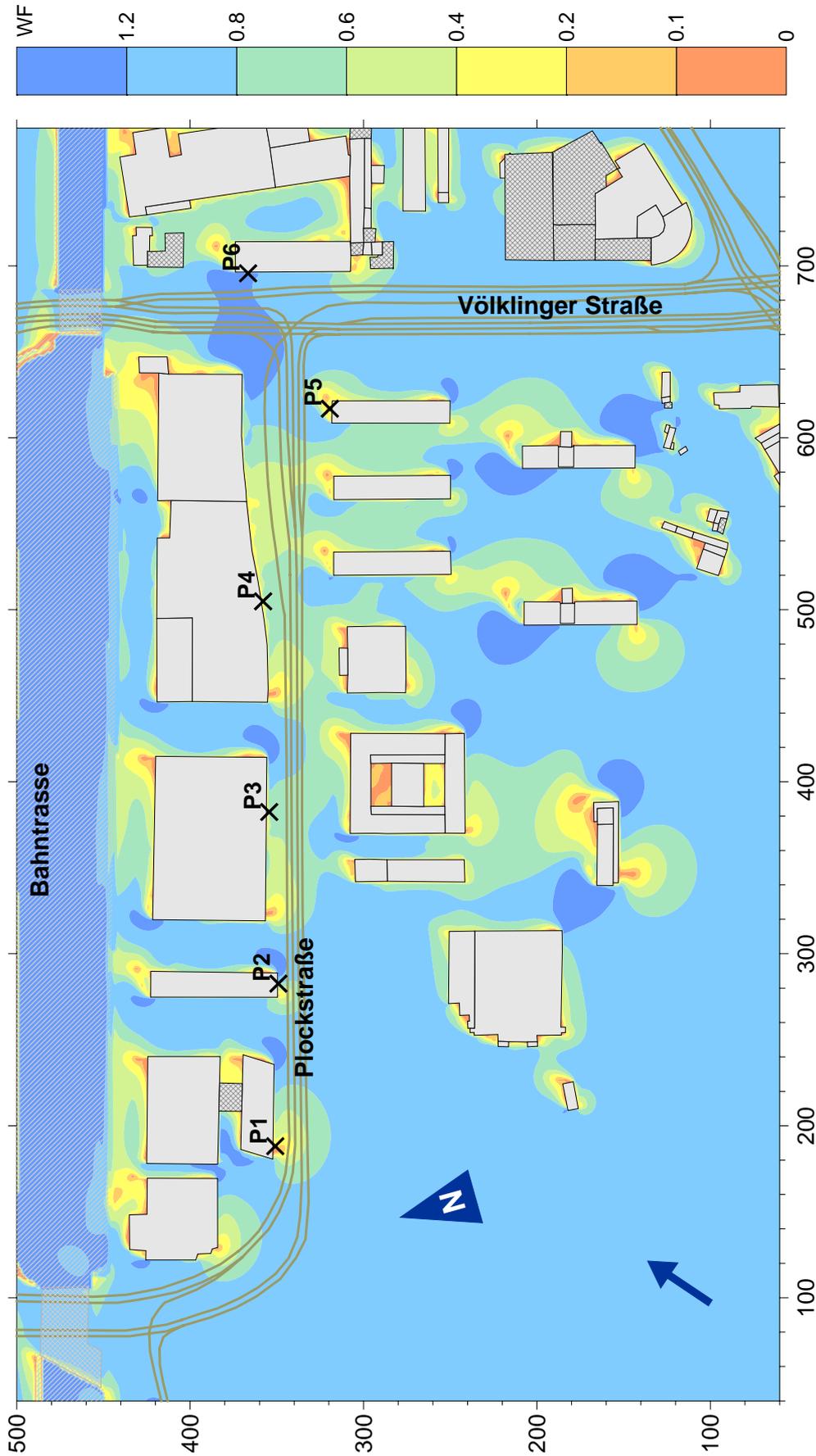


Abb. 6: Bodennahe Windgeschwindigkeiten bei einer Anströmung aus Südwest

Der Windfaktor WF gibt das Verhältnis der lokalen Geschwindigkeit zur Freilandgeschwindigkeit an.

Der Pfeil kennzeichnet die Richtung der übergeordneten Strömung.

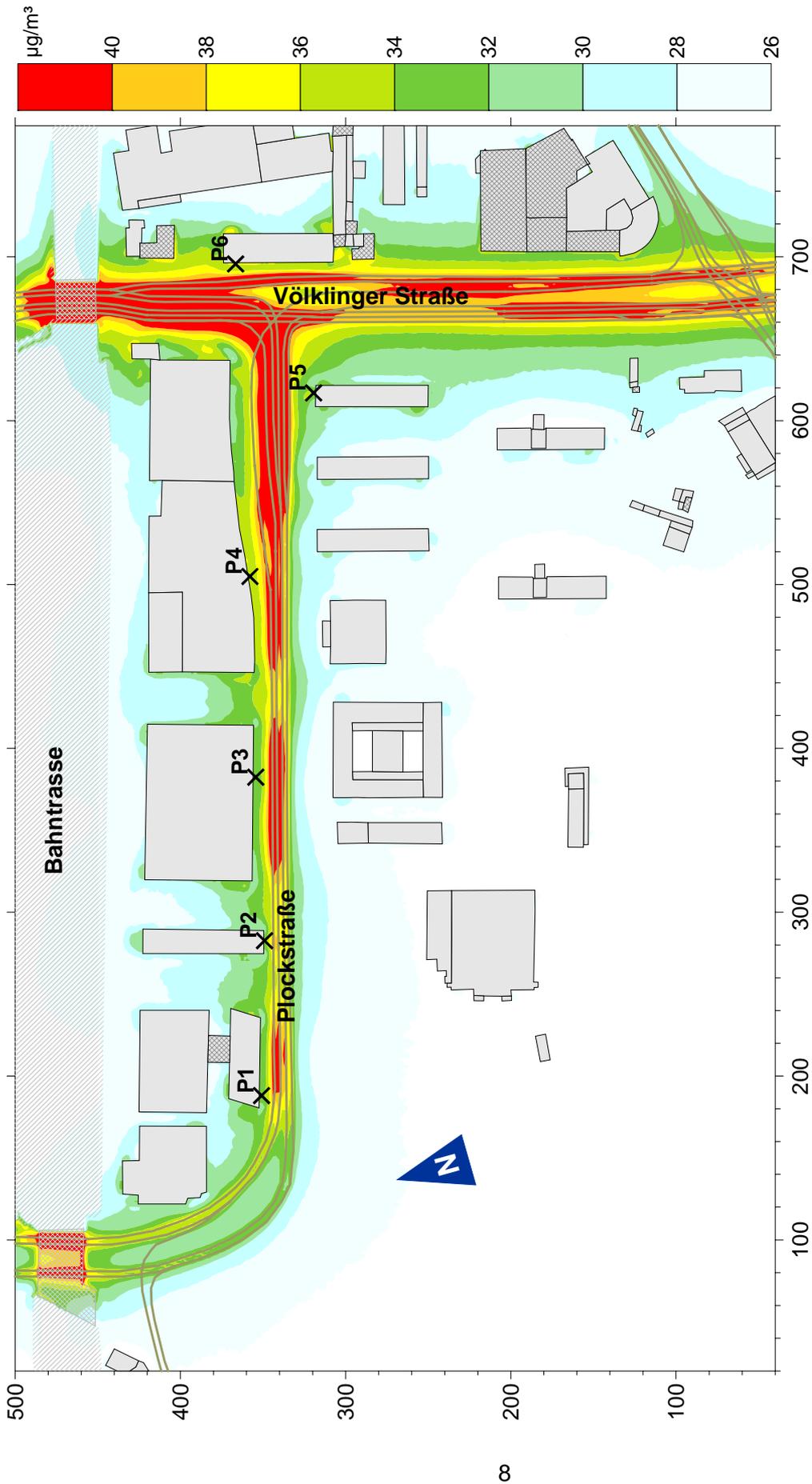


Abb. 7: Jahresmittelwerte der NO₂-Immissionen in µg/m³

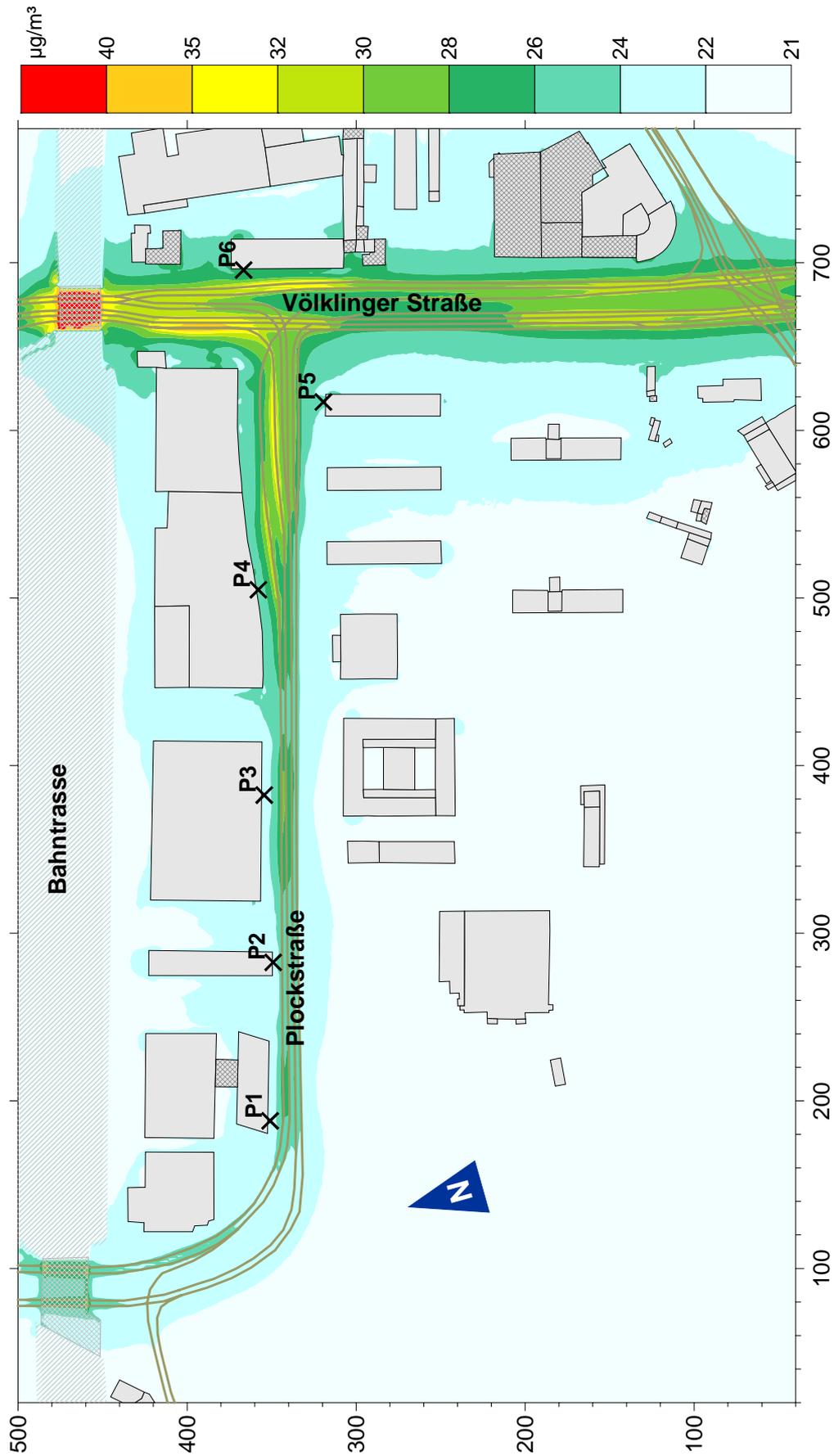


Abb. 8: Jahresmittelwerte der PM_{10} -Immissionen in $\mu g/m^3$

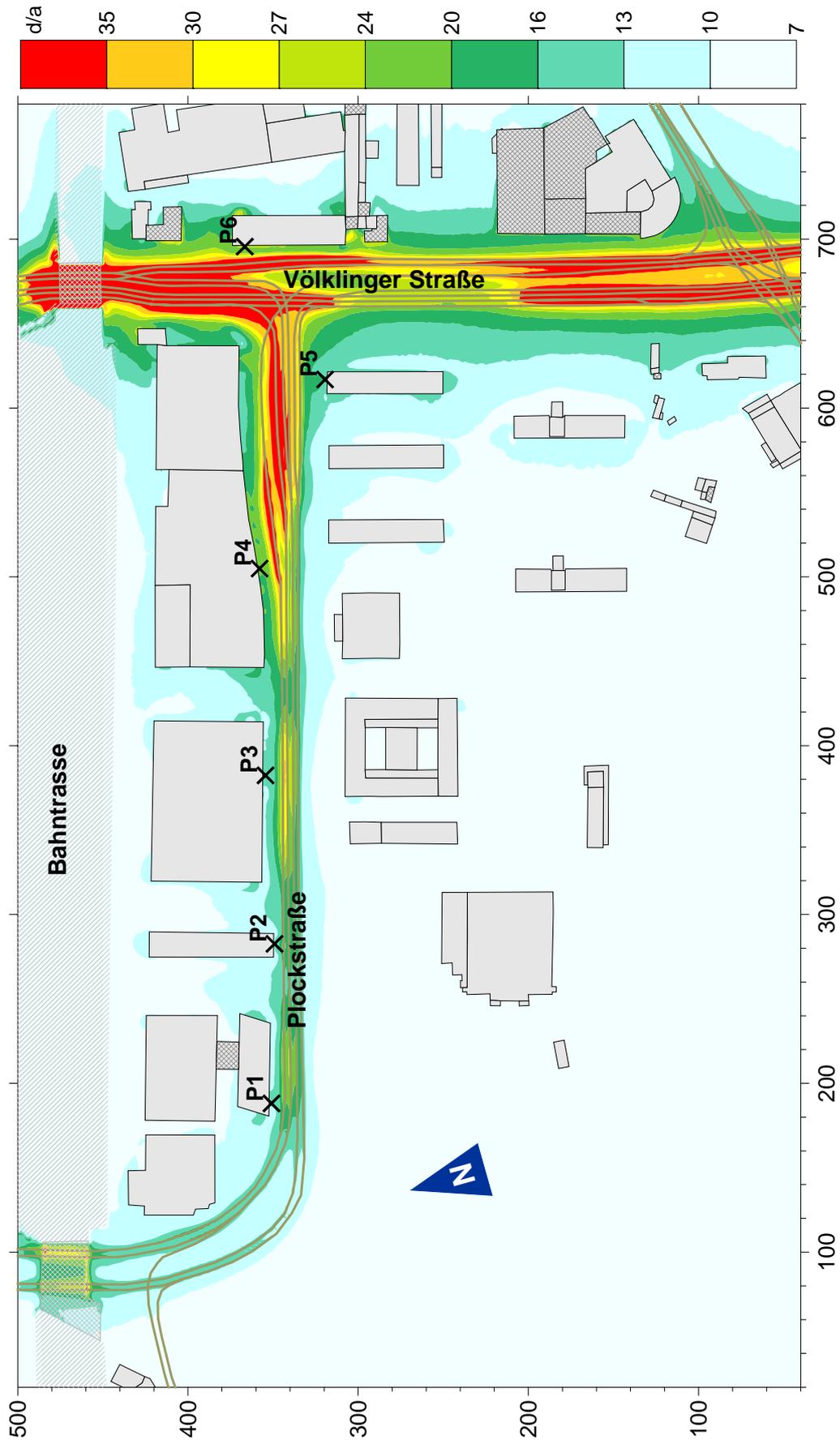


Abb. 9: Tagesmittelwerte der PM₁₀-Immissionen in µg/m³