

Bebauungsplan Nr.7/17 „Rüttenscheider Brücke“ in Essen

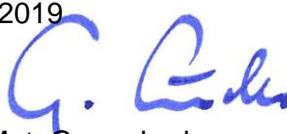
Lokalklimatisches Fachgutachten

Auftraggeber: HOPF Immobilienentwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG
Rüttenscheider Straße 199
45131 Essen

Auftrags-Nr.: 2056-M

Datum: 12.12.2019

Bearbeiter:


Dipl.-Met. Georg Ludes


M.Sc. Geogr. Jessica Lehmkuhler

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
1 Planungsvorhaben.....	4
2 Klima im Untersuchungsraum.....	6
3 Themenkomplex Windkomfort	8
3.1 Grundlagen	8
3.1.1 Beaufort-Skala	8
3.1.2 Windgeschwindigkeitsfaktor als Bewertungskenngröße	9
3.1.3 Wetterdaten.....	10
3.1.4 Kenngrößen zum Windkomfort.....	11
3.2 Durchführung der Windfeldberechnungen	13
3.3 Ergebnisse der Windfeldberechnungen.....	13
4 Themenkomplex Kleinklima	16
4.1 Kaltluftentstehung, Kaltluftabfluss.....	16
4.2 Kaltluftsimulationsrechnungen.....	17
4.2.1 Rechenmodell	17
4.2.2 Eingangsdaten	18
4.3 Ergebnisse der Kaltluftsimulationsrechnungen	21
4.3.1 Kaltlufthöhe	21
4.3.2 Bodennahe Strömungsgeschwindigkeit.....	21
4.3.3 Volumenstromdichte.....	22
5 Fazit	23
6 Planungsempfehlungen	24
7 Zusammenfassung	25
Literatur.....	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Beaufort-Skala und Windgeschwindigkeit nach [1].....	8
Tabelle 3.2:	Klassifizierung menschlicher Aktivitäten und diesen zugeordneten Außenflächen in Bezug auf die Windempfindlichkeit	12
Tabelle 3.3:	Kenndaten des bei den Simulationen verwendeten Rechengitters	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Lageplan	4
Abbildung 1.2:	Lage des Bebauungsplangebiets	5
Abbildung 2.1:	Klimatopkarte für das Untersuchungsgebiet [LANUV 2018]	6
Abbildung 2.2:	Klimaanalysekarte nachts mit Kaltluftströmen [LANUV WEB]	7
Abbildung 3.1:	Zeitverlauf der Böengeschwindigkeiten (2s-Mittelwerte) an einem Hochhaus.....	9
Abbildung 3.2:	Windrichtungsverteilung für die Station am Wetteramt Essen	10
Abbildung 4.1:	Topographie und Abgrenzung des Rechengebiets.....	18
Abbildung 4.2:	Landnutzung für das Untersuchungsgebiet	19
Abbildung 4.3:	Landnutzung im Plangebiet für den Istfall.....	20
Abbildung 4.4:	Landnutzung im Plangebiet für den Planfall	20

1 Planungsvorhaben

Derzeit wird das Planverfahren zur Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 7/17 „Rüttenscheider Brücke“ in Essen-Rüttenscheid durchgeführt. Bei der Fläche handelt es sich um einen Teil des ehemaligen Geländes des Güterbahnhofs Rüttenscheid. Dieser liegt in einem Einschnitt zwischen dem sog. Girardethaus im Norden und der Wittekindstraße im Süden.

Nach Aufgabe der Bahnnutzung wird das gesamte Gelände als Parkplatz für die Messe Essen genutzt. Im Planbereich verläuft die Erschließungsstraße für die Parkplätze sowie ein Geh- und Radweg. Daneben befinden sich dort baumbestandene Stellplätze und eine dicht bewachsene Böschung zur Wittekindstraße.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Planung ist es vorgesehen, diesen Einschnitt zu überbauen. Oberhalb einer gemeinsamen Tiefgarage sollen 4 Gebäudekörper mit bis zu 7 Geschosse für Wohnungen / Gewerbe / Dienstleistungen entstehen (vgl. Abbildung 1.1). Im Bereich der Rüttenscheider Brücke soll ein neuer Platz entstehen, der auch die Eingangshöhe der Gebäude bildet. In der tieferliegenden Ebene – auf Höhe des ehemaligen Güterbahnhofs – verläuft die an den Nordrand verlegte Zufahrtsstraße für die verbleibenden Parkplätze der Messe Essen sowie ein 5 Meter breiter regionaler Radweg.

Zur Umsetzung des Vorhabens ist es erforderlich, sämtlichen Baumbestand im Plangebiet (im Böschungsbereich und als Überstellung der vorhandenen Parkplätze) zu fällen.



Abbildung 1.1: Lageplan

Als Grundlage einer sachgerechten Abwägung im Bebauungsplanverfahren soll ein lokalklimatischen Fachgutachten erstellt werden, um mögliche lokalklimatische Auswirkungen des Vorhabens zu bestimmen und zu bewerten.

Aufgrund der Lage und der Ausrichtung der geplanten Gebäude werden hierbei insbesondere die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Kaltluft-/Frischluftezufuhr und den Windkomfort untersucht.

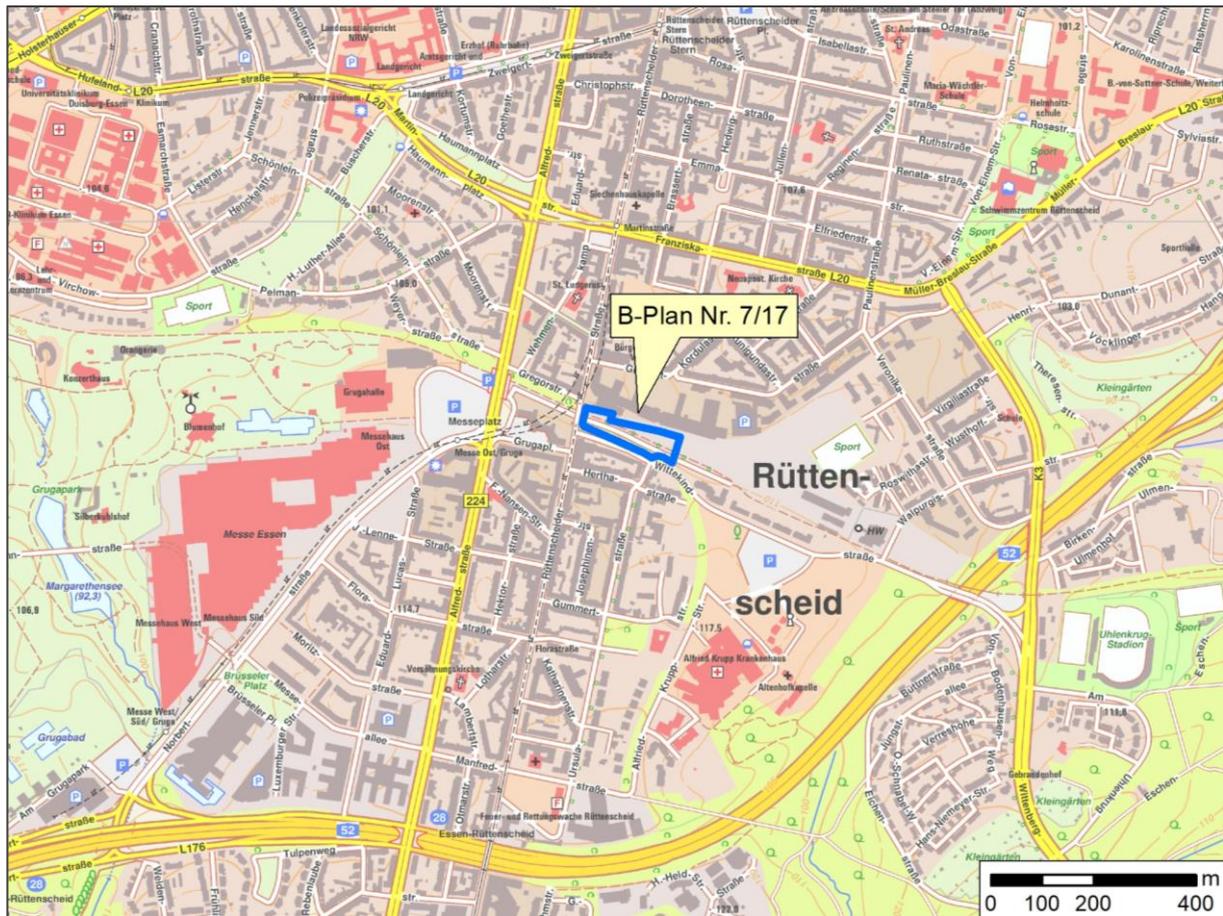


Abbildung 1.2: Lage des Bebauungsplangebiets

2 Klima im Untersuchungsraum

Die lokalen klimatischen Eigenheiten des Standortklimas lassen sich auf der Grundlage einer „Synthetischen Klimafunktionskarte“ des LANUV [LANUV WEB] charakterisieren (siehe Abbildung 2.1).

Die Karte stellt die räumliche kleinklimatische Gliederung in so genannte Klimatope dar. Die Ausbildung von Klimatopen ergibt sich aus den unterschiedlichen klimatisch-energetischen Eigenschaften von Freiflächen, Waldgebieten, Wasserflächen und Bebauungsstrukturen.

Aus der Abbildung 2.1 lässt sich ableiten, dass das Untersuchungsgebiet in heterogene Klimatopptypen gegliedert ist. Nördlich und südlich der Planung sind vor allem Vorstadt-, Stadt- und Innenstadtklimatope aufgrund der engen Blockrandbebauung, dem hohen Versiegelungsgrad sowie der fehlenden Vegetation vorzufinden. Die Eigenschaften von Stadtklimatopen deuten auf schlechte Durchlüftungsverhältnisse, verringerte Frischluftzufuhr sowie zunehmender Hitzebelastung hin. Im Bereich des Messeparkplatzes östlich des Plangebiets, welches dem Klimatop „Gewerbe- und Industrieklima (offen)“ zugewiesen wurde, können ebenfalls besonders hohe Temperaturen aufgrund fehlender Vegetation und fehlendem Schattenwurf auftreten. Windschwache Wetterlagen können einen Überwärmungseffekt verstärken. Westlich des Plangebiets befindet sich der Grugapark, dem das „Klima innerstädt. Grünflächen“ zugewiesen wurde. Urbane Grünflächen, innerstädtische Grünzüge und Parks haben im städtischen Bereich eine besondere Bedeutung, da von ihnen sowohl tagsüber durch Schattenwurf und Verdunstung als auch nachts durch Kaltluftbildung und Luftaustausch eine kühlende Wirkung ausgeht und von dort aus in benachbarte Bereiche vordringen kann.

Das LANUV stellt zudem eine Klimaanalysekarte zur Nachtsituation (4 Uhr) für NRW im Fachinformationssystem Klimaanpassung zur Verfügung. Die nächtliche Klimaanalysekarte beschreibt die thermischen Verhältnisse und das klimaökologische Prozessgeschehen einer Region für die nächtliche Situation. Die Berechnung meteorologischer Parameter zur Klassifizierung und Abgrenzung von Wirk- und Ausgleichsströmen erfolgte mit Hilfe des mesoskaligen Klimamodells FITNAH für einen windschwachen Strahlungstag.

Aus dem ausgewählten Ausschnitt der Klimaanalysekarte (vgl. Abbildung 2.2) kann man entnehmen, dass im direkten Umfeld der Planung die Bereiche mit mäßig bis starker nächtlichen Überwärmung dominieren. Kaltluftbildung findet nur in den vegetationsreichen Bereichen, wie dem Grugapark, statt und kann von hier in die benachbarten Bereiche vordringen. Größere Kaltluftvolumenströme von 300 bis 1500 m³/s sind in der Abbildung als Pfeile dargestellt. Ein entsprechender Kaltluftvolumenstrom verläuft westlich des Untersuchungsgebiets entlang des Grugaparks mit Fließrichtung Nord. Ein weiteres Kaltluftsystem verläuft östlich des Plangebiets in Richtung Norden und kommt im Bereich des Messeparkplatzes zum Erliegen.

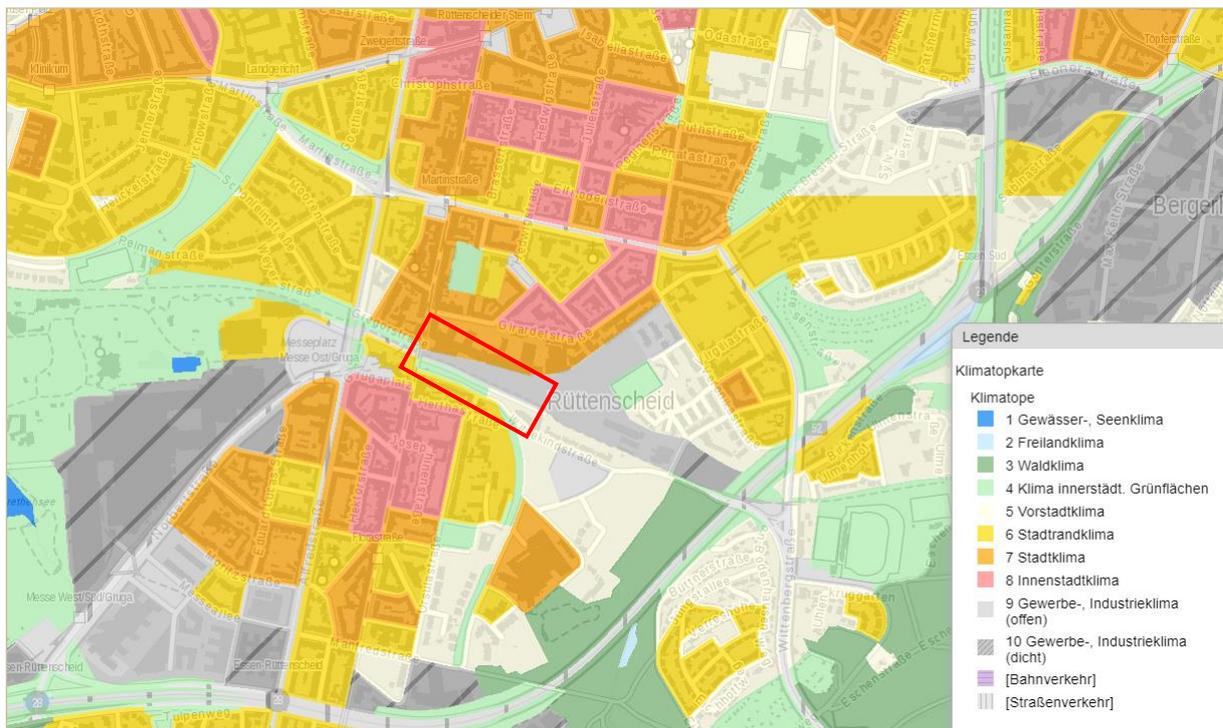


Abbildung 2.1: Klimatopkarte für das Untersuchungsgebiet [LANUV WEB]

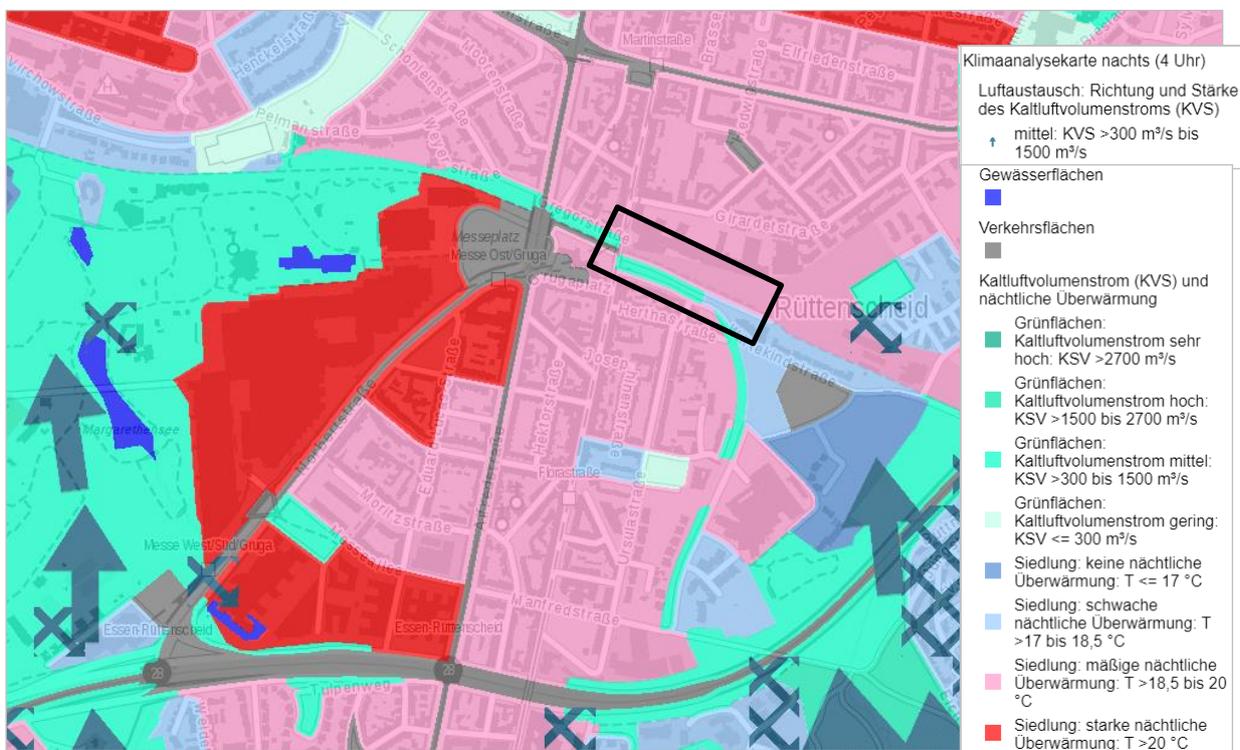


Abbildung 2.2: Klimaanalysekarte nachts mit Kaltluftströmen [LANUV WEB]

3 Themenkomplex Windkomfort

3.1 Grundlagen

3.1.1 Beaufort-Skala

Die Windgeschwindigkeit wird häufig auf der Grundlage der Beaufortskala angegeben. Die Beaufort-Skala teilt die Windgeschwindigkeit nach den unterschiedlichen Auswirkungen des Windes in Klassen ein (vgl. Tabelle 3.1). Anwendung findet die Beaufort-Skala beispielsweise bei der Regelung von Sturmschäden durch Versicherungen. Nach deren Kriterien besteht prinzipiell ein Anspruch auf Entschädigung erst ab Windstärke Beaufort 8 („Stürmischer Wind“).

Tabelle 3.1: Beaufort-Skala und Windgeschwindigkeit nach [1]

Beaufort-Grad	Bezeichnung	Auswirkungen des Windes	Geschwindigkeit	
			m/s	in km/h
0	Windstille	Rauch steigt gerade empor.	0,0 - 0,3	0 - 1
1	Leiser Zug	Windrichtung angezeigt nur durch Zug des Rauches, aber nicht durch Windfahne.	0,3 - 1,6	1 - 6
2	Leichter Wind	Wind am Gesicht fühlbar, Blätter säuseln, Windfahne bewegt sich.	1,6 - 3,4	6 - 12
3	Schwacher Wind	Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wind streckt einen Wimpel.	3,4 - 5,5	12 - 20
4	Mäßiger Wind	Wind hebt Staub, lockeren Schnee und loses Papier, bewegt Zweige und dünnere Äste.	5,5 - 8,0	20 - 29
5	Frischer Wind	Kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumköpfe bilden sich auf Seen.	8,0 - 10,8	29 - 39
6	Starker Wind	Starke Äste in Bewegung, Pfeifen in Telegraphenleitungen, Regenschirme schwierig zu benutzen.	10,8 - 13,9	39 - 50
7	Steifer Wind	Ganze Bäume in Bewegung, fühlbare Hemmung beim Gehen gegen den Wind.	13,9 - 17,2	50 - 62
8	Stürmischer Wind	Bricht Zweige von den Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien.	17,2 - 20,8	62 - 75
9	Sturm	Kleinere Schäden an Häusern (Rauchhauben und Dachziegel werden abgeworfen).	20,8 - 24,5	75 - 88
10	Schwerer Sturm	Entwurzelte Bäume, bedeutende Schäden an Häusern.	24,5 - 28,5	88 - 103
11	Orkanartiger Sturm	Verbreitete Sturmschäden (sehr selten im Binnenland).	28,5 - 32,6	103 - 117
12	Orkan	Schwerste Verwüstungen.	> 32,6	> 117

3.1.2 Windgeschwindigkeitsfaktor als Bewertungskenngröße

Der Windfaktor stellt ein relativ einfaches Maß zur Darstellung der Durchlüftungssituation und zur Abschätzung des Gefährdungsrisikos durch den Wind beim Aufenthalt im Freien dar. Er ist definiert als das Verhältnis der lokalen Windgeschwindigkeit zur ungestörten Windgeschwindigkeit in derselben Bezugshöhe. Die Bezugshöhe liegt bei 1,5 m über Grund.

Im städtischen Umfeld bewirkt die Verdrängungswirkung größerer Gebäude starke lokale Veränderungen der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung. Die Windgeschwindigkeiten sind hier aufgrund der gegenüber dem Freiland erhöhten Rauigkeit in der Regel niedriger. Besonders windschwache Bereiche befinden sich in den Luv- und den Leezonen quer angeströmter Gebäude und im Bereich von Innenhöfen.

Im Umfeld luvseitiger Gebäudeecken und in Durchgängen können lokal eng begrenzt höhere Geschwindigkeiten als im Umland auftreten (Windfaktor > 1,0).

Bei stürmischem Wind sind insbesondere in der Umgebung von Hochhausgebäuden sehr starke Windböen möglich (vgl. Abbildung 3.1).

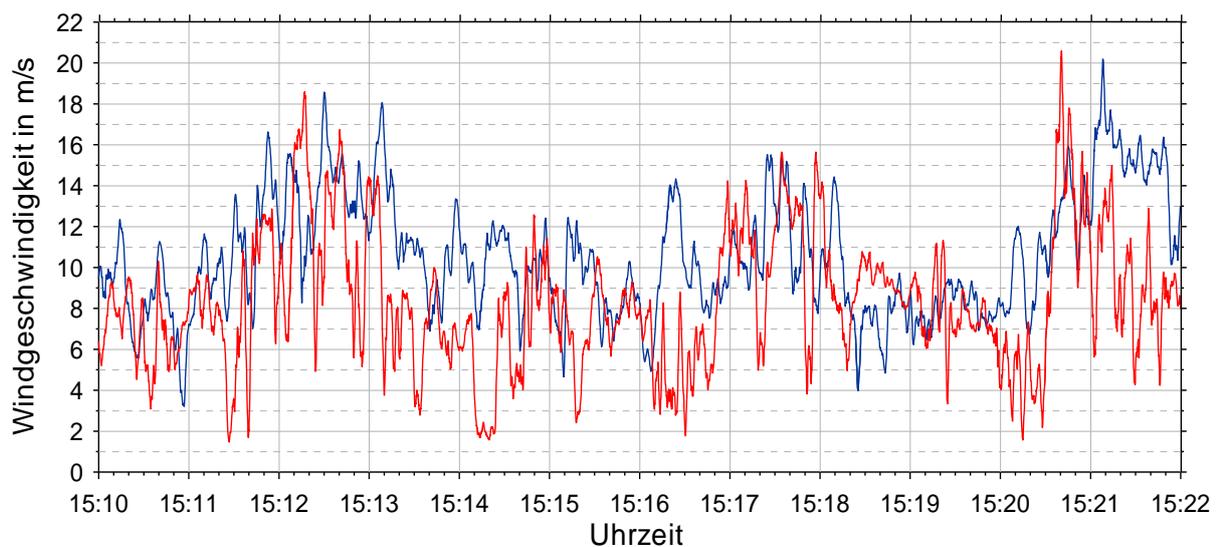


Abbildung 3.1: Zeitverlauf der Böengeschwindigkeiten (2s-Mittelwerte) an einem Hochhaus

blaue Linie – Überdachstation, rote Linie Bodenmessstation

3.1.3 Wetterdaten

Die Abbildung 3.2 stellt die Windrichtungsverteilung an der DWD-Station des Wetteramts Essen dar. Die Station befindet sich ca. 3,5 km südwestlich des Untersuchungsgebietes und gibt aufgrund ihrer räumlichen Nähe die übergeordneten Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet sehr gut wieder.

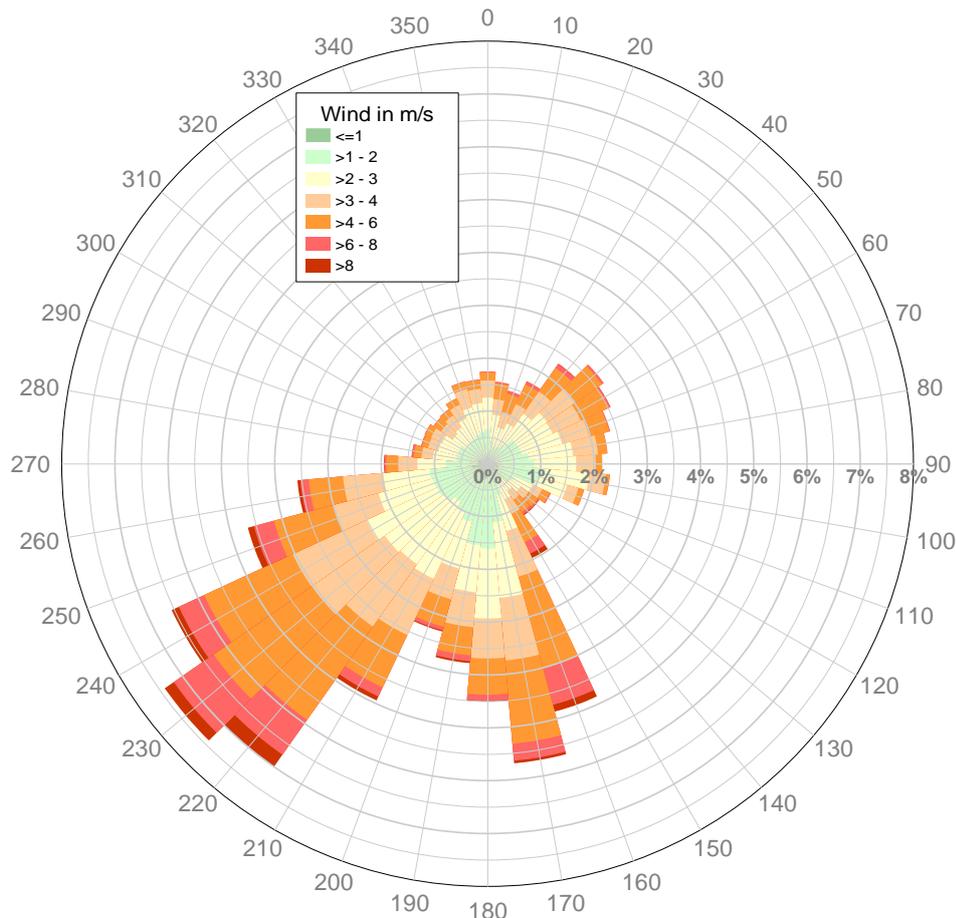


Abbildung 3.2: Windrichtungsverteilung für die Station am Wetteramt Essen

Messzeitraum: 1.1.2000 bis 31.12.2015
Jahresmittelwert: 3,0 m/s

Die Abbildung verdeutlicht, dass der Überdachwind im Untersuchungsgebiet bevorzugt aus südwestlichen, südlichen und nordöstlichen Richtungen weht. Daher sind diese Windrichtungen für die Beurteilung der lokalen Windverhältnisse und ihrer Veränderung durch das für den Planzustand zugrunde gelegte Bebauungskonzept von besonderer Bedeutung. Hohe Windgeschwindigkeiten sind meistens mit südwestlichen Windrichtungen verbunden, so dass diese Windrichtung für Aspekte des Windkomforts besonders relevant ist. Extrem hohe Windgeschwindigkeiten mit Stundenmittelwerten von mehr als 14 m/s bzw. 50 km/h sind nur bei Winden aus südlicher bis westlicher Richtung zu erwarten.

3.1.4 Kenngrößen zum Windkomfort

Bei Untersuchungen zum Windkomfort ist neben dem Mittelwert der lokalen Windgeschwindigkeit auch die Böigkeit des Windes zu berücksichtigen. In der nahen Umgebung von freistehenden Hochhäusern können bei bestimmten Anströmrichtungen die Windböen in Bodennähe kurzzeitig die Werte des Überdachniveaus erreichen, obwohl das mittlere Windgeschwindigkeitsniveau reduziert ist (vgl. Abbildung 3.1). Aus diesem Grund erfolgt bei Windkomfortstudien die Bewertung der lokalen Windverhältnisse anhand der Böengeschwindigkeiten.

In Abhängigkeit der Nutzung können nach Gandemer [GRANDEMÉR 1978] windbedingte Komforteinschränkungen bereits bei Böengeschwindigkeiten von mehr als 6 m/s auftreten. Eine potenzielle Gefährdung durch Windböen ist nach Hunt [HUNT 1976] bei Böengeschwindigkeiten von mehr als 20 m/s gegeben. Dies entspricht einer Windgeschwindigkeit von 72 km/h. Bei diesen Geschwindigkeiten behindern die Kräfte, die durch den Wind auf den menschlichen Körper ausgeübt werden, das Gehen und das Fahrradfahren sehr stark (vgl. [BOTTEMA 1992]). Neben dem allgemeinen Windwiderstand, der bei Gegenwind zu überwinden ist, bewirken die aufgrund der Böigkeit schnell wechselnden Windgeschwindigkeiten (vgl. Abbildung 3.1) Gleichgewichtsprobleme, die zu einer unsicheren, unregelmäßigen Schrittfolge führen. Hiervon sind insbesondere ältere Menschen betroffen. Beim plötzlichen Wechsel von einem windgeschützten in einen windexponierten Bereich – z. B. beim Umrunden großer Einzelgebäude oder langer Gebäudeblocks – besteht bei Windböen von mehr als 20 m/s die Gefahr, das Gleichgewicht zu verlieren und zu stürzen.

Für außenklimatische Größen (wie z. B. die Windgeschwindigkeit) existieren keine verbindlichen Grenz- oder Richtwerte wie bei Immissionen durch Luftschadstoffe oder Lärm, die bei der Realisierung von Planungsvorhaben einzuhalten sind.

Wir haben daher aus der Fachliteratur angemessene Bewertungsmaßstäbe entnommen, die auf der Basis von Windkanalstudien oder numerischen Windfeldsimulationen eine Beurteilung der Windverhältnisse im Plangebiet ermöglichen. Die Bewertung möglicher Komforteinschränkungen durch die lokalen Windverhältnisse erfolgt nach der Tabelle 3.2. Hierbei werden die menschlichen Aktivitäten in den betreffenden Bereichen berücksichtigt.

Tabelle 3.2: Klassifizierung menschlicher Aktivitäten und diesen zugeordneten Außenflächen in Bezug auf die Windempfindlichkeit

Klasse	Kurzbeschreibung	Erläuterung / Beispiele	Kriterium *	P _{max}
A	Langaufenthalt	Ausreichender Windschutz für alle Aktivitäten; auch Langzeitaufenthalt; Terrasse, Schwimmbad, Freilichtbühne	$U_E = U(1 + \sigma_u) > 6 \text{ m/s}$	2 %
B	Kurzaufenthalt	Ausreichender Windschutz für Kurzaufenthalt; Sitzen oder Schlendern; Plätze, Einkaufscenter, Bushaltestellen, Spielplätze	$U_E = U(1 + \sigma_u) > 6 \text{ m/s}$	10 %
C	Spazieren Gehen	Ausreichender Windschutz für Spaziergänge; z. B. Park, Fußwege, Eingangsbereiche	$U_E = U(1 + \sigma_u) > 6 \text{ m/s}$	15 %
D	Schnelles Gehen	Mindestwindschutz für Bereiche, in denen nur schnell gegangen wird; beispielsweise Parkplätze, Straßen, Bürgersteig, Fahrradweg	$U_E = U(1 + 3\sigma_u) > 20 \text{ m/s}$	0,1 %

- * U_E - Maßgebliche Windgeschwindigkeit
 U - Stundenmittelwert der Windgeschwindigkeit
 σ_u - Standardabweichung der Windgeschwindigkeitsfluktuationen in Windrichtung

In der Tabelle 3.2 sind für die Nutzungsklassen A, B und C auch die jeweils maximal zulässigen Überschreitungshäufigkeiten P_{\max} für das Sicherstellen eines ausreichenden Komforts aufgeführt.

Einschränkungen für die windunempfindlichste Nutzungsklasse ergeben sich aus dem Auftreten von maximalen Böengeschwindigkeiten von mehr als 20 m/s, bei der die Sicherheit von Passanten und Radfahrern gefährdet werden kann. Nach Bottema [BOTTEMA 1992] sollte diese kritische Windgeschwindigkeit lediglich an einigen Stunden im Jahr überschritten werden. Der für diese Klasse angegebene P_{\max} -Wert von 0,1 % entspricht ca. 9 h im Jahr.

3.2 Durchführung der Windfeldberechnungen

Die windklimatische Studie basiert auf dreidimensionalen numerischen Windfeldsimulationen mit dem mikroskaligen Strömungsmodell *MISKAM* [EICHHORN 1989]. *MISKAM* wurde durch umfangreiche 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 oder Topographie vorliegt, werden als undurchlässig gekennzeichnet. Die Gebäudegeometrie und die Topographie wurden aus den frei zugänglichen Geodaten des Landes NRW (<https://open.nrw>) entnommen und in das Rechenmodell integriert.

Das Rechenzellgitter des Untersuchungsgebietes wurde mit Hilfe eines von simuPLAN entwickelten Gittergenerierungsprogrammes auf der Basis der digitalisierten Gebäude erzeugt. Typische Kenndaten dieses Rechengitters sind in der Tabelle 3.3 zusammengefasst.

Tabelle 3.3: Kenndaten des bei den Simulationen verwendeten Rechengitters

Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gitterpunktanzahl
x-Richtung	y-Richtung	z-Richtung	
1,5m	1,5m	0,6m*	
600	427	28	7.173.600

* Variabel, mit der Höhe zunehmend

3.3 Ergebnisse der Windfeldberechnungen

Die Analyse der allgemeinen Durchlüftung und des Windkomforts erfolgte auf der Grundlage einer grafischen Analyse des **Windfaktors** für die Hauptwindrichtungen Nordost, Südwest und West (siehe Abbildungen A 1 bis A 3 im Anhang) und einer Bestimmung des Jahresmittelwertes der bodennahen Windgeschwindigkeiten (siehe Abbildung A 4 im Anhang).

Aus der grafischen Analyse lassen sich Rückschlüsse zum lokalen Windkomfort und zum kleinräumigen Luftaustausch ziehen.

Bereiche mit lokal hohen Windgeschwindigkeiten sind durch blaue Farbtöne gekennzeichnet. Hier herrschen bei einer entsprechenden Anströmrichtung vergleichbare Windgeschwindigkeiten wie im offenen Freiland. Bei starken bis stürmischen Winden besteht hier die Gefahr von starken Windböen. An warmen schwachwindigen Sommertagen wird ein Aufenthalt in diesen Bereichen hingegen aufgrund der sehr guten Ventilation als angenehm empfunden.

In den orange eingefärbten Bereichen sind für die zugehörige Windrichtung deutlich niedrigere Windgeschwindigkeiten als im Freiland zu erwarten. Der Aufenthaltskomfort ist hier für bestimmte Nutzungen und Tätigkeiten - z.B. Außengastronomie, Spielplätze - besonders hoch. Bei fehlender Verschattung durch Gebäude oder Bäume können hier

allerdings an sonnigen warmen Sommertagen aufgrund des geringen Luftaustausches lokal besonders hohe Lufttemperaturen auftreten. Ein Aufenthalt an sonnigen Tagen in den Übergangsjahreszeiten oder bei windigen Wetterlagen ist hingegen angenehm.

Folgende **allgemeine Aussagen** können aus der grafischen Analyse der bodennahen Windfelder in 1,5 m ü. G. (vgl. Abbildung A 1 bis A 4) abgeleitet werden:

1. Die bodennahen Windverhältnisse werden in starkem Maße von der Bebauungsstruktur geprägt. Hierdurch hervorgerufene Strömungsphänomene - Verdrängung, Wirbelablösung, Kanalisierung, Umlenkung, Stau und Abschirmung – bewirken kleinräumige Veränderungen der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung.
2. Die Windgeschwindigkeiten sind aufgrund der hohen Rauigkeit gegenüber dem Freiland in der Regel deutlich reduziert. Besonders niedrige Windgeschwindigkeiten treten in den Innenhöfen der Blockrandbebauung auf.
3. Die Abbildung A 4 veranschaulicht, dass sich die **mittlere Belüftung** in der Umgebung des Plangebietes nach der baulichen Umsetzung der Planung nur geringfügig verändern wird. Negative lufthygienische Auswirkungen sind daher nicht zu erwarten.

Ergebnisse für den Istzustand

Die Ergebnisse der Windfeldsimulation des Istzustandes lassen sich mit folgenden Kernaussagen zusammenfassen:

- Bei Anströmung aus Nordosten ist das Plangebiet gut belüftet. Hierbei treten auch die höchsten Windgeschwindigkeiten auf. An warmen Sommertagen wird hierdurch der thermische Komfort positiv beeinflusst und Überwärmungen im Bereich der versiegelten Stellplatzflächen gemindert. Im Bereich der Querschnittsverengung kommt es durch den Strömungswiderstandes des Brückenbauwerks der Rüttenscheider Straße zu einer Minderung der Windgeschwindigkeiten, so dass im Luv- und Leebereich der Brücke deutlich geringere Windgeschwindigkeiten auftreten.
- Bei Westwinden sind im tiefer gelegenen Bereich ebenfalls gute Durchlüftungsverhältnisse gegeben.
- Bei südwestlicher Anströmrichtung befindet sich das Plangebiet im Lee der Bestandsbebauung an der Wittekindstraße. Hierdurch werden die bodennahen Windgeschwindigkeiten stärker abgeschwächt als bei den anderen Hauptwindrichtungen.

Ergebnisse für den Planzustand

Die Ergebnisse der Windfeldsimulationen für das untersuchte Bebauungskonzept lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Für das Umfeld der Plangebäude werden für die Hauptwindrichtungen relativ geringe Windgeschwindigkeiten prognostiziert. Die bodennahen Windgeschwindigkeiten betragen hier weniger als 50% des Freilandwertes.
- Signifikante Veränderungen des Windfeldes beschränken sich weitestgehend auf das Plangebiet und das nahe Umfeld.

- Durch die Planung ergeben sich keine Düseneffekte mit lokal starken Windböen. Dies gilt auch für die neue Zufahrt an der Nordseite des Plangebiets und den regionalen Radweg, der hier teilweise in einen Tunnel verlegt wird.

Zur nutzungsabhängigen Bewertung des **Windkomforts** wurden ergänzend statistische Analysen der bodennahen Böengeschwindigkeiten im Hinblick auf die nutzungsabhängigen Komfortanforderungen gemäß der Tabelle 3.3 durchgeführt.

Die räumliche differenzierte Überprüfung des Einhaltens der Mindestanforderungen für die Komfortklassen A – Langaufenthalt, B – Kurzaufenthalt und C - Spazierengehen sind der Abbildung A 5 zu entnehmen.

Die windklimatischen Auswertungen belegen, dass beim **Analysefall** und beim **Planfall** das Mindestkriterium für die Komfortklasse D „Schnelles Gehen“ im Plangebiet und der angrenzenden Umgebung überall eingehalten wird. Windbedingte Gefährdungen von Passanten oder Fahrradfahrern sind somit nicht zu erwarten.

Beim **Planfall** werden die Mindestanforderungen für alle nutzungsabhängigen Komfortklassen im Umfeld der Plangebäude eingehalten. Windklimatisch ist somit im Außenbereich ein hoher Komfort für Langzeitaufenthalt (Außengastronomie, Sitzplätze, Spielflächen u.ä.) gegeben.

4 Themenkomplex Kleinklima

4.1 Kaltluftentstehung, Kaltluftabfluss

Kaltluft wird insbesondere in klaren windschwachen Strahlungsnächten produziert. Ursache für die Abkühlung ist die effektive langwellige Ausstrahlung der Erdoberfläche, d.h. die Differenz zwischen der Wärmestrahlung der aktiven Oberfläche (Boden, Vegetation) und der langwelligen Gegenstrahlung der Atmosphäre. Letztere ist insbesondere bei klarem Himmel zu gering, um die Ausstrahlung zu kompensieren, so dass letztlich ein Wärmeverlust an der aktiven Oberfläche entsteht. Der Wärmeaustausch zwischen der sich abkühlenden Oberfläche und der Atmosphäre führt dazu, dass die abgestrahlte Wärme der bodennahen Luftschicht entzogen und somit Kaltluft produziert wird.

Voraussetzungen für die Ausbildung einer ausgeprägten bodennahen Kaltluftschicht sind:

- eine negative Strahlungsbilanz
- eine geringe Wärmezufuhr aus dem Boden
- ein schwacher Impulsaustausch mit den darüberliegenden Luftmassen (schwacher Wind bei Hochdruckwetterlagen).

In ebenem Gelände bleibt die bodennahe gebildete Kaltluft an Ort und Stelle liegen. Es kommt zu einer Ausbildung einer sogenannten Inversionsschicht, deren Höhe im Lauf der Nacht zunimmt.

In geneigtem Gelände hingegen setzt sich die bodennah gebildete Kaltluft infolge der horizontalen Dichteunterschiede hangabwärts in Bewegung (Hangabwind). Für das Abfließen von Kaltluft ist eine Hangneigung von mindestens 1 bis 2° erforderlich. Die vertikale Mächtigkeit und die Geschwindigkeit von Hangabwinden ist von der Länge des Hanges, der Hangneigung, der Bodenreibung (Bewuchs, Bebauung) und dem Dichteunterschied abhängig.

In Tälern fließen die Hangabwinde zusammen und es kann ein mehr oder weniger mächtiger Talabwind entstehen, der als Bergwind bezeichnet wird. Typische Geschwindigkeiten von Hangwinden liegen im Bereich von 0,5 m/s bis 2,0 m/s. Bergwinde können mit ca. 1 m/s bis zu 10 m/s erheblich höhere Geschwindigkeiten erreichen. Die vertikale Mächtigkeit der abfließenden Kaltluft und die Geschwindigkeit des Abflusses hängen im Wesentlichen von der Fläche des Einzugsgebietes, der Kaltluftproduktionsrate, dem Talgefälle und den Rauigkeiten im Talbereich ab. Die Fließrichtung wird durch die Geländeform bestimmt. Als Leitlinien des Kaltluftabflusses treten talwärts führende Einsenkungen des Geländes wie z.B. Seitentäler, Schluchten und Rinnen in Erscheinung.

Die Kaltluftentstehung und der Kaltluftabfluss hängen somit von den folgenden Faktoren ab:

- den meteorologischen Verhältnissen
- der Flächennutzung
- der Geländeform und der Exposition.

In topographisch gegliedertem Gelände kommt thermisch induzierten Windsystemen unter bioklimatischen und lufthygienischen Gesichtspunkten eine besondere Bedeutung zu. So

ermöglichen Bergwinde während austauscharmer Wetterlagen einen nächtlichen Luftaustausch der belasteten städtischen Luftmassen mit unbelasteter Frischluft. Zudem sorgen nächtliche Kaltluftabflüsse im Sommer für eine Minderung der innerstädtischen Überwärmung.

Ungünstige lufthygienische Auswirkungen durch Kaltluftabflüsse können auftreten, wenn bodennahe Emittenten von Luftschadstoffen oder Gerüchen in deren Einflussbereich liegen, da die im Kaltluftabflussbereich freigesetzten Schadstoffe und Gerüche mittransportiert werden ohne dass hierbei eine wirksame Verdünnung stattfindet. Hierdurch kann auch in größeren Entfernungen vom Freisetzungsort „flussabwärts“ gelegene Wohnbebauung in starkem Maße von den entsprechenden Immissionen beaufschlagt werden.

4.2 Kaltluftsimulationsrechnungen

4.2.1 Rechenmodell

Um genauere Aussagen über die klimatischen Verhältnisse und die stadtklimatische Bedeutung der Kaltluftleitbahn treffen zu können, wurden ergänzend mikroklimatische Kaltluftsimulationsrechnungen mit einer horizontalen Auflösung von 2,0 m durchgeführt. Hierdurch können die Einflüsse der Bebauung auf die bodennahen Kaltluftströmungen im Untersuchungsgebiet erfasst werden. Eine detaillierte und belastbare Einschätzung der Auswirkungen der geplanten Änderung des Bebauungsplans auf die bodennahen Kaltluftsysteme im Untersuchungsgebiet wird somit ermöglicht.

Die Berechnungen wurden mit der aktuellen Version des Kaltluftabflussmodells KLAM_21 durchgeführt. KLAM_21 ist ein zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell, welches vom Deutschen Wetterdienst entwickelt wurde [SIEVERS, 2005]. Das Modell ermöglicht es, Kaltluftabflüsse und Kaltluftansammlungen in orographisch gegliedertem Gelände zu ermitteln und hat sich in zahlreichen Gutachten zur Standort-, Stadt- und Regionalplanung bewährt.

4.2.2 Eingangsdaten

Die Modellierung der Kaltluftbildung und der Ausbildung von Kaltluftabflüssen berücksichtigt die lokalen Geländeformen (Neigung, Ausrichtung), die Landnutzung und Strömungshindernisse wie Gebäude oder Dämme.

4.2.2.1 Topographie

Die Topographie des Untersuchungsgebiets wurde aus dem digitalen Geländemodell von NRW mit einer Auflösung von zwei Meter abgeleitet (vgl. Abbildung 4.1).

Das Gelände im Untersuchungsgebiet fällt zunächst von Süden in Richtung Plangebiet um ca. 50 m ab. Das Plangebiet liegt auf einer Geländehöhe von ca. 110 m ü. NHN. Westlich vom Plangebiet bildet der Borbecker Mühlenbach einen Taleinschnitt, welcher zunächst von Süden kommend nördlich in Richtung des Grugaparks und dann weiter nach Nordwesten verläuft. Einen weiteren Taleinschnitt in Südwest-Nordost-Richtung bildet die Autobahn A52 östlichen des Plangebiets. Der Höhenunterschied zwischen beiden Tälern und dem Plangebiet liegt bei ca. 15m. Das Borbecker Mühlenbachtal und das Plangebiet werden durch eine topographisch tieferliegenden Geländeeinschnitt verbunden.

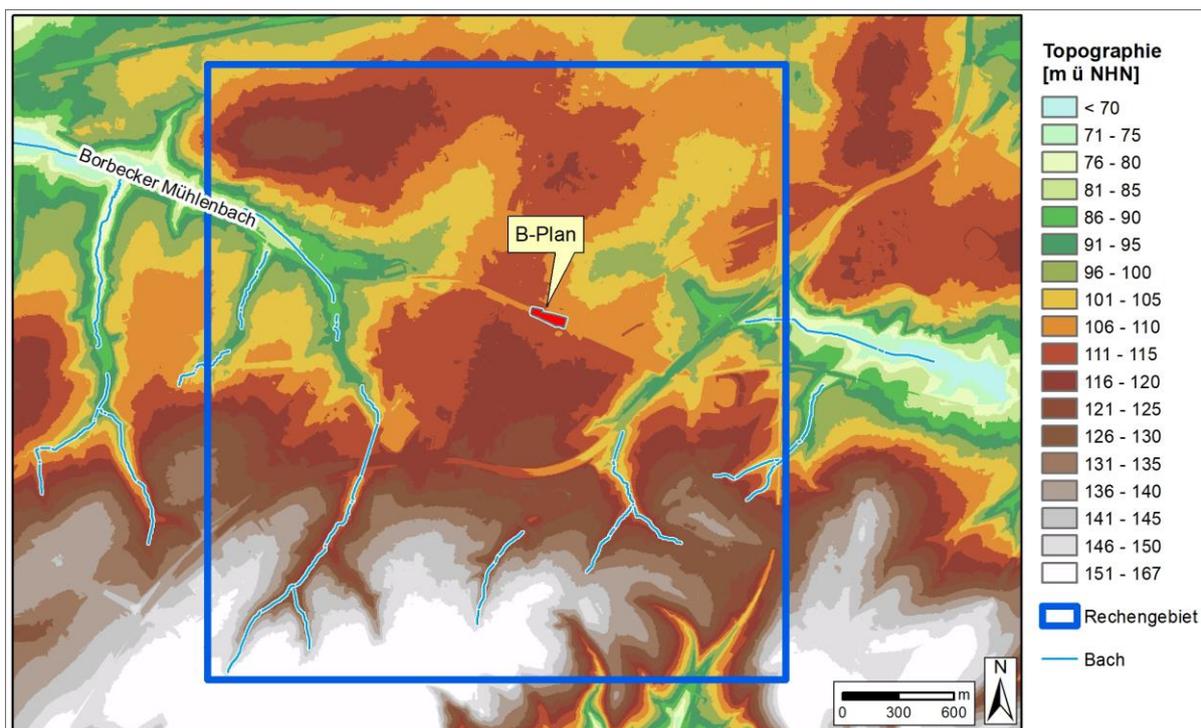


Abbildung 4.1: Topographie und Abgrenzung des Rechengebiets

4.2.2.2 Landnutzungsklassen

Informationen über die Landnutzung werden benötigt, um parametrisierte Kaltluftproduktionsraten und Rauigkeitslängen abzuleiten. Die Landnutzungsklassen wurden anhand des CORINE-Datensatzes, der die Bodenbedeckung europaweit einheitlich klassifiziert, erstellt.

Für das Rechenmodell KLAM_21 müssen die Informationen zur Landnutzung in Klassen umgewandelt werden, die vom Programm interpretiert werden können. Die Umwandlung der im CORINE-Datensatz hinterlegten Klassifikationen erfolgte auf der Grundlage von Eindrücken einer Ortsbesichtigung sowie auf der Grundlage von Luftbildanalysen. Da das KLAM_21 nur eine begrenzte Anzahl von Landnutzungsklassen zur Verfügung stellt, muss immer eine Generalisierung vorgenommen werden.

Die Nutzungsklassen, die im Rahmen der Simulation berücksichtigt wurden, sind in den folgenden Abbildungen für den Istfall und den Planfall dargestellt.

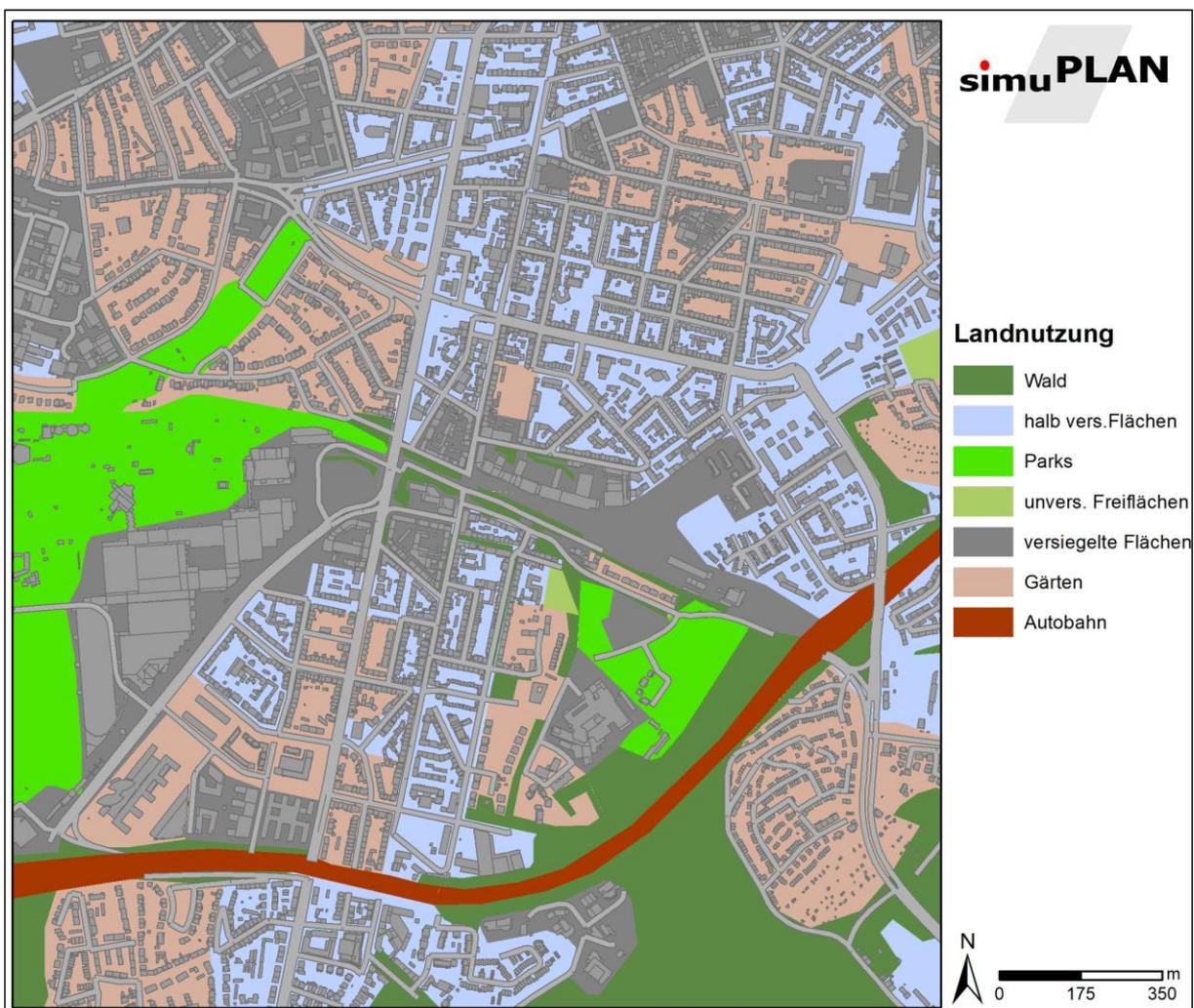


Abbildung 4.2: Landnutzung für das Untersuchungsgebiet



Abbildung 4.3: Landnutzung im Plangebiet für den Istfall



Abbildung 4.4: Landnutzung im Plangebiet für den Planfall

4.3 Ergebnisse der Kaltluftsimulationsrechnungen

Auf der Grundlage der dargelegten Eingangsdaten wurde das Kaltluftgeschehen für eine windstille Strahlungsnacht mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 für den Istfall und den Planfall simuliert. Betrachtet werden die Kenngrößen Strömungsgeschwindigkeit, Kaltflughöhe und Volumenstromdichte.

Um einen Überblick über die Entwicklung des Kaltluftgeschehens zu ermöglichen, wurden diese Kenngrößen für mehrere Zeitpunkte ausgewertet. Die Analyse hat ergeben, dass nach dem Zeitpunkt „6 Stunden nach Sonnenuntergang“ das Kaltluftsystem vollständig ausgebildet ist. Die Ergebnisdarstellungen, die das Kaltluftgeschehen zu diesem Zeitpunkt dokumentiert, bietet somit eine fundierte Grundlage zur Beurteilung des Plangebiets als Kaltluftentstehungsgebiet und welche Auswirkungen die geplante Bebauung auf die Frischluftzufuhr im Untersuchungsgebiet hat.

Die Ergebnisse der Kaltluftsimulationsrechnungen sind auf den Abbildungen A 6 bis A 9 dokumentiert. Die Grafiken A6 und A8 mit kleinem Maßstab sollen eine Gesamtübersicht über das vollständige Kaltluftsystem im Rechengebiet geben. Die Darstellungen A7 und A9 umfassen einen Teilausschnitt des Rechengebiets, um planungsbedingten Änderungen besser kenntlich zu machen.

4.3.1 Kaltflughöhe

Die Abbildung A 6 stellt für das gesamte Rechengebiet die Kaltflughöhe sechs Stunden nach Sonnenuntergang dar. Die Abbildung verdeutlicht, dass sich zu diesem Zeitpunkt die Kaltluftsysteme im Untersuchungsgebiet vollständig ausgebildet haben. Die mächtigsten Kaltluftschichten von bis zu 40 m Höhe haben sich in den Bachtälern und im Geländeeinschnitt der Autobahn gebildet. Im Bereich des Grugaparks entstehen im Vergleich zur Umgebung großflächig hohe Kaltluftschichten, die von hieraus entlang abfallender Straßenzüge und Grünzüge nach Norden weitergeleitet werden. Ein wirksames Eindringen der Kaltluft in die dicht bebauten Bereiche findet nicht statt. Dies gilt auch für die an das Plangebiet angrenzende Bestandsbebauung und die geplante Bebauung. Der Einwirkungsbereich der Kaltluft beschränkt sich in diesem Bereich wegen der geringen Mächtigkeit der Kaltluftschicht auf das tieferliegende Geländeniveau.

4.3.2 Bodennahe Strömungsgeschwindigkeit

In weiten Bereichen des Plangebiets wird die Ausbildung bodennaher Kaltluftabflüssen aufgrund der dichten Bebauung verhindert, so dass sich hier keine relevanten Strömungsgeschwindigkeiten nachweisen lassen.

Die Abbildung A 7 verdeutlicht, dass beim **Analysefall** ein bodennaher Kaltluftzufluss aus westlicher Richtung über die tiefergelegene Zufahrtstraße und den regionalen Fahrradweg in das Plangebiet stattfindet. Im weiteren Verlauf kommt es zu aufgrund der geringen Geländeneigung, der fehlenden Kaltluftneubildung und der Strömungswiderstände der Gehölze und Bäume an der südseitigen Geländeböschung zu einer sukzessiven Minderung der Strömungsgeschwindigkeiten.

Beim **Planfall** beschränken sich planungsbedingte Veränderungen der bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten auf das Plangebiet und das unmittelbar westlich und östlich angrenzende Umfeld (vgl. Abbildung A 7). Die Plangebäude wirken als Barriere für die aus Westen anströmende Kaltluft und reduzieren daher die Strömungsgeschwindigkeit. Lediglich im Bereich der neuen Planstraße resultiert aufgrund eines Kanalisierungseffekts eine lokale Geschwindigkeitszunahme. Reduzierungen der bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten östlich des Plangebiets beschränkten sich auf den Bereich des Messeparkplatzes. Erhöhte bioklimatische Belastungen von Anwohnern können somit ausgeschlossen werden.

4.3.3 Volumenstromdichte

Als Maß für die Menge der abfließenden Kaltluft hat sich die sogenannte Volumenstromdichte etabliert. Diese Kenngröße beschreibt die Kaltluftmenge, die in einer Sekunde durch einen ein Meter breiten Streifen, fließt, der sich von der Erdoberfläche bis zur Obergrenze des Kaltluftstroms erstreckt (Einheit $\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$). Sie ist somit eine geeignete Kenngröße, um die Intensität von Kaltluftabflüssen einzuordnen und miteinander zu vergleichen.

Die Abbildung A 8 veranschaulicht die räumliche Verteilung sowie die Intensität der ausgebildeten Kaltluftsysteme im gesamten Untersuchungsgebiet. Sie verdeutlicht, dass sich in den Bereichen mit einer hohen Bebauungsdichte keine bzw. nur sehr schwache Volumenströme ausbilden. Größere Kaltluftmengen werden entlang der Bachtäler und der tieferliegende Autobahntrasse von Süden nach Norden transportiert. Die Ergebnisse decken sich somit mit den Aussagen aus der Klimaanalysekarte des LANUV (vgl. Abbildung 2.2). Zudem lässt sich der Grugapark als großräumiges Kaltluftentstehungsgebiet identifizieren, von dem aus die Kaltluft in angrenzende abfallende Straßen- und Grünzüge weitergeleitet wird. Im Bereich der Erschließungsstraße vom Grugapark zu den Messeparkplätzen wird ebenfalls eine Kaltluftströmung nachgewiesen.

Die Abbildung A 9 verdeutlicht, dass beim **Analysefall** sechs Stunden nach Sonnenuntergang der Kaltluftvolumenstrom unter Abschwächung über die Erschließungsstraße bis in das Plangebiet vordringt und auf dem Parkplatz zum Erliegen kommt. Die räumliche Ausdehnung der Frischluftleitbahn begrenzt sich auf die tieferliegende Erschließungsstraße und die Volumenstromdichte ist mit $3 \text{ m}^3/\text{s}$ eher niedrig einzustufen.

Die grafische Auswertung für den **Planfall** belegt, dass nach Planrealisierung der Kaltluftstrom auf die neue Planstraße weitergeleitet wird. Aufgrund des Strömungswiderstandes der geplanten Bebauung verringert sich gegenüber dem Analysefall die Ausdehnung in östliche Richtung. Diese Veränderung ist lokalklimatisch als unproblematisch einzustufen, da sich in diesem Bereich keine bioklimatisch sensiblen Nutzungen befinden.

5 Fazit

Aus den Ergebnissen der Simulationsrechnungen zum Windkomfort und zum Kaltluftgeschehen lassen sich folgende Rückschlüsse ableiten:

- Nach der Realisierung des Bebauungsplans werden im Plangebiet und im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung an der Wittekindstraße und der Girardetstraße keine negativen bioklimatischen Auswirkungen aufgrund von Minderungen der Belüftung und der Frischluftzufuhr auftreten.
- Eine signifikante Zunahme der lufthygienischen Belastung für Anrainer an der Rüttenscheider Straße und der Wittekindstraße ist daher nicht zu erwarten.
- Die Untersuchungsergebnisse belegen, dass eine Verschlechterung des Windkomforts und Windgefahren durch Sturmböen im Plangebiet und der nahen Umgebung ausgeschlossen werden können. Im Bereich des neuen Platzes herrschen gute windklimatische Bedingungen für einen längeren Außenaufenthalt. Somit liegen hier günstige Voraussetzungen für entsprechende Nutzungen wie Außengastronomie, Cafes, Spielplätze u.a. vor.
- Nach der Planungsrealisierung sind somit keine bioklimatischen Beeinträchtigungen für die Anwohner in der Nachbarschaft zu erwarten. Dies gilt insbesondere unter Beachtung des derzeit hohen Versiegelungsgrades der Bestandsflächen im Plangebiet, die sich aufgrund relativ geringer Verschattungen bei intensiver Einstrahlung im Sommer stark aufheizen können.

6 Planungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der zukünftig zunehmenden Wärmebelastung sollten bei den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans folgende Hinweise geprüft und weitestgehend berücksichtigt werden:

- Durch eine Begrünung der Dachflächen und der Fassaden wird die Aufheizung der Oberflächen verringert. Hierdurch werden die Lufterwärmung und die Wärmespeicherung in den Bauteilen gemindert. Dies wirkt sich ganztägig positiv auf die Wärmebelastung im Außenbereich aus und verbessert den thermischen Komfort im Inneren der Gebäude. Eine Dachbegrünung leistet auch einen Beitrag zum Hochwasserschutz, da hierdurch Niederschlagswasser gespeichert wird.
- Um Raumerwärmungen in den geplanten Gebäuden zu vermeiden, sind wirksame Maßnahmen für den sommerlichen Wärmeschutz vorzusehen. Hierzu sollte der Fensterflächenanteil auf ein sinnvolles Maß beschränkt werden. Zusätzlich sind Glasflächen an den West-, Ost-, und Südfassaden mit beweglichen Sonnenschutzanlagen auszustatten.
- Für Außenwände und Bodenbeläge im Außenbereich sind möglichst helle Farben zu favorisieren, um eine starke Überhitzung der Oberflächen und eine starke Wärmespeicherung in den Baustoffen zu vermeiden.
- Im Bereich des neuen Platzes sollten möglichst große Grünflächen angeordnet werden. Diese Flächen kühlen sich nachts effektiv ab und speichern tagsüber weniger Wärme. Zudem kann die Bodenabdeckung Regenwasser zurückhalten und somit das städtische Abwassernetz entlasten und wirkt sich somit ebenfalls positiv auf den Hochwasserschutz aus.
- Aufgrund der positiven thermischen Wirkungen von Bäumen (Verschattung, Verdunstung) sind Baumpflanzungen vorzusehen. Diese sollten gezielt im Bereich des neuen Platzes angeordnet werden, so dass insbesondere versiegelte Flächen und Aufenthaltszonen im Außenbereich verschattet werden. Hierdurch lässt sich eine Überwärmung des Platzes mindern und der Aufenthaltskomfort erhöhen. Um den Luftaustausch bzw. die Belüftung möglichst wenig zu beeinträchtigen, sollten Baumarten mit höheren und aufgelockerten Baumkronen bevorzugt werden, die auch auf die zunehmenden Wärmebelastung angepasst sind.

7 Zusammenfassung

Derzeit wird das Planverfahren zur Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 7/17 „Rüttenscheider Brücke“ in Essen-Rüttenscheid durchgeführt. Bei der Fläche handelt es sich um einen Teil des ehemaligen Geländes des Güterbahnhofs Rüttenscheid. Dieser liegt in einem Einschnitt zwischen dem sog. Girardethaus im Norden und der Wittekindstraße im Süden. Im Planbereich verläuft die Erschließungsstraße für die Parkplätze sowie ein Geh- und Radweg. Nach Süden wird das Gebiet durch eine dicht bewachsene Böschung zur Wittekindstraße abgegrenzt.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Planung ist es vorgesehen, diesen Einschnitt zu überbauen. Oberhalb einer gemeinsamen Tiefgarage sollen 4 Gebäudekörper mit bis zu 7 Geschosse für Wohnungen / Gewerbe / Dienstleistungen entstehen. Im Bereich der Rüttenscheider Brücke soll ein neuer Platz entstehen. In der tieferliegenden Ebene –auf Höhe des ehemaligen Güterbahnhofs- verläuft die an den Nordrand verlegte Zufahrtsstraße für die verbleibenden Parkplätze der Messe Essen sowie ein 5 Meter breiter regionaler Radweg.

Aufgrund der Lage und der Ausrichtung der geplanten Gebäude werden die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die lokalklimatische Situation im Hinblick auf die Kaltluft-/Frischlufzufuhr und den Windkomfort ermittelt und bewertet.

Aus den Ergebnissen von mikroklimatischen Simulationsrechnungen lassen sich folgende Rückschlüsse ableiten:

- Nach der Realisierung des Bebauungsplans werden im Plangebiet und im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung an der Wittekindstraße und der Girardetstraße keine negativen bioklimatischen Auswirkungen aufgrund von Minderungen der Belüftung und der Frischluftzufuhr auftreten.
- Eine signifikante Zunahme der lufthygienischen Belastung für Anrainer an der Rüttenscheider Straße und der Wittekindstraße ist daher nicht zu erwarten.
- Die Untersuchungsergebnisse belegen, dass eine Verschlechterung des Windkomforts und Windgefahren durch Sturmböen im Plangebiet und der nahen Umgebung ausgeschlossen werden können. Im Bereich des neuen Platzes herrschen gute windklimatische Bedingungen für einen längeren Außenaufenthalt. Somit liegen hier günstige Voraussetzungen für entsprechende Nutzungen wie Außengastronomie, Cafes, Spielplätze u.a. vor.
- Nach der Planungsrealisierung sind somit keine bioklimatischen Beeinträchtigungen für die Anwohner in der Nachbarschaft zu erwarten. Dies gilt insbesondere unter Beachtung des derzeit hohen Versiegelungsgrades der Bestandsflächen im Plangebiet, die sich aufgrund relativ geringer Verschattungen bei intensiver Einstrahlung im Sommer stark aufheizen können.

Unter Berücksichtigung der zukünftig zunehmenden Wärmebelastung sollten bei den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans folgende Hinweise geprüft und weitestgehend berücksichtigt werden:

- Durch eine Begrünung der Dachflächen und der Fassaden wird die Aufheizung der Oberflächen verringert. Hierdurch werden die Lufterwärmung und die Wärmespeicherung in den Bauteilen gemindert. Dies wirkt sich ganztägig positiv auf die Wärmebelastung im Außenbereich aus und verbessert den thermischen Komfort im Inneren der Gebäude. Eine Dachbegrünung leistet auch einen Beitrag zum Hochwasserschutz, da hierdurch Niederschlagswasser gespeichert wird.
- Um Raumerwärmungen in den geplanten Gebäuden zu vermeiden, sind wirksame Maßnahmen für den sommerlichen Wärmeschutz vorzusehen. Hierzu sollte der Fensterflächenanteil auf ein sinnvolles Maß beschränkt werden. Zusätzlich sind Glasflächen an den West-, Ost-, und Südfassaden mit beweglichen Sonnenschutzanlagen auszustatten.
- Für Außenwände und Bodenbeläge im Außenbereich sind möglichst helle Farben zu favorisieren, um eine starke Überhitzung der Oberflächen und eine starke Wärmespeicherung in den Baustoffen zu vermeiden.
- Im Bereich des neuen Platzes sollten möglichst große Grünflächen angeordnet werden. Diese Flächen kühlen sich nachts effektiv ab und speichern tagsüber weniger Wärme. Zudem kann die Bodenabdeckung Regenwasser zurückhalten und somit das städtische Abwassernetz entlasten und wirkt sich somit ebenfalls positiv auf den Hochwasserschutz aus.
- Aufgrund der positiven thermischen Wirkungen von Bäumen (Verschattung, Verdunstung) sind Baumpflanzungen vorzusehen. Diese sollten gezielt im Bereich des neuen Platzes angeordnet werden, so dass insbesondere versiegelte Flächen und Aufenthaltszonen im Außenbereich verschattet werden. Hierdurch lässt sich eine Überwärmung des Platzes mindern und der Aufenthaltskomfort erhöhen. Um den Luftaustausch bzw. die Belüftung möglichst wenig zu beeinträchtigen, sollten Baumarten mit höheren und aufgelockerten Baumkronen bevorzugt werden, die auch auf die zunehmenden Wärmebelastung angepasst sind.

Literatur

[CHRISTOFFER 1989]

Christoffer, J. u. Ulbricht-Eissing, M. (1989): Berichte des Deutschen Wetterdienstes 147, Die bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland.

[BOTTEMA 1992]

Bottema, M. (1992): Wind Climate and Urban Geometry, Technische Univerität Eindhoven, Dissertationsschrift, ISBN 90-386-0132-8.

[GRANDEMER 1978]

Gandemer, J. (1978): Aerodynamics Studies of build-up Aeras made by C:S:T:B. at Nantes, France, J. of Ind. Aerodyn. 3, p. 227-240.

[HUNT 1976]

Hunt, J.C.R., Poulton, E.C., Mumford, J.C. (1976): The Effects of Wind on People, New Criteria based on Wind Tunnel Experiments, Building and Environment 11, p. 15-28.

[BOTTEMA 1992]

Bottema, M., Eggels, J.G.M., Wisse, J.A. (1992): Towards Forecasting of Wind Comfort, Proc. eights Int. Conf. in Wind Ing., to be published in J. Wind Eng. Ind. Aerodynamic

[STULL 1988]

Stull, Roland B. (1988): An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Atmospheric Sciences Library, ISBN 9027727686.

[EICHHORN 1989]

Eichhorn, J.: Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells, Dissertationsarbeit zur Erlangung des Grades „Doktor der Naturwissenschaften“ am Fachbereich Physik der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Mainz 1989.

[EEA 2018]

CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover, European Environment Agency (EEA), <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>

[LANUV WEB]

Fachinformationssystem Klimaanpassung NRW, <http://www.klimaanpassung-karte.nrw.de>

[SIEVERS 2005]

Sievers, U.: Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21: Theoretische Grundlagen, Anwendung und Handhabung des PC-Modells. Berichte des Deutschen Wetterdienstes; 227, Offenbach am Main, 2005.

[VDI 2014]

VDI-Richtlinie 3787, Blatt 1: Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, Februar 2014.

[VDI 2017]

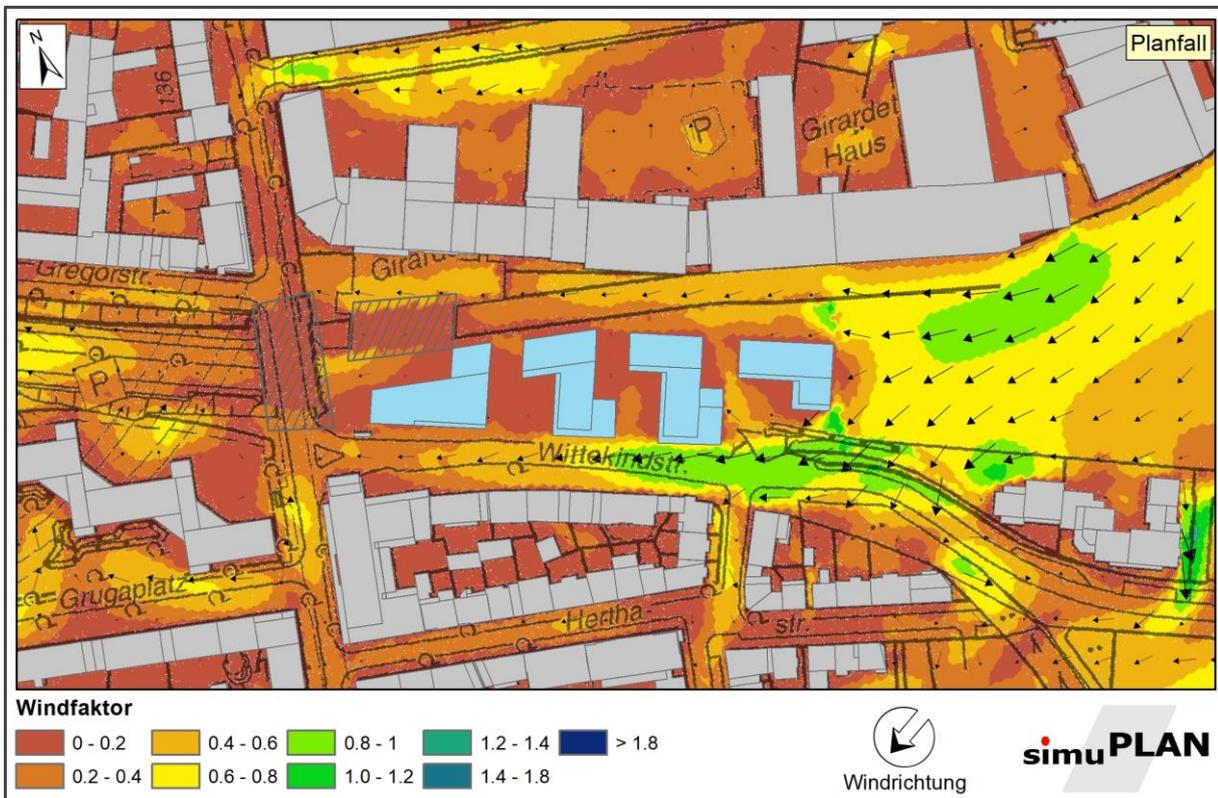
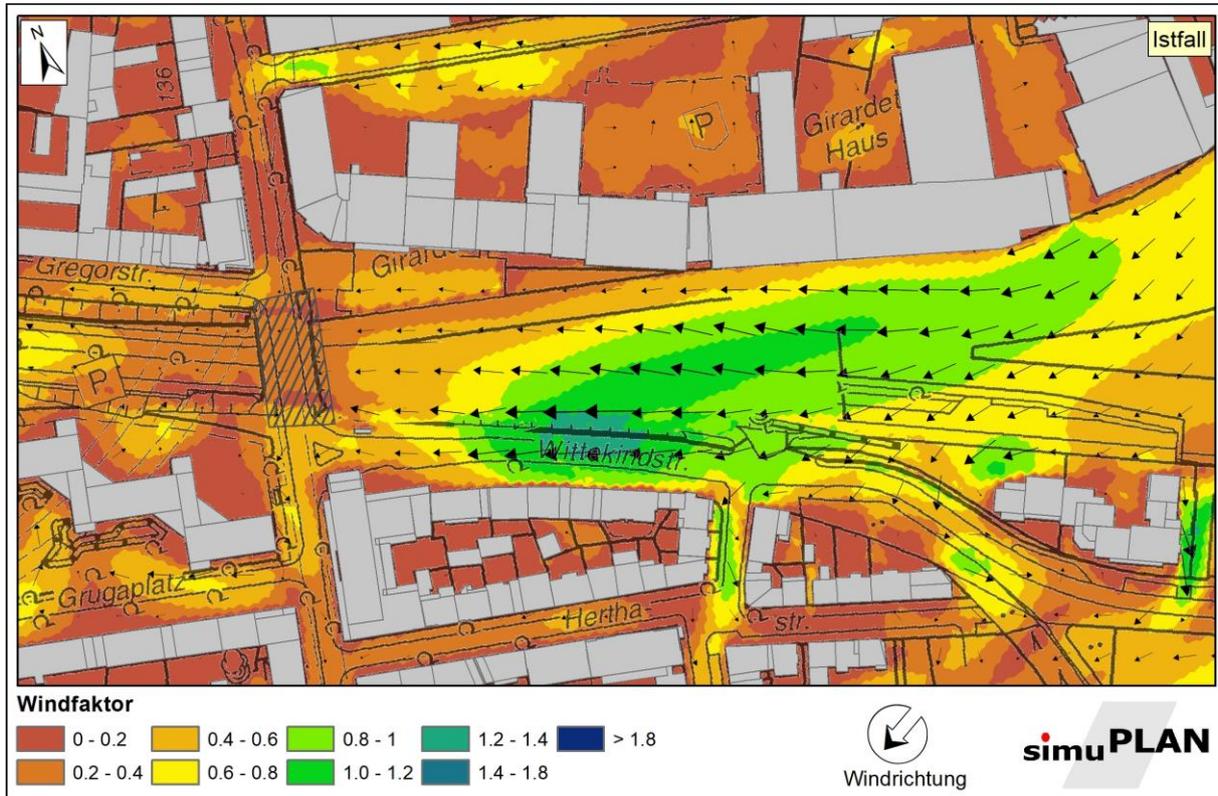
VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5: Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft, Dezember 2003.

**Bebauungsplan Nr.7/17 „Rüttenscheider Brücke“
in Essen**

Anhang zum Bericht

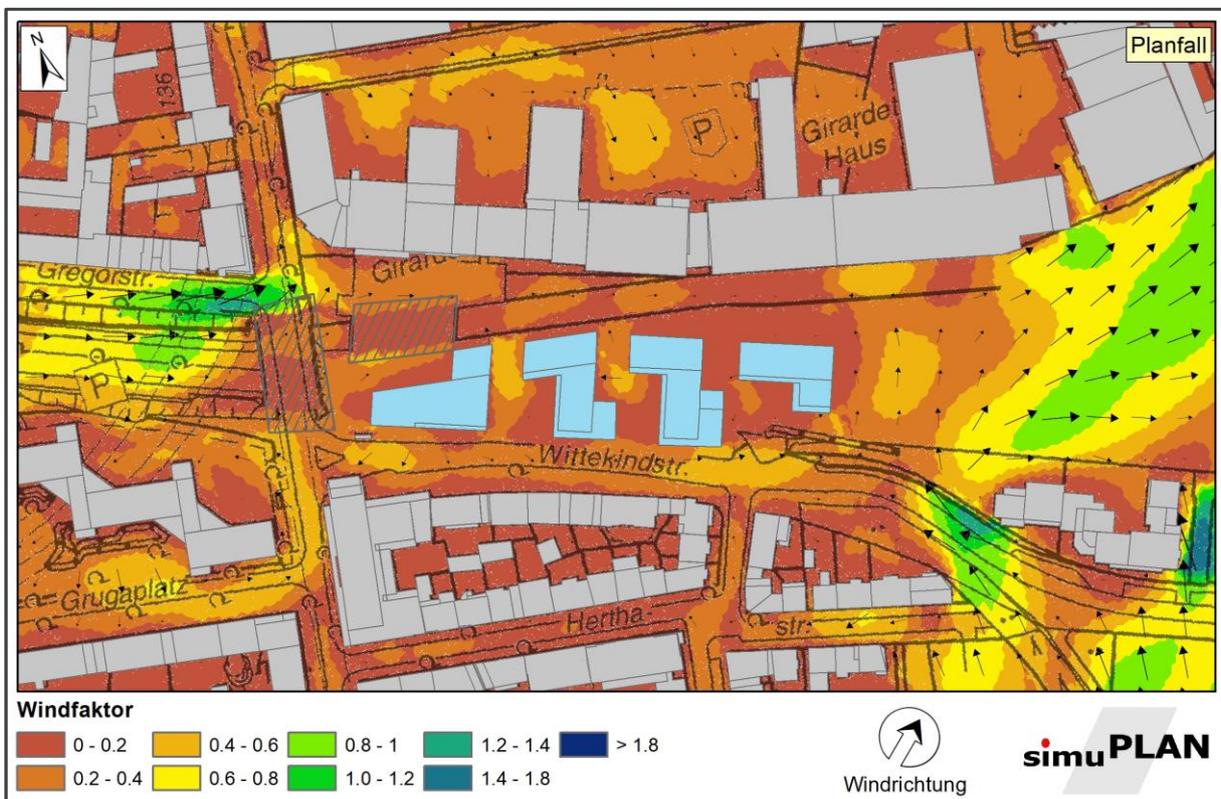
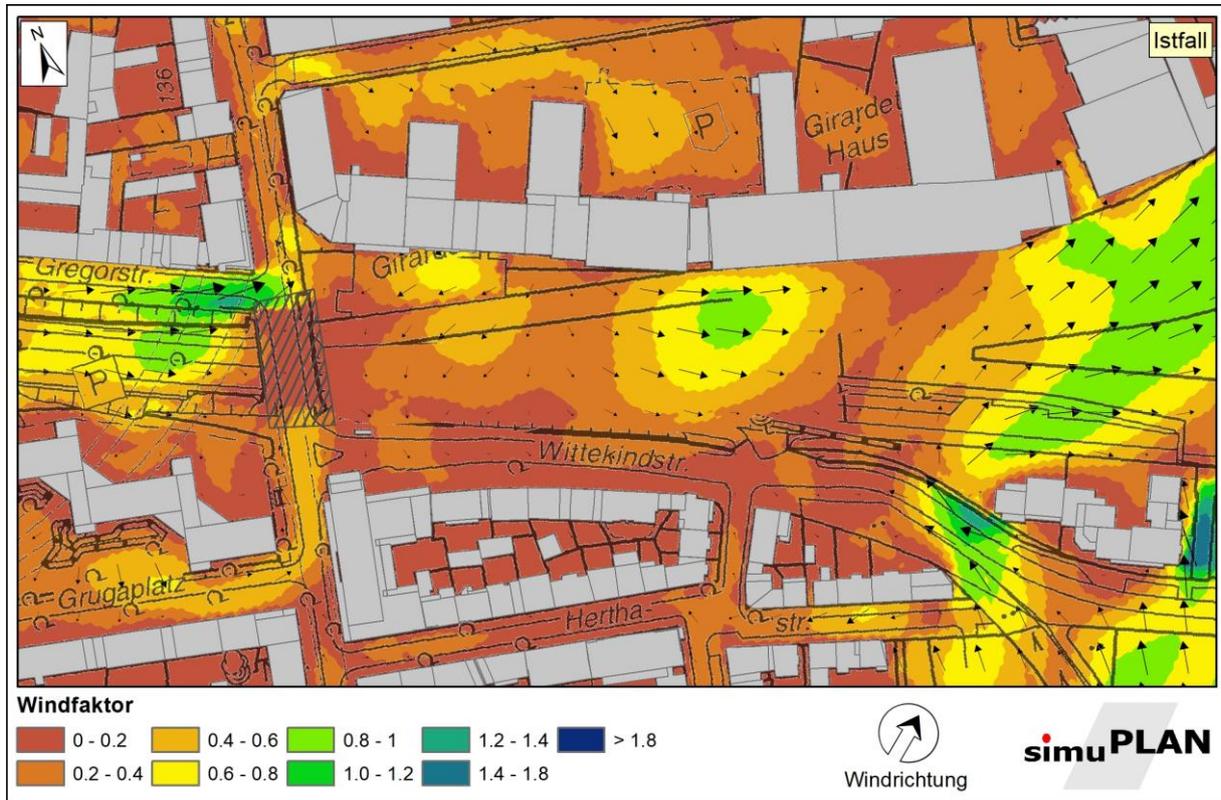
Abbildungsverzeichnis

A 1: Horizontales Windfeld bei nordöstlicher Anströmung (50°).....	2
A 2: Horizontales Windfeld bei südwestlicher Anströmung (230°).....	2
A 3: Horizontales Windfeld bei westlicher Anströmung (270°)	2
A 4: Jahresmittelwert der bodenahen Windgeschwindigkeit	2
A 5: Prozentuale Häufigkeit des Überschreitens des Komfortschwellwertes von 6 m/s.....	2
A 6: Kaltlufthöhe im Untersuchungsgebiet 6 Stunden nach Sonnenuntergang	2
A 7: Strömungsgeschwindigkeit in 2m über Grund 6 Stunden nach Sonnenuntergang für den Istfall (oben) und dem Planfall (unten)	2
A 8: Volumenstromdichte im Untersuchungsgebiet 6 Stunden nach Sonnenuntergang.....	2
A 9: Volumenstromdichte im Plangebiet 6 Stunden nach Sonnenuntergang für den Istfall (oben) und dem Planfall (unten)	2



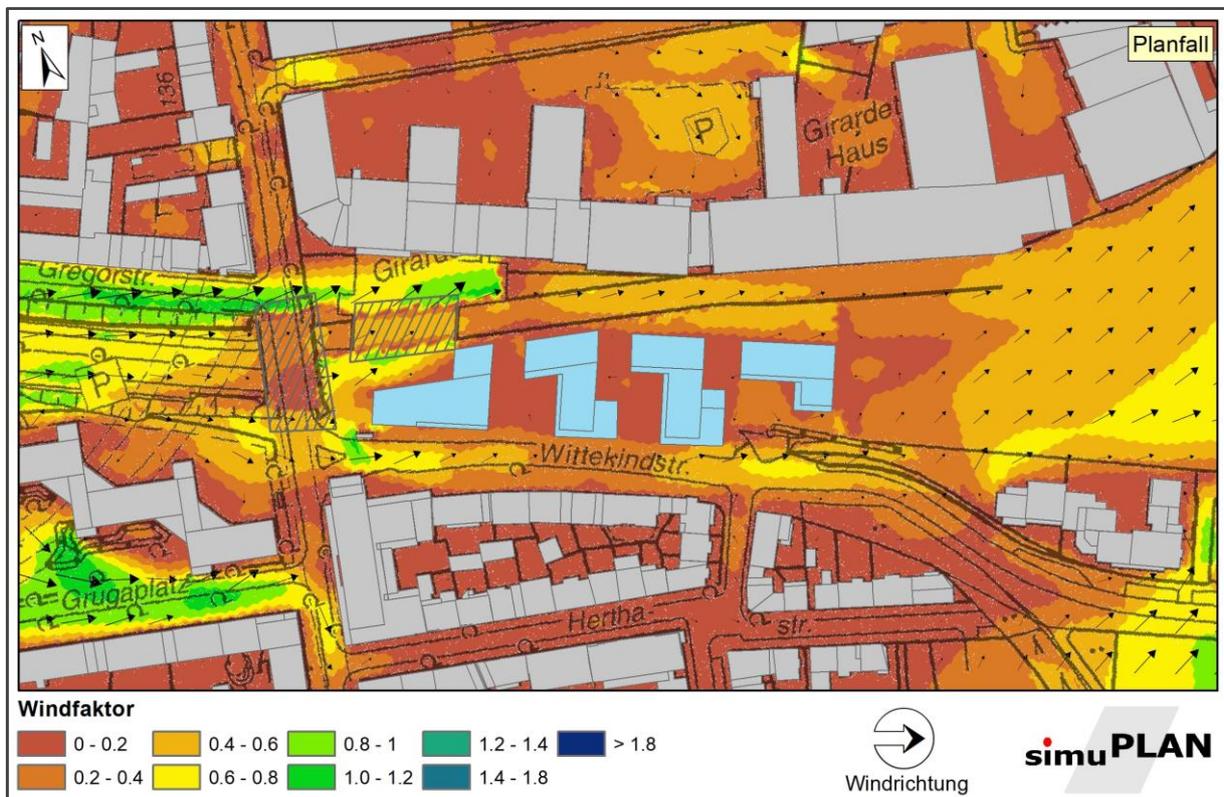
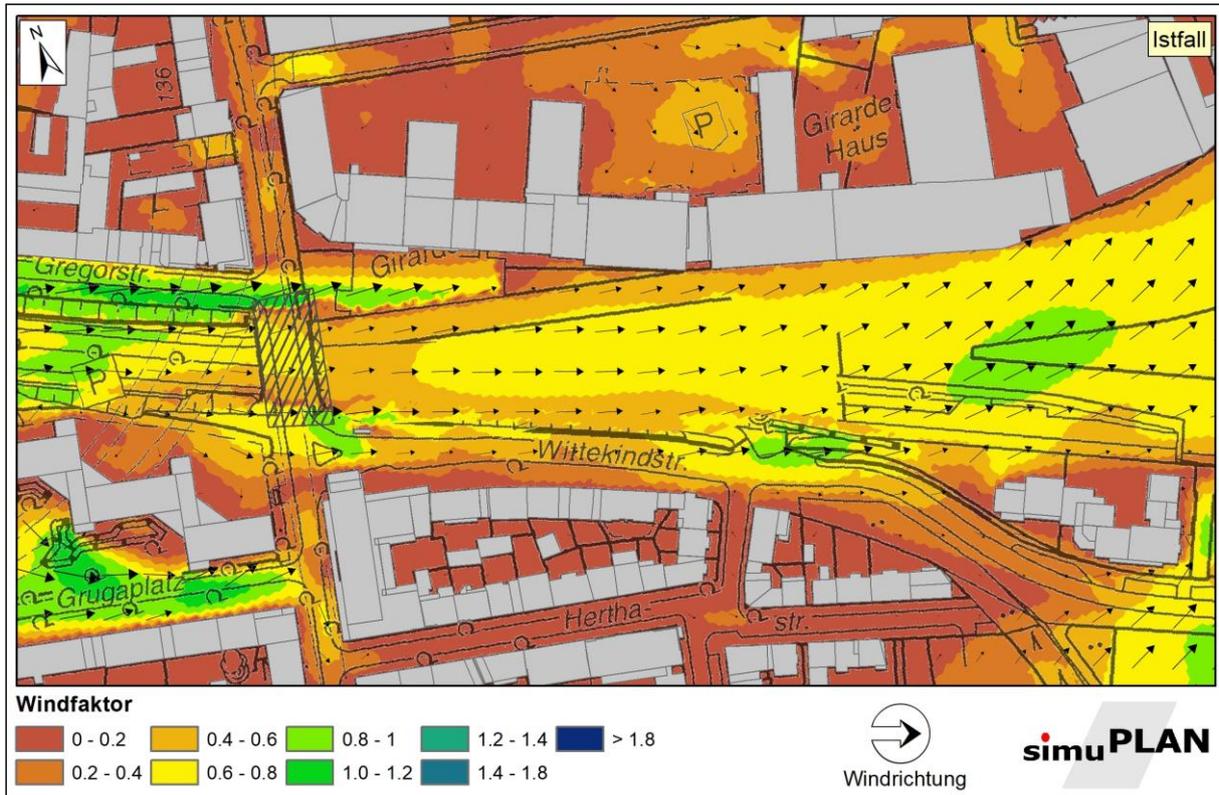
A 1: Horizontales Windfeld bei nordöstlicher Anströmung (50°)

Der Windgeschwindigkeitsfaktor gibt das Verhältnis der lokalen Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund zur Freilandwindgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund an.



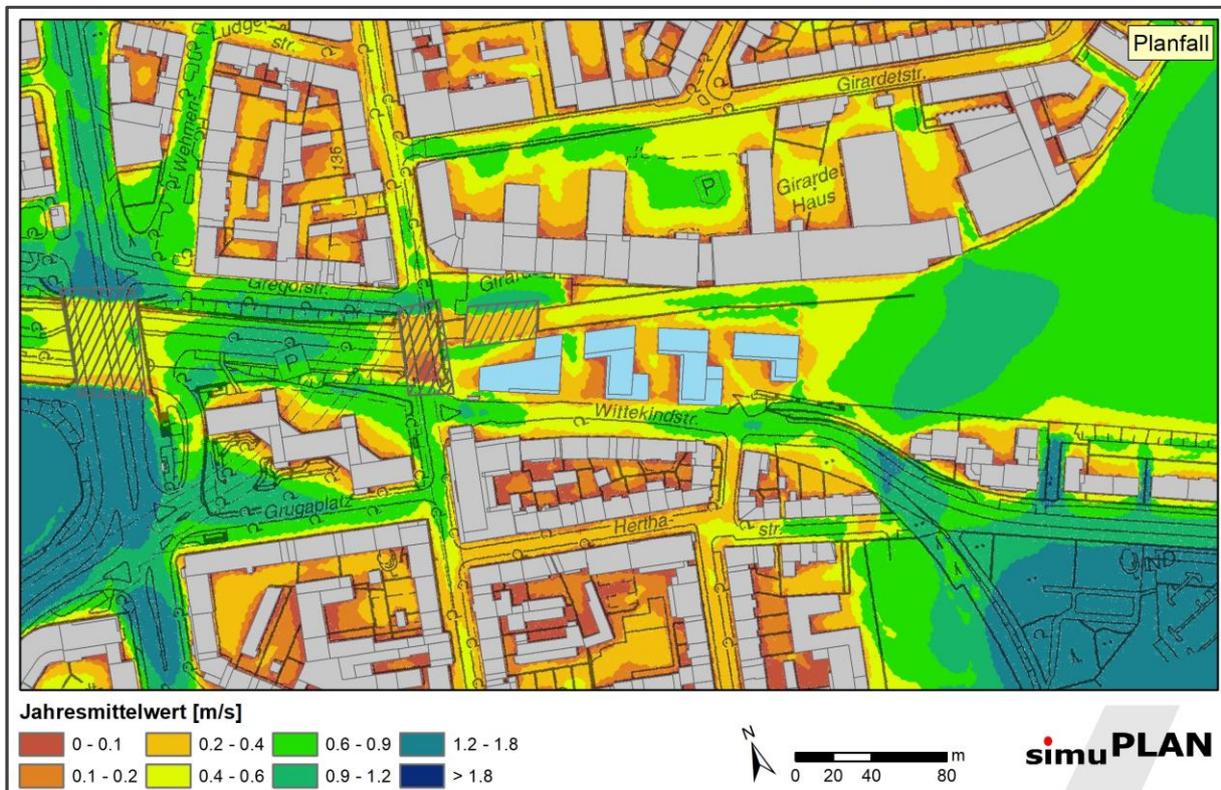
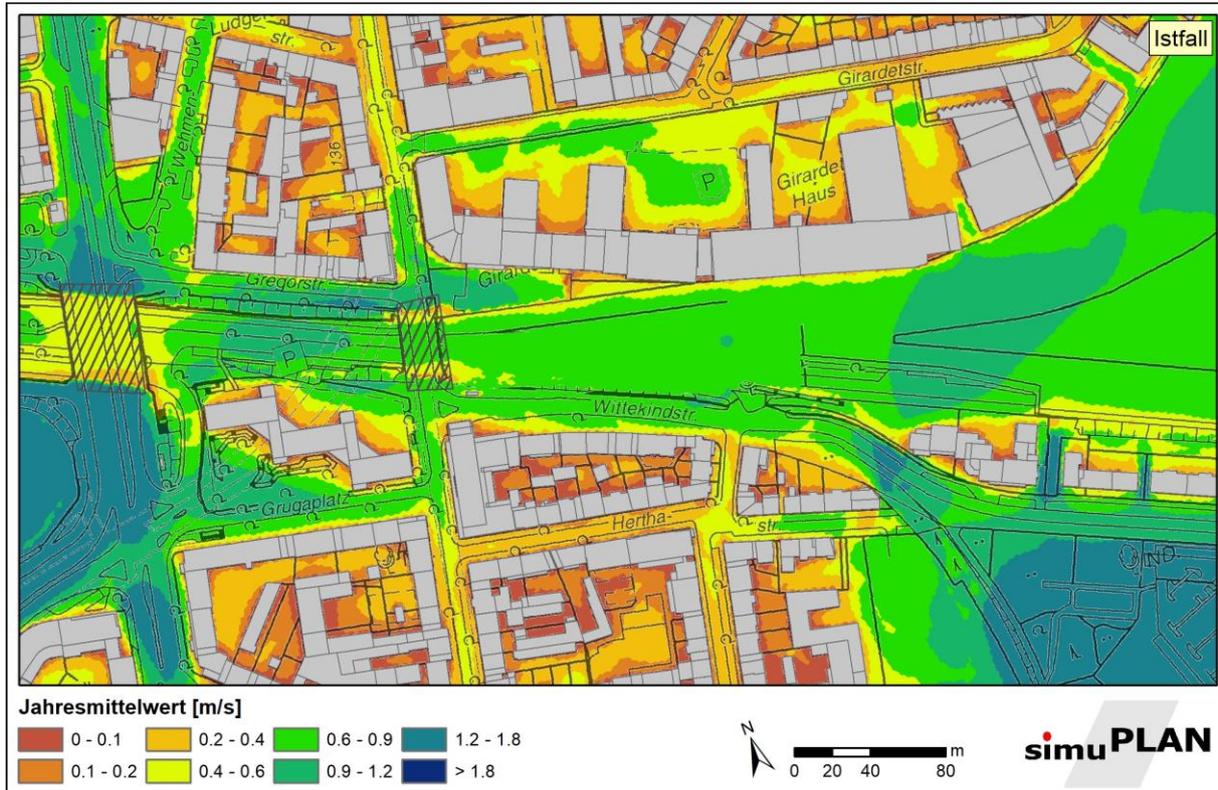
A 2: Horizontales Windfeld bei südwestlicher Anströmung (230°)

Der Windgeschwindigkeitsfaktor gibt das Verhältnis der lokalen Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund zur Freilandwindgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund an.

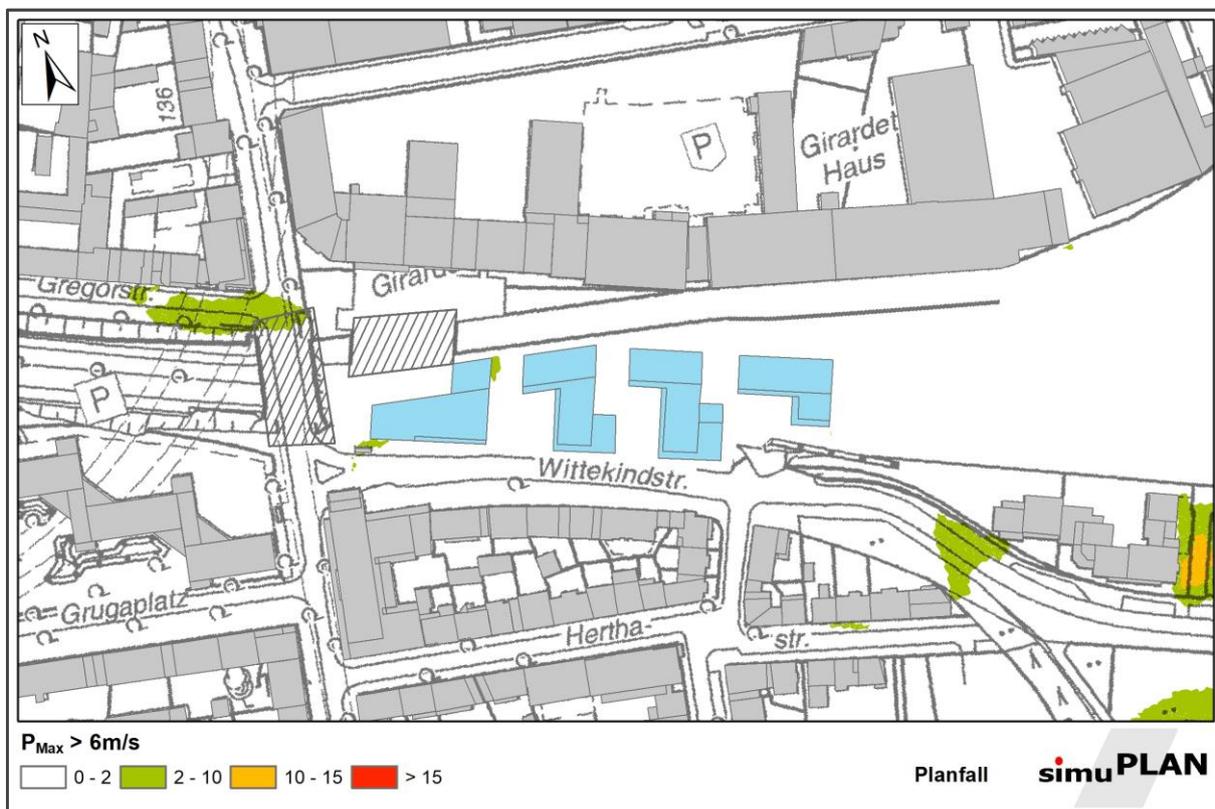
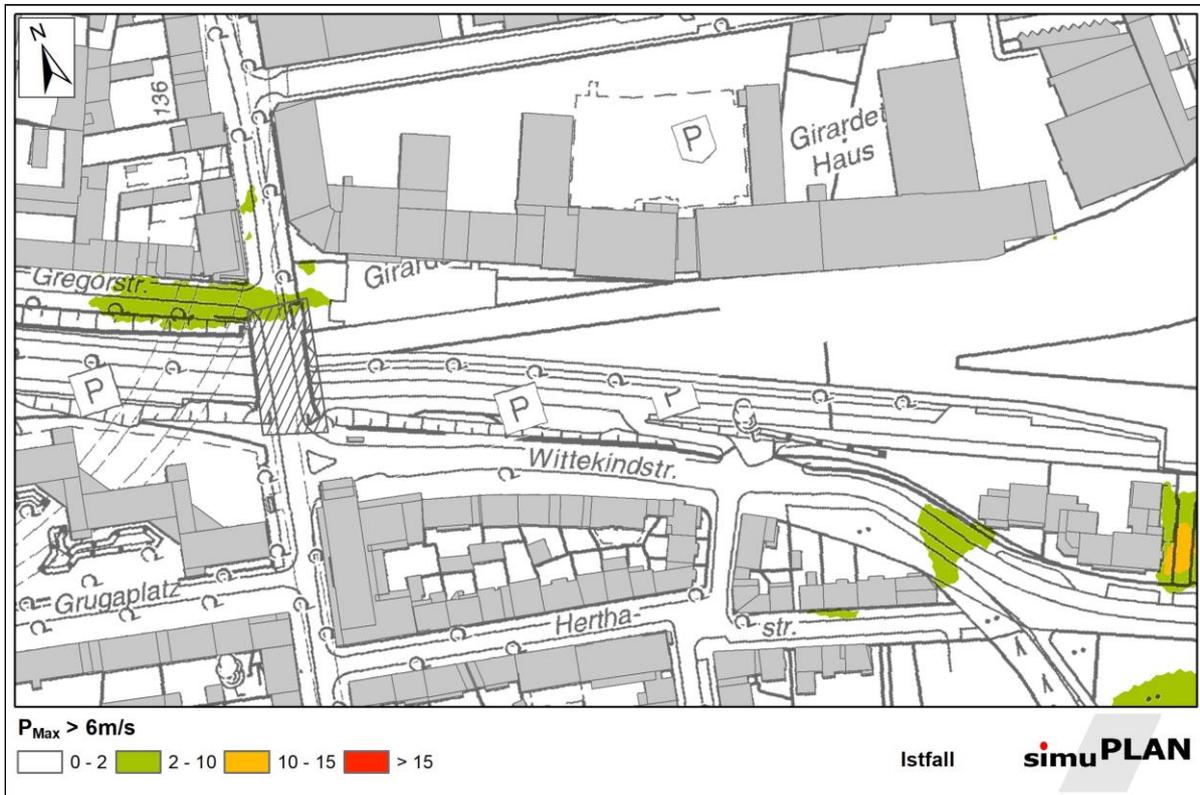


A 3: Horizontales Windfeld bei westlicher Anströmung (270°)

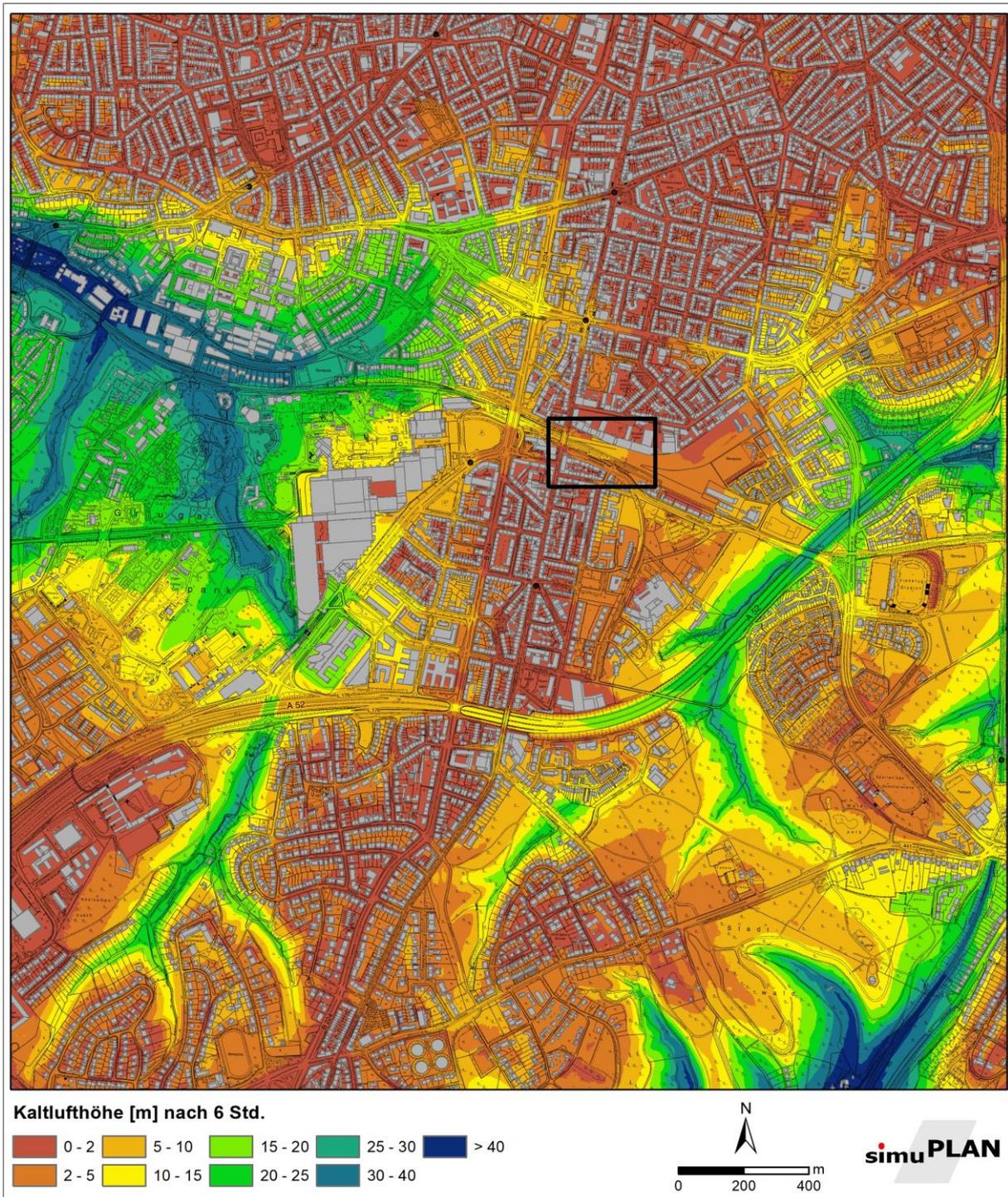
Der Windgeschwindigkeitsfaktor gibt das Verhältnis der lokalen Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund zur Freilandwindgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund an.



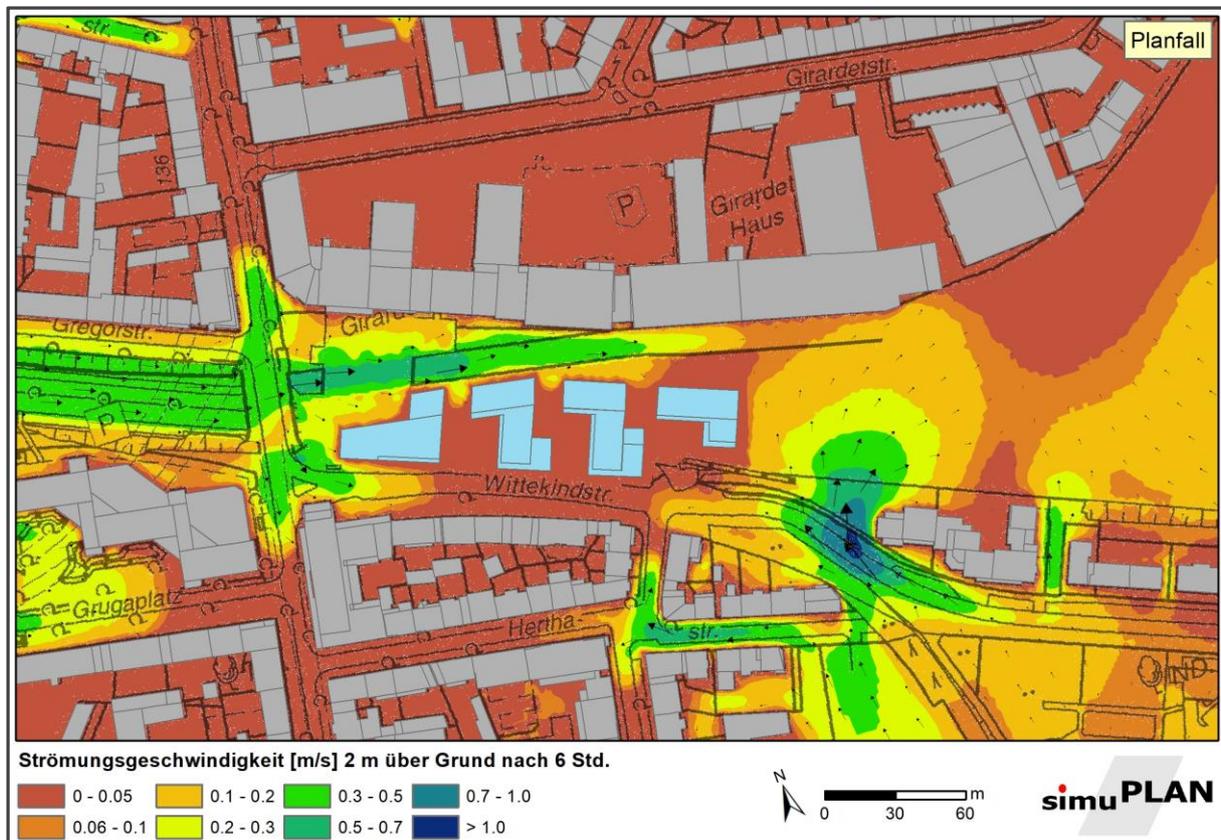
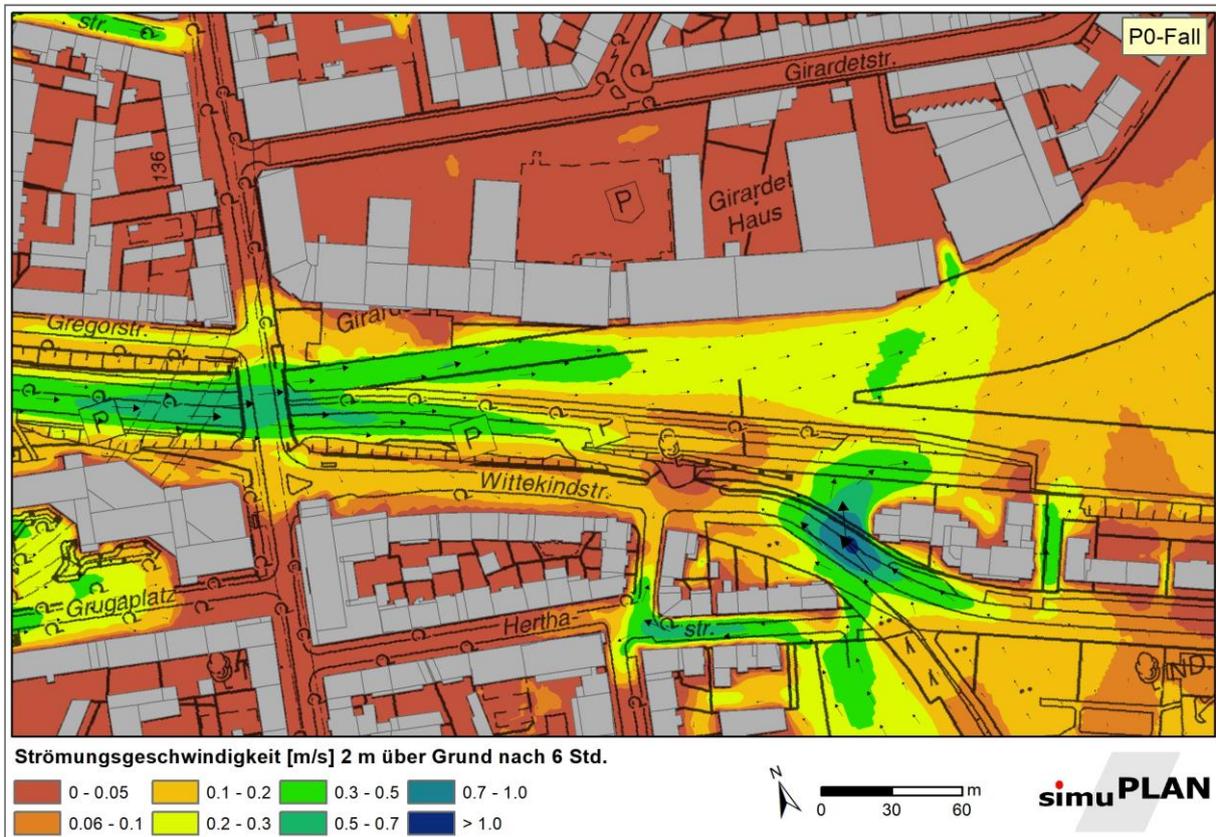
A 4: Jahresmittelwert der bodenahen Windgeschwindigkeit



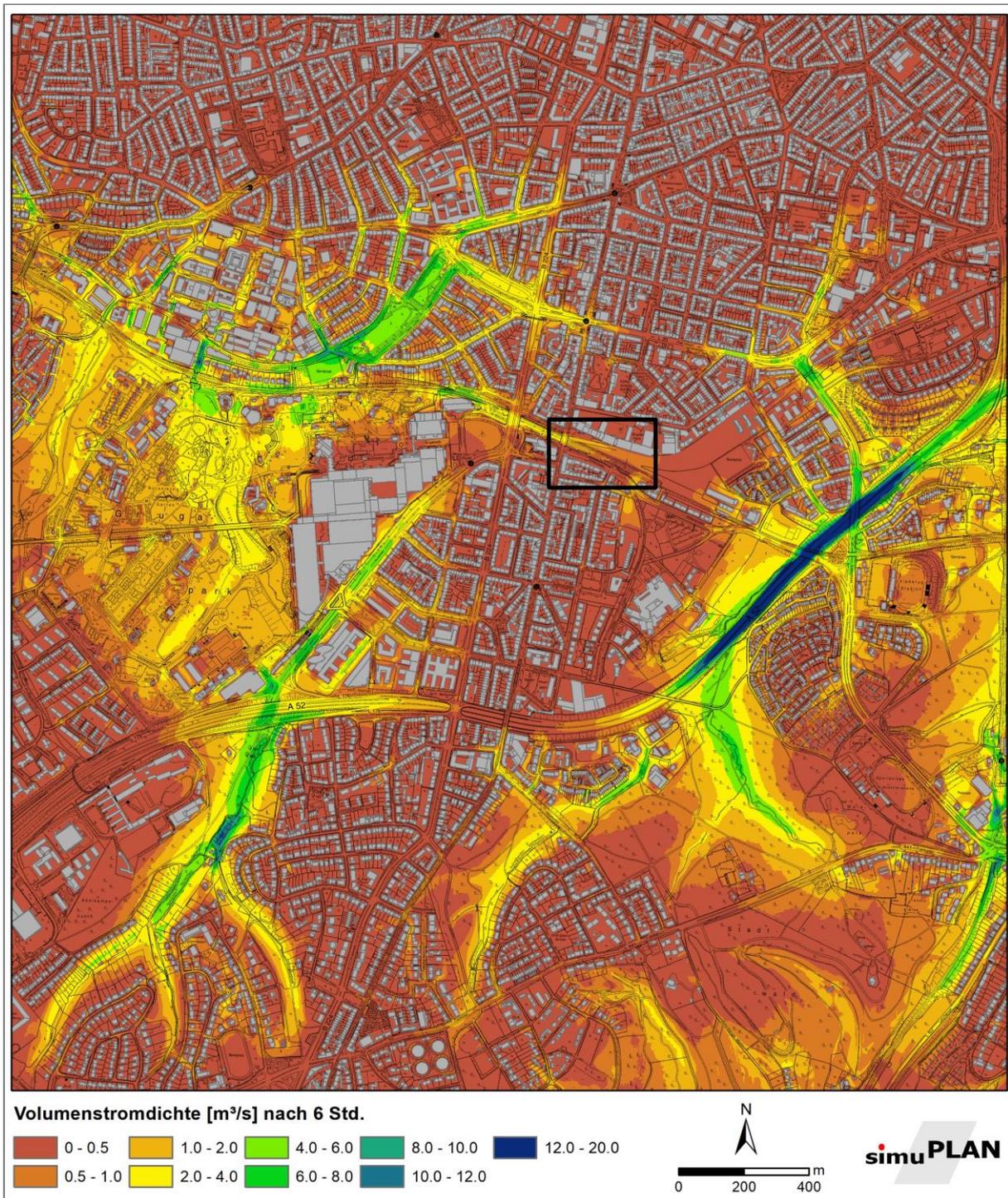
A 5: Prozentuale Häufigkeit des Überschreitens des Komfortschwellwertes von 6 m/s



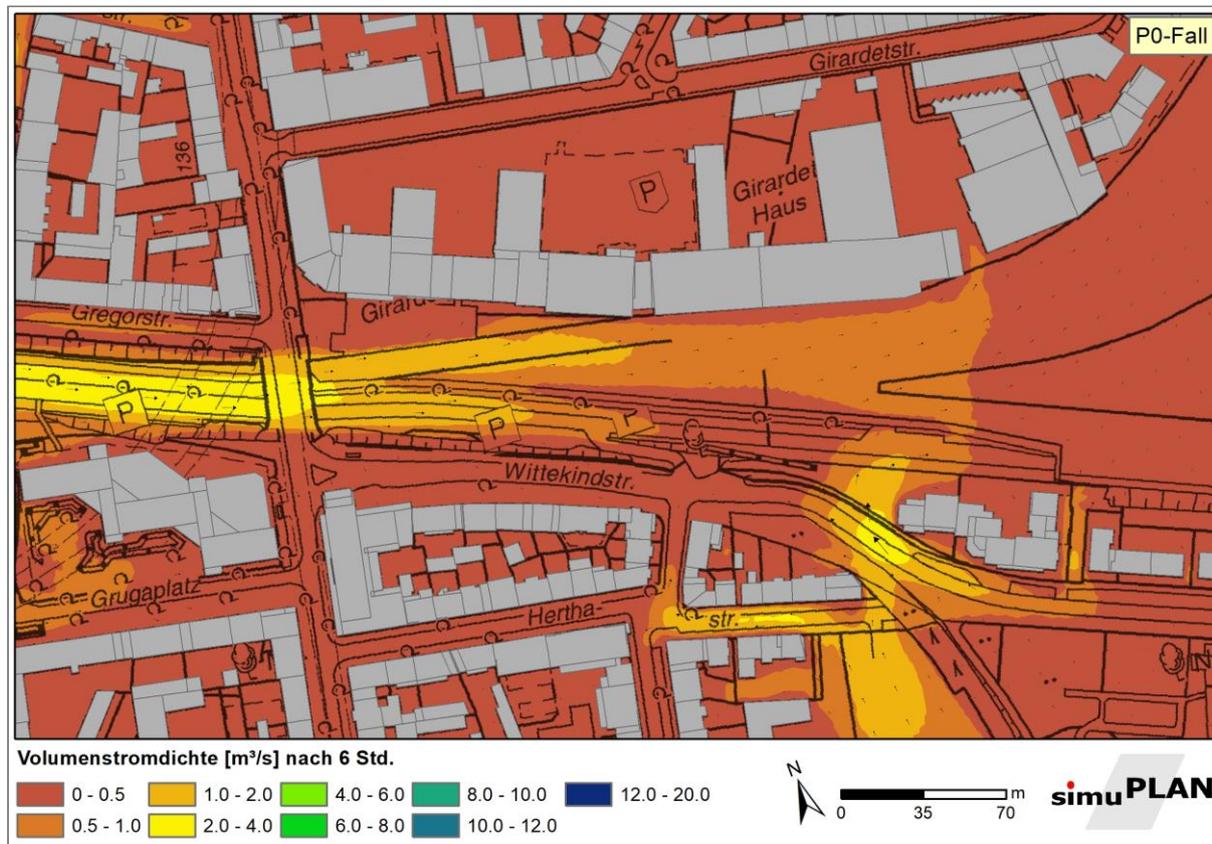
A 6: Kaltlufthöhe im Untersuchungsgebiet 6 Stunden nach Sonnenuntergang



A 7: Strömungsgeschwindigkeit in 2m über Grund 6 Stunden nach Sonnenuntergang für den Istfall (oben) und dem Planfall (unten)



A 8: Volumenstromdichte im Untersuchungsgebiet 6 Stunden nach Sonnenuntergang



A 9: Volumenstromdichte im Plangebiet 6 Stunden nach Sonnenuntergang für den Istfall (oben) und dem Planfall (unten)