



Lohmeyer

Entwurf vom 10.08.2021

**NEUBAU HOCHHAUS TOWER WEST
IN ERFURT**

- WINDKOMFORTSTUDIE -

Auftraggeber:

Gustav Zech Stiftung
Marcusallee 35
28359 Bremen

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dorsten

M.Sc. Geoinformatik S. Deimel

Dipl.-Met. G. Ludes

August 2021
Projekt 30030-20-02
Berichtsumfang 23 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
2	AUFGABENSTELLUNG	2
3	GRUNDLAGEN	4
	3.1 Beaufort-Skala	4
	3.2 Windgeschwindigkeitsfaktor als Bewertungskenngröße	5
4	BEURTEILUNGSKRITERIEN	6
5	EINGANGSDATEN	9
	5.1 Örtliche Gegebenheiten und Planung	9
	5.2 Windrichtungsverteilung der Wetterstation Erfurt-Flughafen	11
6	RECHENMODELL	12
7	ERGEBNISSE	13
	7.1 Belüftung, Luftaustausch, Luftleitbahnen	13
	7.2 Windkomfort.....	19
	7.3 Fazit	22
8	LITERATUR	23

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Namen 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 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des städtebaulichen Grundlagenvertrages zur Entwicklung des Areals „ICE-City, Teilbereich Ost/Schmidtstedter Tor“ der LEG Thüringen werden zwei Hochhäuser geplant, die als neue Landmarke und Fernzeichen der künftigen ICE-City dienen sollen. Das westliche Hochhaus namens „Tower West“ befindet sich am östlichen Endpunkt der Kurt-Schumacher- bzw. Schmidtstedter Straße. Das östliche Pendant „Tower Ost“ liegt auf der anderen Seite des Gera-Flutgrabens an der Stauffenbergallee.

Da bei stürmischen Wetterlagen im nahen Umfeld von hohen Gebäuden sehr hohe Windgeschwindigkeiten auftreten können, wurde das Ingenieurbüro Lohmeyer mit der Erstellung einer Windkomfortstudie beauftragt, um die windklimatischen Veränderungen und mögliche Beeinträchtigungen der Aufenthaltsqualität durch den „Tower West“ im Bebauungsplangebiet und der näheren Umgebung zu ermitteln und zu bewerten.

Die Windkomfortstudie basiert auf dreidimensionalen numerischen Windfeldsimulationen mit dem mikroskaligen Strömungsmodell MISKAM (EICHHORN 1989). Als Bewertungsgrundlage wird die Richtlinie VDI 3787 Blatt 4 von Dezember 2020 herangezogen.

Die windklimatische Analyse belegt, dass eine relevante Verschlechterung des Windkomforts oder des Luftaustauschs außerhalb des Plangebietes des „Towers West“ nicht zu erwarten ist. Im Bereich der angrenzenden Wohngebiete können daher planungsbedingte lufthygienische und bioklimatische Beeinträchtigungen ausgeschlossen werden.

Im näheren Umfeld der geplanten Hochhäuser sind hingegen deutliche Änderungen des bodennahen Windfelds zu erwarten. Im Bereich des „Towers West“ ergeben sich insbesondere an der nordwestlichen und der südöstlichen Gebäudeecke erhöhte bodennahe Windgeschwindigkeiten, sodass ein engbegrenzter Bereich an der südöstlichen Ecke nur die Anforderungen der Windkomfortklasse D erfüllt. Eine Gefährdung durch Starkwinde im Sinne der Richtlinie VDI 3787 Blatt 4 kann für das Umfeld des „Towers West“ aber ausgeschlossen werden. Somit ist in allen Teilbereichen ein zügiges Passieren problemlos möglich. Von windempfindlichen Nutzungen wie einer Aufenthaltszone im Freien wird im Bereich der südöstlichen Gebäudeecke allerdings abgeraten. Bei geplanten Türen in diesem Bereich wird ein Windfang für den Eingangsbereich empfohlen. Für die Bewertung der windklimatischen Auswirkungen des „Towers Ost“ wird auf die Voruntersuchung von März 2020 verwiesen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen des städtebaulichen Grundlagenvertrages zur Entwicklung des Areals „ICE-City, Teilbereich Ost / Schmidtstedter Tor“ der LEG Thüringen werden zwei Hochhäuser geplant, die als neue Landmarke und Fernzeichen der künftigen ICE-City dienen sollen. Das westliche Hochhaus namens „Tower West“ befindet sich am östlichen Endpunkt der Kurt-Schumacher- bzw. Schmidtstedter Straße. Das östliche Pendant „Tower Ost“ liegt auf der anderen Seite des Gera-Flutgrabens an der Stauffenbergallee. (vgl. **Abb. 2.1**).

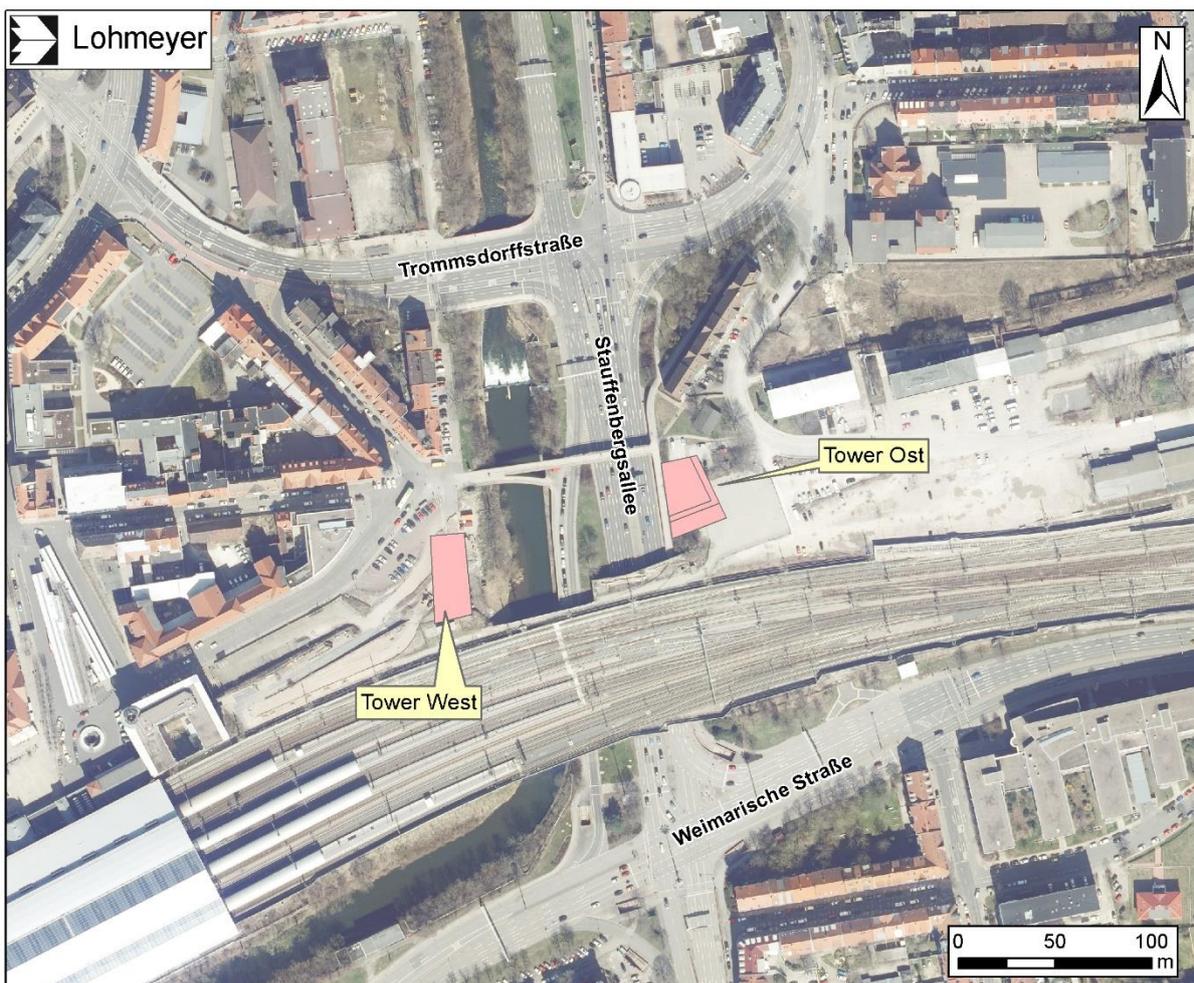


Abb. 2.1: Lage der geplanten Hochhäuser

Im nahen Umfeld hoher Gebäude können bei stürmischen Wetterlagen sehr hohe Windgeschwindigkeiten auftreten. Aus diesem Grund wurde das Ingenieurbüro Lohmeyer beauftragt, die windklimatischen Veränderungen und mögliche Beeinträchtigungen der Aufenthaltsqualität im Bebauungsplangebiet und der näheren Umgebung des „Towers West“ zu ermitteln und zu bewerten. Dabei wird der Siegerentwurf des „Towers West“, der durch einen Wettbewerb entschieden wurde, zugrunde gelegt. Die windklimatischen Auswirkungen

des „Towers Ost“, dessen Planung sich mit dem Siegerentwurf nicht geändert hat, wurden bereits in einer Voruntersuchung von März 2020 bewertet.

Das Plangebiet wird im Nordwesten von den Verkehrsflächen der Kurt-Schumacher-Straße, im Osten durch die Flutgrabenböschung und im Süden durch das Bahngelände begrenzt.

Windklimatisch zu beachten ist auch die umfangreiche stadtweite Untersuchung zum „Klimagerechten Flächenmanagement der Landeshauptstadt Erfurt“ (KATSCHNER 2018), die im nahen Umfeld der Planung im Bereich der östlich angrenzenden Gleisanlagen, des Juri-Gargarin-Rings und der Stauffenbergallee Luftleitbahnen ausweist.

Im Rahmen der Windkomfortstudie sind daher folgende Fragestellungen zu klären:

- Kommt es durch Fallwinde oder Düseneffekte zu Windgefahren oder Nutzungseinschränkungen im nahen Umfeld des „Towers West“?
- Sind im Umfeld des „Towers West“ Beeinträchtigungen der Belüftung, des Luftaustausches oder die Funktionsfähigkeit von Luftleitbahnen zu erwarten?

3 GRUNDLAGEN

3.1 Beaufort-Skala

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

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

Tab. 3.1: Beaufort-Skala und Windgeschwindigkeit nach (CHRISTOFFER 1989)

3.2 Windgeschwindigkeitsfaktor als Bewertungskenngröße

Der Windgeschwindigkeitsfaktor γ 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 einer Bezugshöhe von 1.5 m über Grund. Dieser Wert orientiert sich an einer entsprechenden Festlegung in der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 von Dezember 2020 (VDI 2020).

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 ($\gamma < 1,0$). 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 ($\gamma > 1,0$).

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

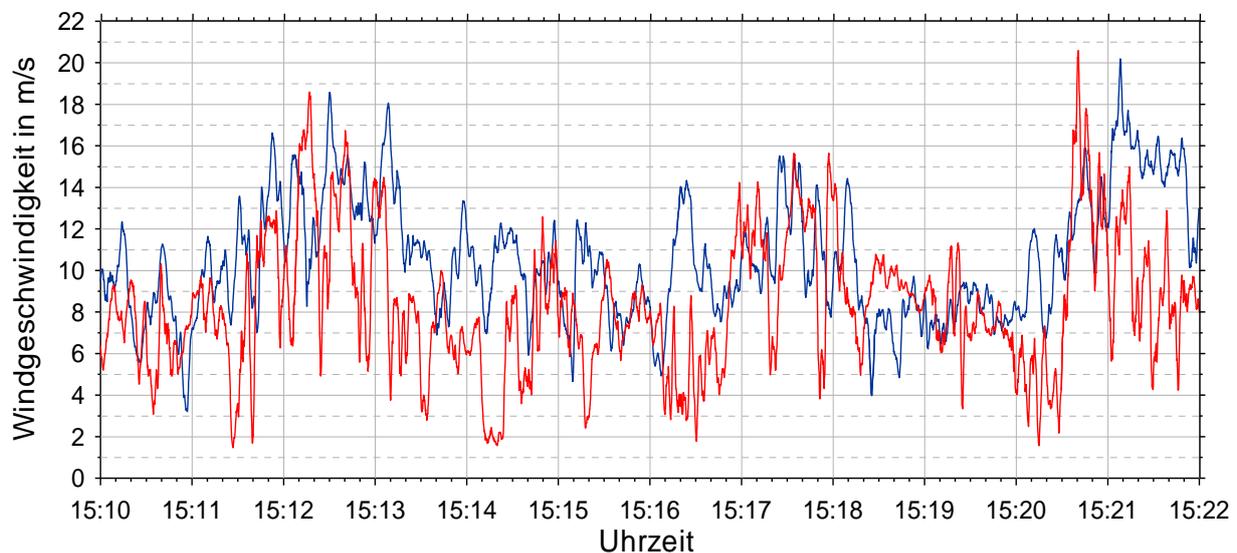


Abb. 3.1: Zeitverlauf der Böengeschwindigkeiten (2s-Mittelwerte) an einem Hochhaus

blaue Linie – Überdachstation, rote Linie – Bodenmessstation an einer Ecke des Gebäudes

4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

Der Windkomfort ist ein Maß für das menschliche Empfinden in Abhängigkeit der lokalen Windgeschwindigkeit. Im Sommer können Windgeschwindigkeiten als angenehm kühlend empfunden werden, während sie im Winter das Kälteempfinden verstärken und daher als unangenehm wahrgenommen werden.

Als Bewertungsgrundlage wird die Richtlinie VDI 3787 Blatt 4 vom Dezember 2020 herangezogen. Damit entspricht die Bewertung dem Stand der Technik. In dieser Richtlinie ist Folgendes vermerkt:

„Eine Windgefahr ist dann gegeben, wenn es lokal, hervorgerufen durch ein Bauwerk, im Bereich einer öffentlich zugänglichen Verkehrsfläche o. Ä. zu einer Verstärkung nicht nur der mittleren Windgeschwindigkeit, sondern auch der Böigkeit kommt, die die Sicherheit von Personen gefährdet (insbesondere durch eine erhöhte Sturzgefahr für Fußgänger und Radfahrer oder umherfliegende Gegenstände, wie Äste).“

Das lokale Windklima lässt sich nach der o. g. Richtlinie in vier Kategorien einteilen, und zwar in die Komfortbereiche A (sehr hoher Windkomfort) bis D (sehr geringer Windkomfort). Der Grad der Belästigung bzw. Beeinträchtigung durch zu hohe Windgeschwindigkeiten ist von den jeweiligen Tätigkeiten betroffener Personen abhängig. Deshalb werden laut o. g. VDI-Richtlinie folgende Aktivitätsklassen gebildet:

- Längeres Sitzen oder Stehen (höchste Anforderungen an den Windkomfort, z. B. in Parkanlagen, Marktplätzen, Straßencafés, Biergärten, Spielplätzen, Ruhezonen)
- Kurzzeitiges Sitzen und Stehen (z. B. Bahn- oder Bushaltestelle, sonstige Wartebereiche im Freien)
- Langsames Flanieren, Bummeln (z. B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)
- Zügiges Durchqueren (geringste Anforderungen an den Windkomfort, z. B. Passagen, Parkplätze).

Den vier Bereichen A bis D werden diese Aktivitätsklassen entsprechend **Tab. 4.1** zugeordnet. In **Tab 4.2** sind die Grenzwindgeschwindigkeiten für die verschiedenen Windkomfortbereiche A – D aufgeführt. Bei der Beurteilung ist der ungünstigste ermittelte Windkomfortbereich zu wählen.

Windkomfortbereich	Aktivitätsklasse			
	Längeres Sitzen oder Stehen	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen	Langsames Flanieren, Bummeln	Zügiges Durchqueren
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	mäßig geeignet

Tab. 4.1: Kriterien zur Beurteilung des lokalen Windklimas auf Belästigungen durch Wind nach VDI 3787 Blatt 4 (2020)

Grenzgeschwindigkeit $u_{\text{Grenz}} (p = 0,01 \%)$	Bereich A: $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	Bereich B: $9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	Bereich C: $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	Bereich D: $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Überschreitungswahrscheinlichkeit p in %	Grenzgeschwindigkeit in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$			
100	0,00	0,00	0,00	0,00
95	0,75	1,13	1,50	1,88
80	1,35	2,03	2,71	3,39
60	1,89	2,83	3,77	4,72
50	2,13	3,20	4,26	5,33
20	2,99	4,48	5,97	7,47
10	3,45	5,17	6,89	8,62
5	3,83	5,74	7,66	9,57
2	4,26	6,39	8,52	10,65
1	4,55	6,82	9,09	11,37
0,5	4,81	7,21	9,62	12,02
0,2	5,13	7,69	10,25	12,82
0,1	5,35	8,02	10,70	13,37
0,05	5,56	8,33	11,11	13,89
0,02	5,82	8,72	11,63	14,54
0,01	6,00	9,00	12,00	15,00

Tab. 4.2: Grenzgeschwindigkeiten $u_{\text{Grenz}} (p)$ für die verschiedenen Windkomfortbereiche A-D aus VDI 3787 Blatt 4 (2020)

Zur Gefährdung durch Starkwind ist der Richtlinie Folgendes zu entnehmen:

„Sind die stundengemittelten Windgeschwindigkeiten mit den zugehörigen Überschreitungswahrscheinlichkeiten größer als der Bereich D, sollte eine genauere Überschreitungswahrscheinlichkeit durch eine Zeitreihenanalyse der Windgeschwindigkeit [...] ermittelt werden. Um eine Gefährdung durch Wind weitgehend auszuschließen, dürfte die lokale stundengemittelte Windgeschwindigkeit von 15 m/s (dies entspricht einer 3-s-Böe von 23.5 m/s) in maximal 0.01 % der Zeit überschritten werden.“

Kann bei der Modellierung eine Gefährdung durch Starkwinde nicht ausgeschlossen werden, sind weiterführende Untersuchungen, z. B. im Windkanal, durchzuführen.

5 EINGANGSDATEN

5.1 Örtliche Gegebenheiten und Planung

Die Ableitung der Geometrien der Bestandbebauung im Untersuchungsraum erfolgte auf Grundlage eines Digitalen Gebäudemodells (Stand: Juni 2021) aus den Geodatenquellen des Landes Thüringen. Diese Daten wurden anhand von aktuellen Orthophotos geprüft und gegebenenfalls angepasst.

Die relativen Höhendifferenzen wurden aus einem Digitalen Geländemodell aus den Geodatenquellen des Landes Thüringen abgeleitet und im Modell berücksichtigt. Die Topographie im näheren Umfeld der Planung ist geprägt von dem Gera-Flutgraben und der Bahntrasse (vgl. **Abb. 5.1**). Die beiden Hochhäuser befinden sich auf der höher gelegenen Bahntrasse entlang des Grabens und der Stauffenbergallee.

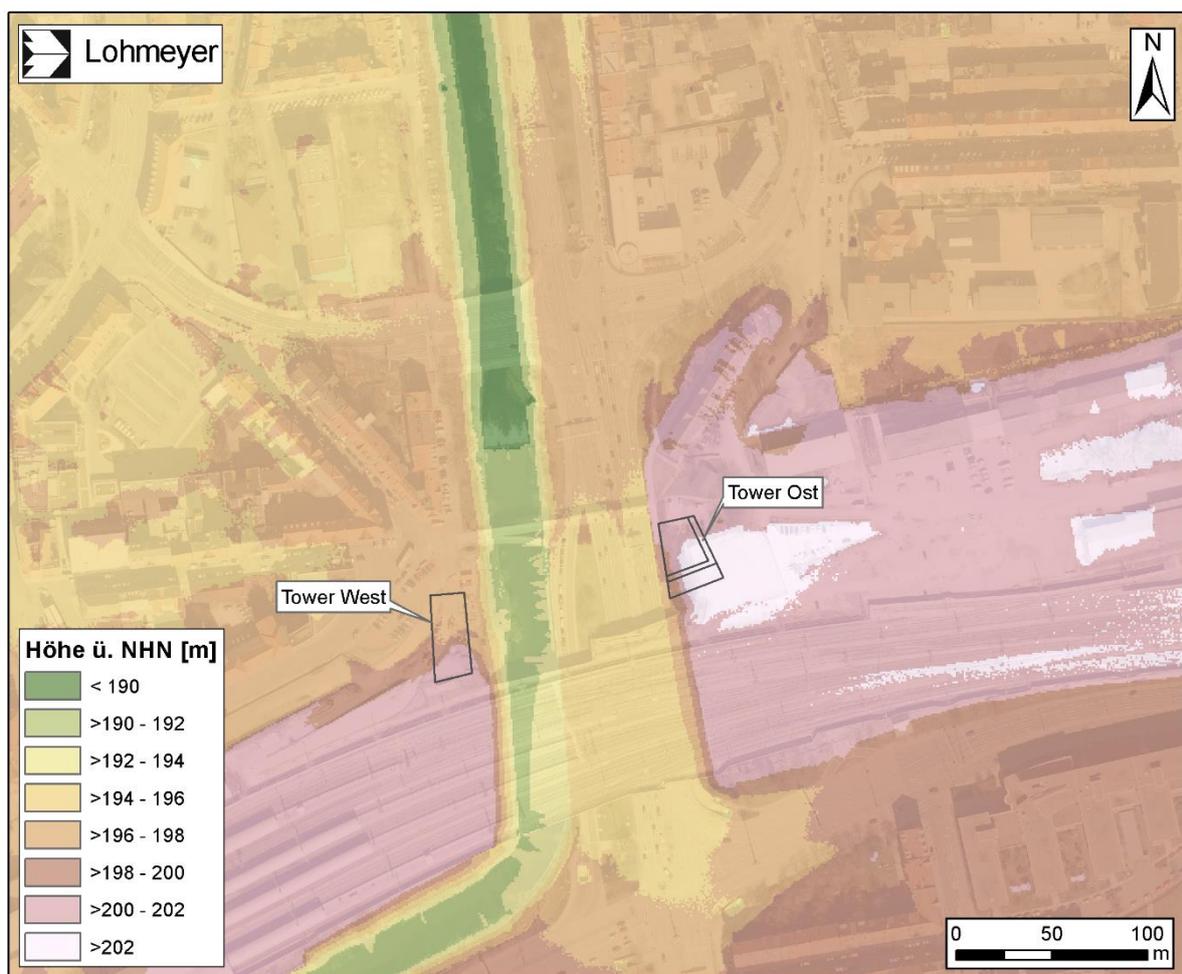


Abb. 5.1: Topographie im Untersuchungsgebiet

Die Standorte der Hochhäuser sind aktuell Freiflächen, die teilweise als Parkplatz genutzt werden. In der Umgebung der Planung befinden sich Stadtquartiere mit dichter Bebauung. Die Geometrien der geplanten Bebauung wurden auf der Grundlage aktueller Planungsgrundlagen (Stand 29.06.2021) generiert. Um die Auswirkungen des Hochhauses auf die Bestandsbebauung beurteilen zu können, enthält der Istzustand die Plangebäude des Bebauungsplans KRV706. Die **Abb. 5.2** zeigt die Gebäudehöhen der Bestandsbebauung und der Planung.

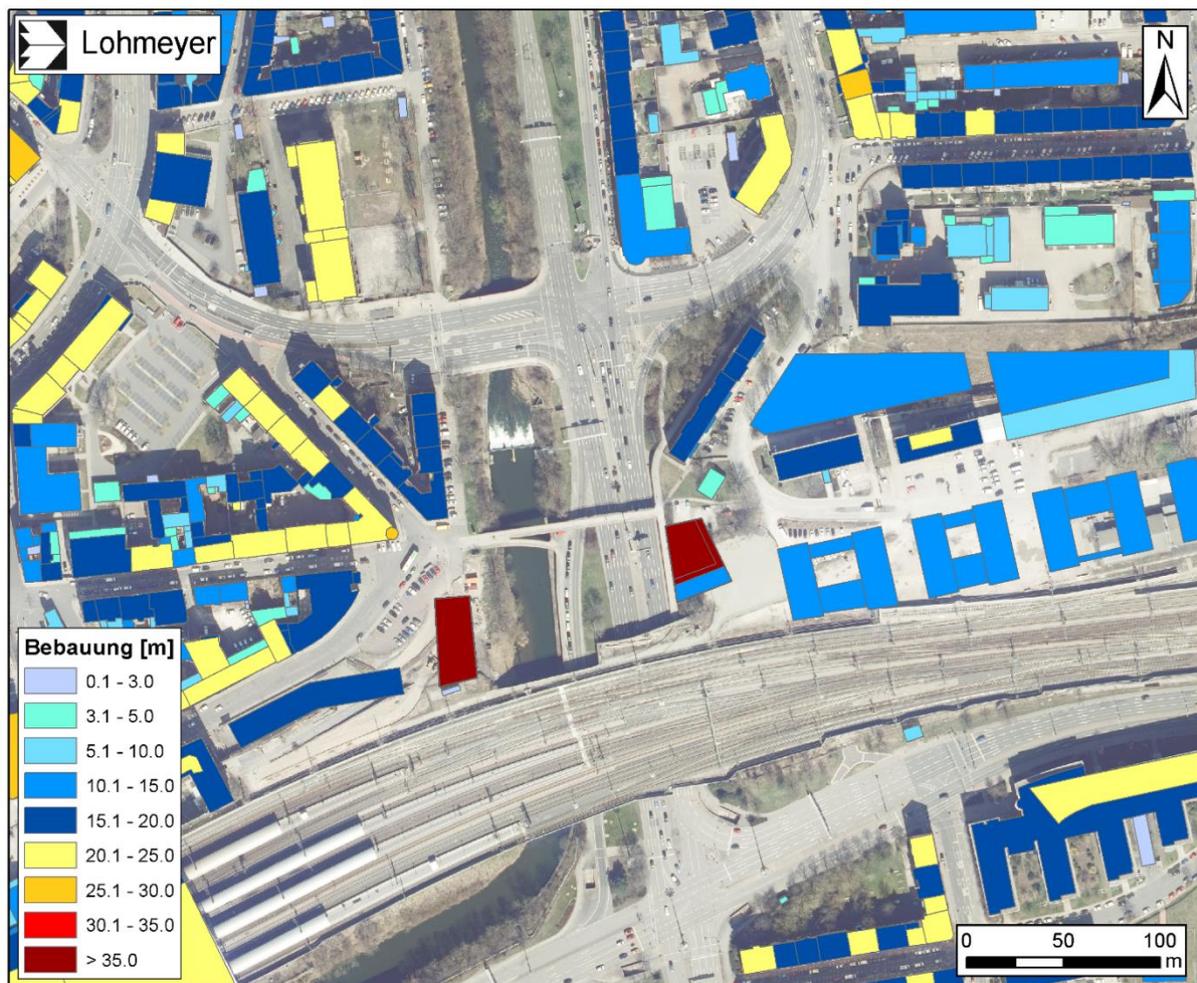


Abb. 5.2: Lage der Bebauung mit relativen Höhen

5.2 Windrichtungsverteilung der Wetterstation Erfurt-Flughafen

Zur Beurteilung der Windverhältnisse vor Ort wurde auf eine Wetterstatistik der DWD-Wetterstation am Flughafen Erfurt/Weimar zurückgegriffen. Da sich die Wetterstation nicht im Untersuchungsgebiet befindet, müssen zur Ermittlung der lokalen Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet die Winddaten der DWD-Station auf die Erfurter Innenstadt übertragen werden (vgl. VDI 2019). Hierzu wurden in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Erfurt die Windgeschwindigkeiten der DWD-Station um 30 % reduziert.

Die **Abb. 5.3** verdeutlicht, dass im Untersuchungsgebiet bevorzugt Winde aus südwestlichen und nordöstlichen Richtungen auftreten. Hohe Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeiten treten insbesondere bei südwestlichen und westlichen Windrichtungen, erheblich seltener auch bei östlichen Richtungen auf, sodass diese Windrichtungen für Aspekte des Windkomforts besonders relevant sind.

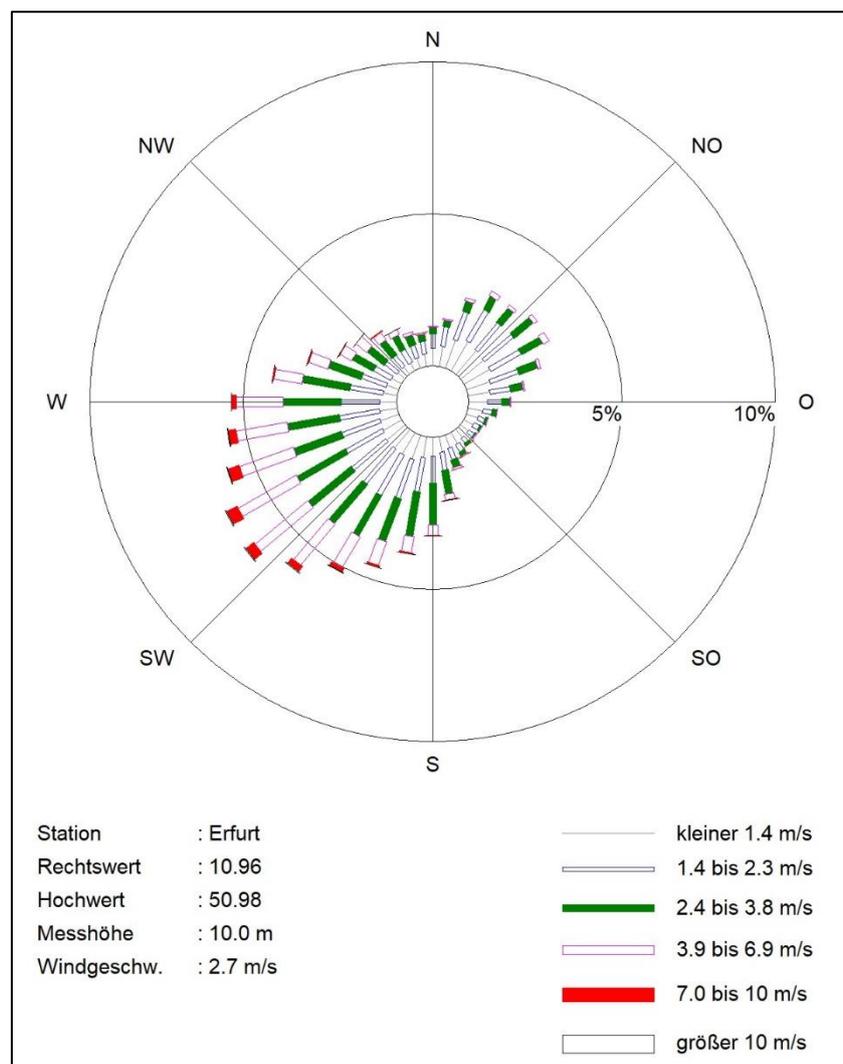


Abb. 5.3: Windrichtungsverteilung der Wetterstation Erfurt-Flughafen

Datengrundlage: Windmessdaten des Zeitraumes 01.01.1989 bis 31.12.2018

6 RECHENMODELL

Als wesentliche Grundlage der Windkomfortstudie wurden Simulationsrechnungen mit dem mikroskaligen Strömungsmodell *MISKAM* (EICHORN 1989) durchgeführt. *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 vorliegt, werden als undurchlässig gekennzeichnet.

Das Rechenzellgitter des Untersuchungsgebietes wurde mit Hilfe eines Gittergenerierungsprogrammes auf der Basis der digitalisierten Gebäude erzeugt. Typische Kenndaten dieses Rechengitters sind in der **Tab. 6.1** zusammengefasst.

Anzahl und Abstand der Gitterpunkte			Gitterpunktanzahl
x-Richtung	y-Richtung	z-Richtung	
628 1.5 m	580 1.5 m	41 0.6 m*	14 933 840

Tab. 6.1: Kenndaten des Rechengitters

* Variabel, mit der Höhe zunehmend

Bei den Windfeldsimulationen werden lokale Veränderungen des bodennahen Windfeldes durch die bestehenden und die geplanten Gebäude detailliert im Modell abgebildet. Der windhemmende Einfluss von Bäumen und Sträuchern, Masten, Schildern, parkenden Autos u.a. wurde nicht detailliert bei den Berechnungen abgebildet, sondern lediglich über entsprechende Rauigkeitslängen berücksichtigt.

In Bereichen mit höherem Bewuchs werden daher die bodennahen Windgeschwindigkeiten bei den Modellrechnungen tendenziell überschätzt.

Die Simulationsrechnungen erfolgten für 36 Windrichtungen, wobei die Anströmrichtung in 10° Schritten variiert wurde.

7 ERGEBNISSE

7.1 Belüftung, Luftaustausch, Luftleitbahnen

Zur Analyse möglicher planungsbedingter Auswirkungen des „Towers West“ auf die Belüftung, den Luftaustausch und die Funktionsfähigkeit von Luftleitbahnen wurden folgende Auswertungen vorgenommen und grafisch dargestellt:

- Auswertung des bodennahen Windfelds (Windfaktor) für die Hauptwindrichtung Südwest (230°) (s. **Abb. 7.1**)
- Auswertung des bodennahen Windfelds (Windfaktor) für die Vorzugsrichtung Nordost (50°) (s. **Abb. 7.2**)
- Ermittlung des Jahresmittelwerts der bodennahen Windgeschwindigkeiten (s. **Abb. 7.3**)
- Differenz des Jahresmittelwerts der bodennahen Windgeschwindigkeiten durch die Planbebauung gegenüber dem Istzustand (s. **Abb. 7.4**)

In den Ergebnisgrafiken sind Bereiche mit lokal hohen Windgeschwindigkeiten durch blaue und grüne Farbtöne gekennzeichnet. Hier herrschen bei einer entsprechenden Anströmrichtung vergleichbare oder sogar höhere Windgeschwindigkeiten als im offenen Freiland, sodass hier ein sehr guter Luftaustausch gewährleistet ist. In den gelb und orange eingefärbten Bereichen sind für die zugehörige Windrichtung deutlich niedrigere Windgeschwindigkeiten als im Freiland zu erwarten. Hierdurch können unter Umständen erhöhte lufthygienische und bioklimatische Belastungen resultieren. Die Auswertung erfolgt für ein Höhenniveau von 1.5 m über Grund. Der „Tower Ost“ wird in den Abbildungen dargestellt, aber nicht ausgewertet.

Aus den Ergebnisgrafiken **Abb. 7.1 bis Abb. 7.4** lassen sich folgende Aussagen ableiten:

Allgemein

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. Besonders niedrige Windgeschwindigkeiten treten in den Innenhöfen der Blockrandbebauung auf.

Istzustand

Für den Bereich der Bahngleise und das nördlich angrenzende Bahngelände wird für den **Istzustand** erwartungsgemäß eine Luftleitbahn ausgewiesen. Die effektive Belüftung wird hier durch die geringe Bodenrauigkeit und die erhöhte topographische Lage sowie die Ausrichtung

der Trasse in Hauptwindrichtung verursacht (vgl. **Abb. 7.1**, oben und **Abb. 7.2**, oben). Der gute Luftaustausch spiegelt sich auch in den hohen Jahresmittelwerten der bodennahen Windgeschwindigkeiten wider (vgl. **Abb. 7.3**, oben). Wesentliche positive Effekte auf die Belüftung bzw. den Luftaustausch angrenzender dicht bebauter Wohnviertel über das Bahngelände hinaus sind hingegen nicht nachweisbar. Für diese sind die gut belüfteten Straßenzüge der unmittelbar südlich an die Bahntrasse angrenzenden Weimarischen Straße und Schillerstraße, der Stauffenbergallee sowie der nördlich der Plangebäude verlaufenden Trommsdorffstraße und Thälmannstraße von größerer Bedeutung. Auf dem Gelände des geplanten „Towers West“, westlich davon bis in die angrenzende Wohnbebauung sowie östlich im Bereich des Gera-Flutgrabens und der Stauffenbergallee bis zum südlichen Rand der Unterführung ergeben sich im Istzustand deutliche Minderungen der mittleren Windgeschwindigkeit gegenüber dem Freiland.

Planzustand

Ein Vergleich der Ergebnisse des **Planzustandes** mit dem Istzustand zeigt, dass sich nach der Planungsrealisierung die Windgeschwindigkeiten im Bereich der Bahngleise nur unwesentlich verändern. Deutliche Minderungen der mittleren Windgeschwindigkeit ergeben sich im Einflussbereich des „Towers West“ lediglich in einem engbegrenzten zwischen dem westlich angrenzenden Bebauungsriegel und den Bahngleisen (vgl. **Abb. 7.4**). Hier führt der Strömungswiderstand des geplanten Hochhauses zu einer Reduzierung des Luftaustausches, der sich auch in einer Minderung der Jahresmittelwerte der bodennahen Windgeschwindigkeiten widerspiegelt (vgl. **Abb. 7.3**, unten). Windfeldveränderungen mit teilweise deutlich erhöhten Windgeschwindigkeiten sind hingegen im direkten Umfeld des „Towers West“ zu erwarten. Verstärkungen der bodennahen Windgeschwindigkeiten werden sowohl bei südwestlichen als auch nordöstlichen Winden in den Bereichen nordwestlich und südöstlich des „Towers West“ prognostiziert (vgl. **Abb. 7.1**, unten und **7.2**, unten). Nordwestlich des „Towers West“ werden die sich am Hochhaus ausbildenden Fallwinde durch eine Strömungskanalisation, die sich aus der Gebäudestellung mit der westlich angrenzenden Bebauung der Trommsdorffstraße, Schmidtstedter Straße und Kurt-Schumacher-Straße ergibt, verstärkt. Die mittlere Windgeschwindigkeit nimmt dabei stellenweise um mehr als 1 m/s zu. Auch südöstlich des Hochhauses treten bei Südwest- und Nordostwind deutliche Windgeschwindigkeitszunahmen in Bodennähe auf. Diese resultieren aus Fallwinden im Bereich der windexponierten Geländekante zum tiefer gelegenen Gera-Flutgraben.

Die **Abb. 7.1 bis 7.4** belegen, dass die geplante Hochhausbebauung insgesamt keine Verschlechterung des Luftaustauschs in den angrenzenden zum Teil lufthygienisch hoch belasteten Straßenzügen verursachen wird. Für die innerstädtische Wohnbevölkerung sind daher keine Erhöhungen der lufthygienischen und thermischen Belastungen zu erwarten.

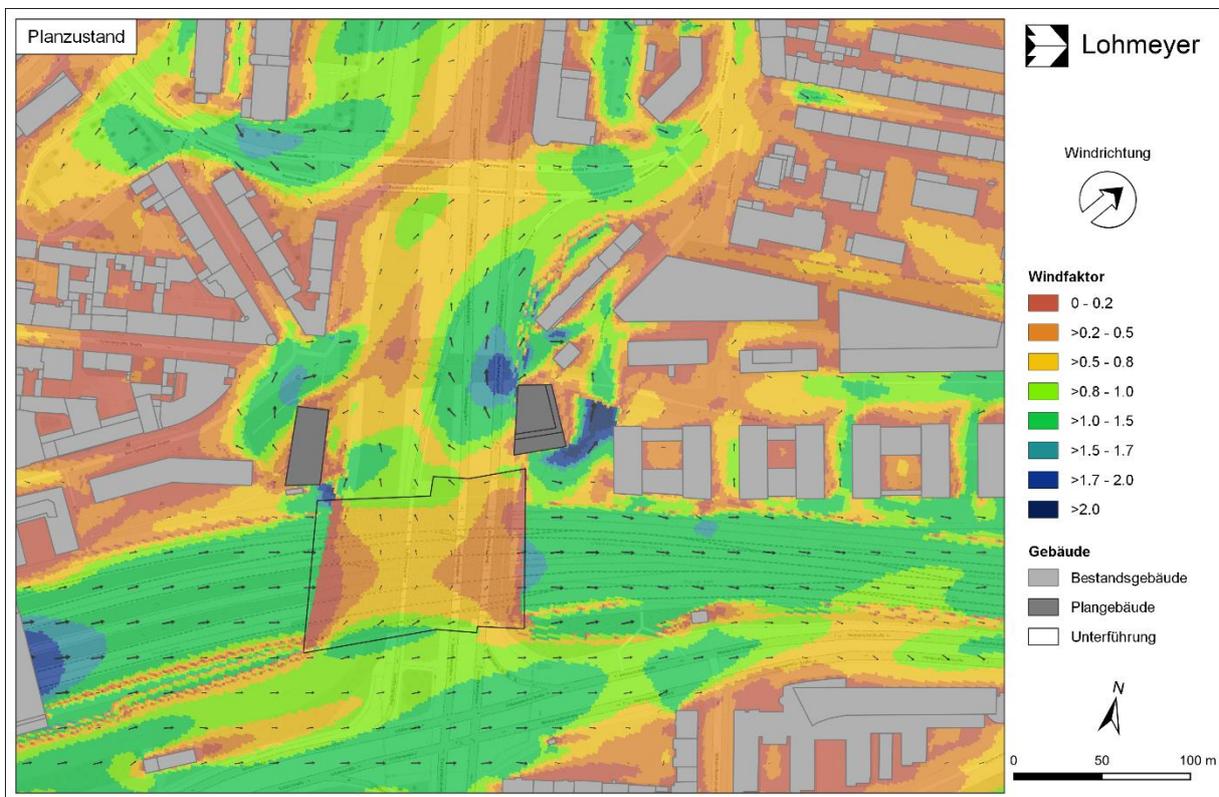
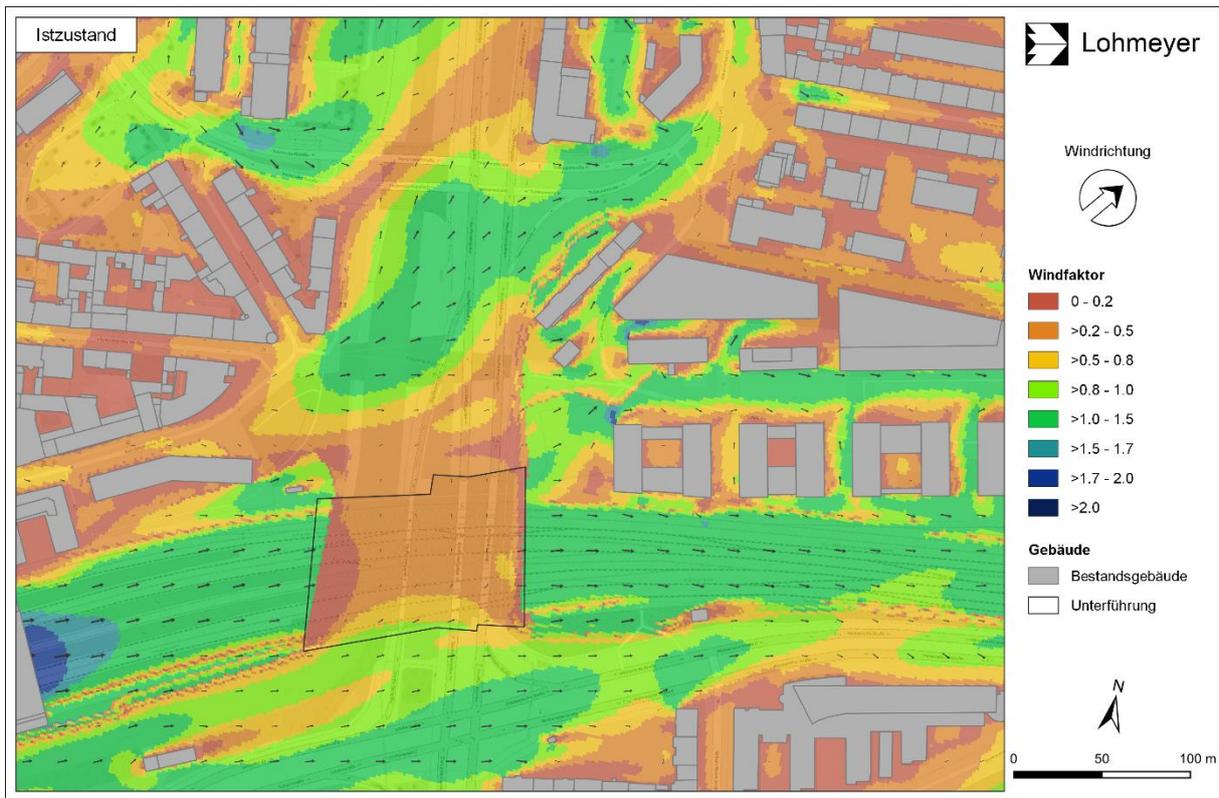


Abb. 7.1: Bodennahes Windfeld (Windfaktor) für die Hauptwindrichtung Südwest (230°)

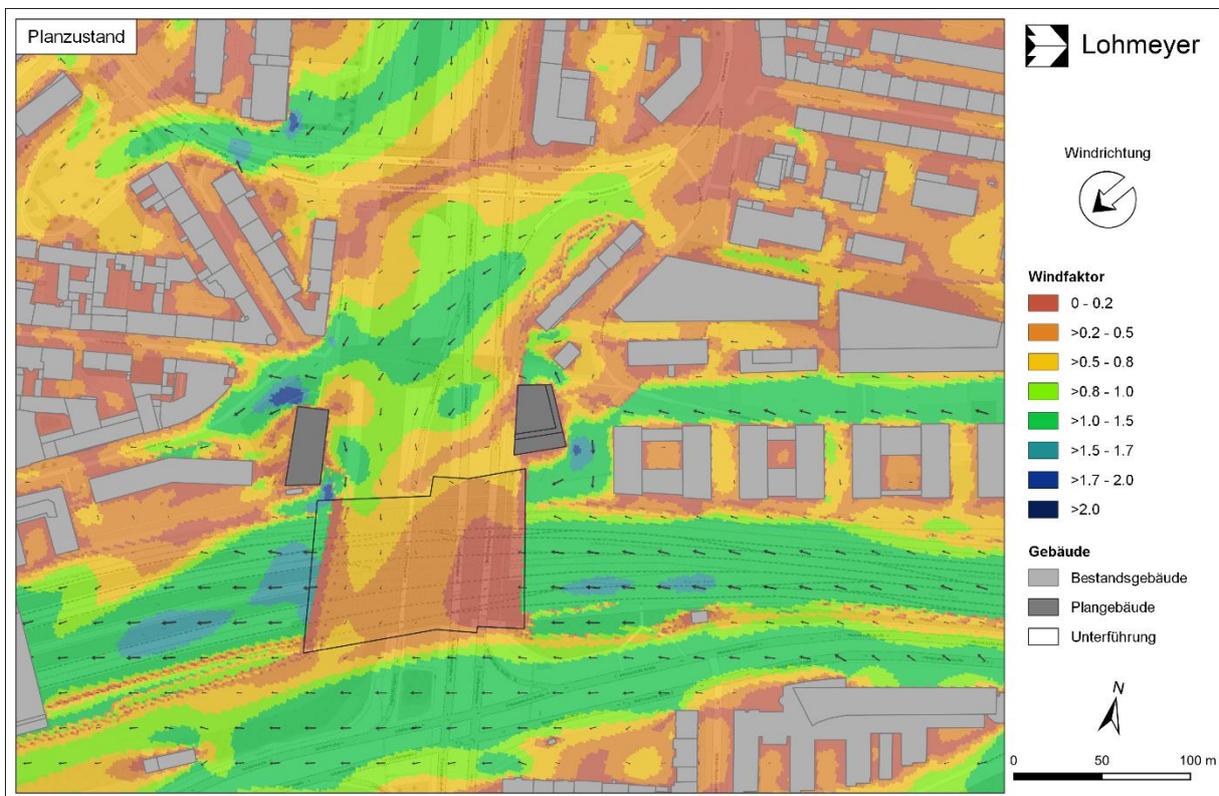
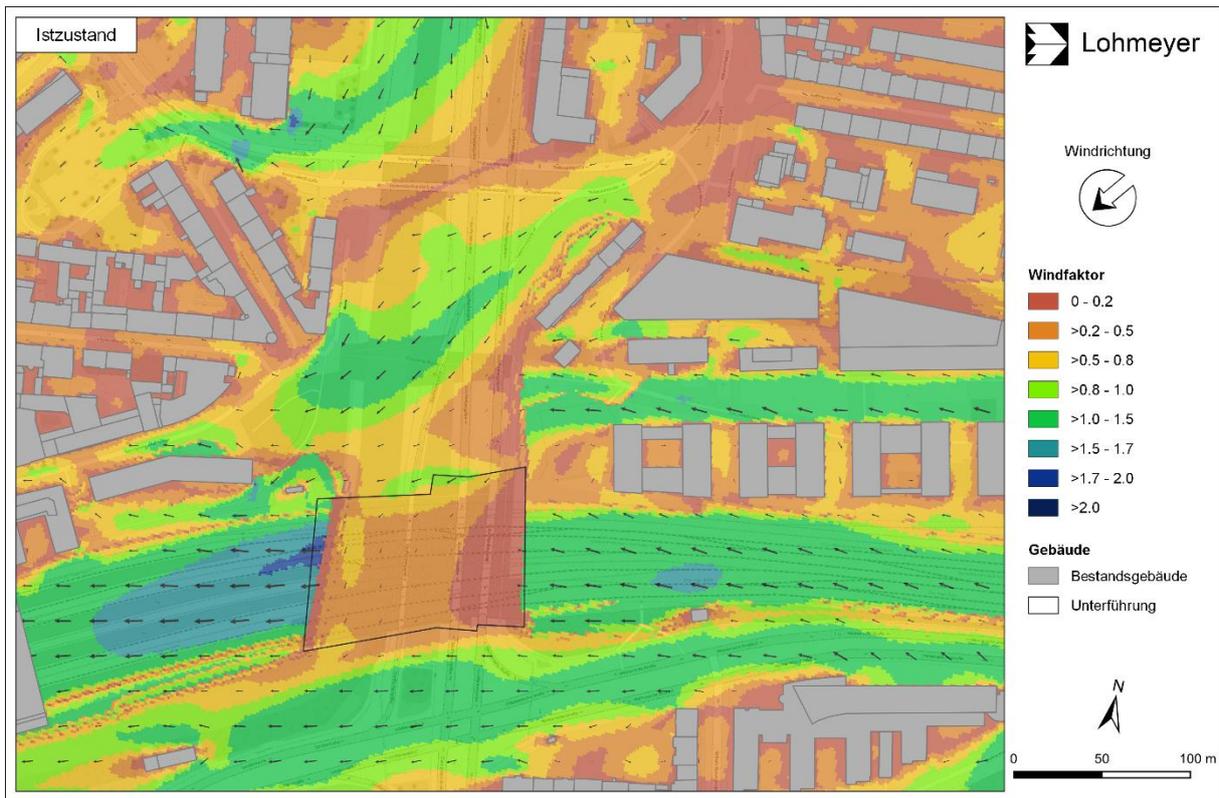


Abb. 7.2: Bodennahes Windfeld (Windfaktor) für die Vorzugsrichtung Nordost (50°)

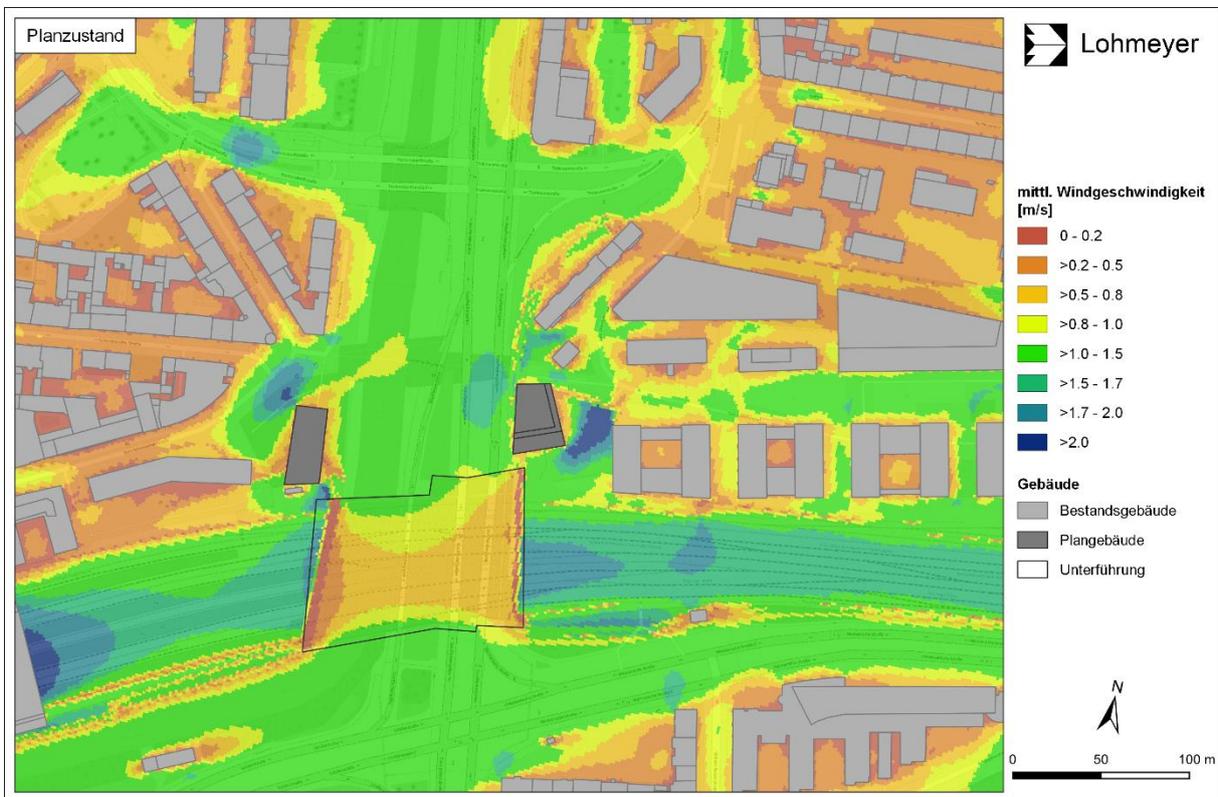
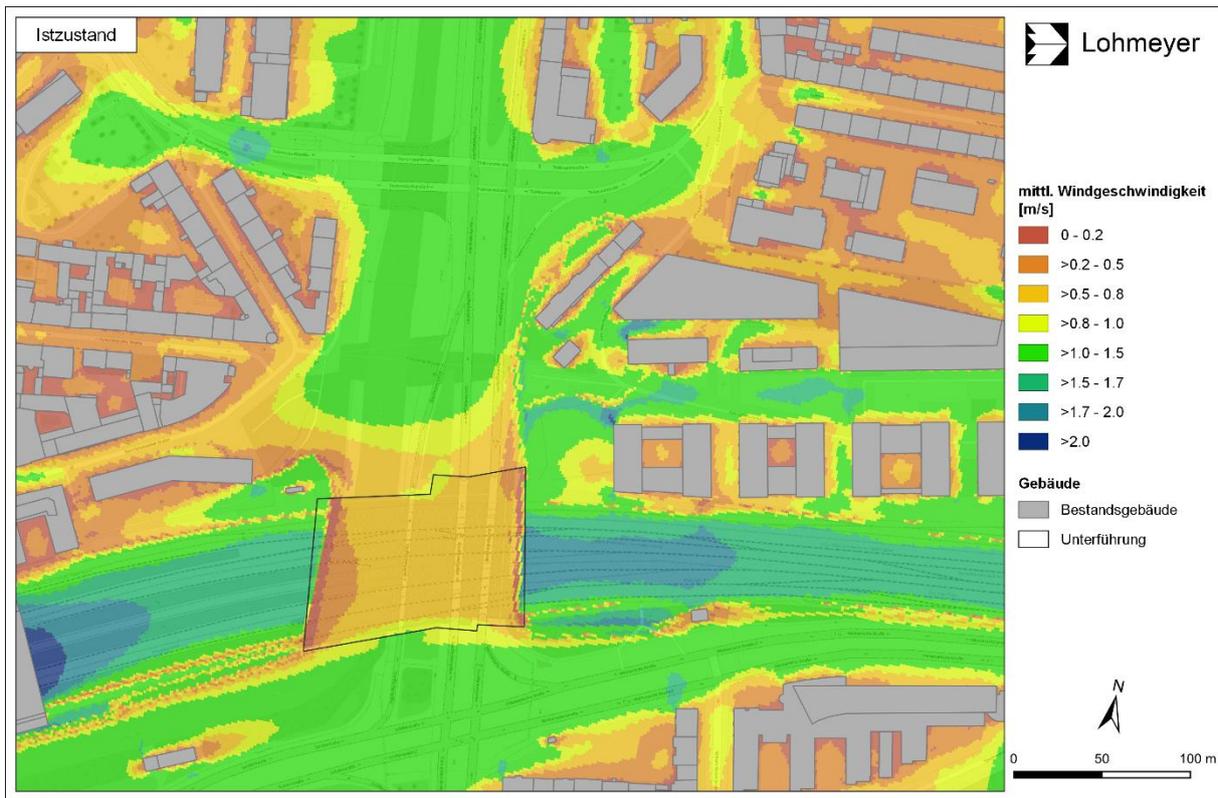


Abb. 7.3: Jahresmittelwert der bodennahen Windgeschwindigkeiten

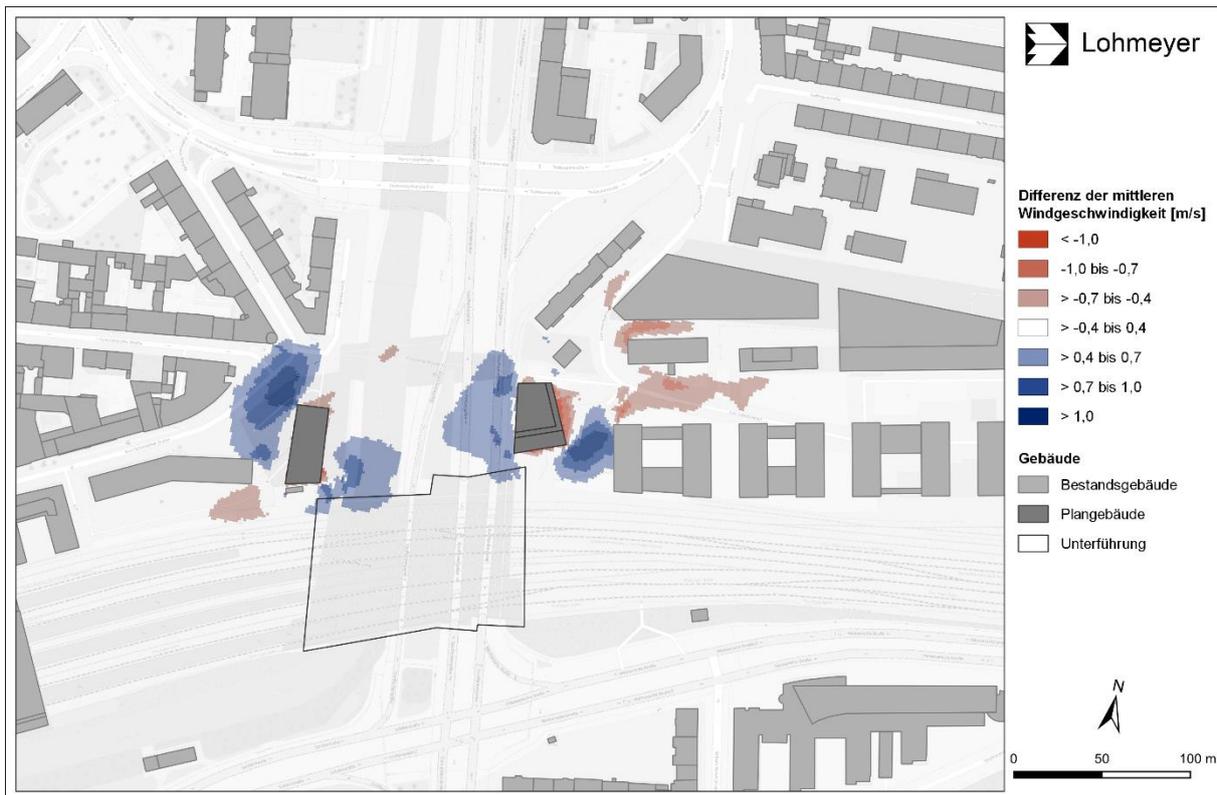


Abb. 7.4: Differenz des Jahresmittelwerts der bodennahen Windgeschwindigkeiten im Planzustand

7.2 Windkomfort

Zur nutzungsabhängigen Bewertung des Windkomforts wurden statistische Analysen der bodennahen Windgeschwindigkeiten im Hinblick auf die nutzungsabhängigen Komfortanforderungen gemäß der **Tab. 7.1** durchgeführt.

Windkomfortbereich	Zugehörige geeignete Aktivitäten
A	Längeres Sitzen oder Stehen
B	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen
C	Langsames Flanieren, Bummeln
D	Zügiges Durchqueren

Tab. 7.1: Zuordnung der möglichen Aktivitäten zu den Windkomfortbereichen

Die räumlich differenzierte Überprüfung des Einhaltens der Mindestanforderungen für die Komfortklassen A bis D ist der **Abb. 7.5** zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Windfeldsimulation lassen sich im Hinblick auf den Windkomfort für das Umfeld des „Towers West“ mit folgenden Kernaussagen zusammenfassen:

- **Komfortklasse A:** Im **Istzustand** ist für das Gelände des geplanten Hochhauses, westlich davon bis in die angrenzende Wohnbebauung sowie östlich im Bereich des Gera-Flutgrabens und der Stauffenbergallee bis zum südlichen Rand der Unterführung die Komfortklasse A ausgewiesen. Im Bereich der dichten Bebauung der angrenzenden Trommsdorffstraße, Schmidtstedter Straße und Kurt-Schumacher-Straße wird auch im **Planzustand** ein sehr guter Windkomfort erreicht, sodass dort längeres Sitzen oder Stehen weiterhin problemlos möglich ist. Das gilt ebenfalls für die direkte Umgebung der nach Westen, Norden und Osten orientieren Fassaden des geplanten Hochhauses. Windempfindliche Nutzungen mit höchsten Anforderungen an den Windkomfort sind somit hier möglich.
- **Komfortklasse B:** Beim **Istzustand** sind von der Komfortklasse B, die beispielweise für Wartebereiche von Bus- und Bahnhaltstellen o.ä. maßgeblich ist, lediglich Bereiche betroffen, die aufgrund ihrer Nutzung die geringeren Komfortansprüche der Klassen C bzw. D einhalten sollten. Dazu gehören der Gera-Flutgraben und die Stauffenbergallee nördlich des geplanten Hochhauses, das Areal zwischen dem Plangebäude und den südlich angrenzenden Bahngleisen sowie die Bahngleise selbst. Im **Planzustand** vergrößert sich der Bereich mit Windkomfortklasse B im Osten des Hochhauses bis auf die Höhe der Unterführung an der Stauffenbergallee sowie im Westen bis in den

Kreuzungsbereich der Trommsdorffstraße, Schmidtstedter Straße und Kurt-Schumacher-Straße. Aufgrund der Nutzung ist ein kurzzeitiges Sitzen oder Stehen hier ausreichend.

- Komfortklasse C: Beim **Istzustand** gibt es im gesamten Plangebiet wenige Bereiche außerhalb des direkten Umfelds des „Towers West“, die lediglich die Anforderungen der Windkomfortklasse C erfüllen. Dazu gehören etwa Teile der Bahngleise oder der Trommsdorffstraße, sodass hiervon keine zugehörigen Nutzungen wie Ladenzeilen, Shopping-Malls, Einkaufsstrassen, Eingangsbereiche o.ä. betroffen sind. Beim **Planzustand** werden hingegen zwei kleinräumig begrenzte Bereiche im südlichen sowie im nordwestlichen Umfeld des „Towers West“ den Komfortanforderungen der Klasse C zugeordnet. Langsames Flanieren ist in diesen Bereichen dennoch möglich.
- Komfortklasse D: Im **Istzustand** tritt die Windkomfortklasse D im Plangebiet nicht auf. Beim **Planzustand** wird hingegen an der südöstlichen Gebäudeecke des „Towers West“ lokal ein Bereich ausgewiesen, in dem aufgrund der Möglichkeit von Starkwindböen nur die Anforderungen der Komfortklasse D erreicht werden. Ein zügiges Passieren ist auch hier problemlos möglich. Von windempfindlichen Nutzungen wie einer Aufenthaltszone im Freien wird im Bereich der südöstlichen Gebäudeecke allerdings abgeraten. Bei geplanten Türen in diesem Bereich wird ein Windfang für den Eingangsbereich empfohlen.
- Windgefahr: Im Bereich des „Towers West“ wurde keine mittlere stündliche Windgeschwindigkeit von 15 m/s in mehr als 0.01 % der Zeit ermittelt. Damit kann eine Gefährdung durch Starkwinde im Sinne der Richtlinie VDI 3787 Blatt 4 für das Umfeld des Hochhauses ausgeschlossen werden.

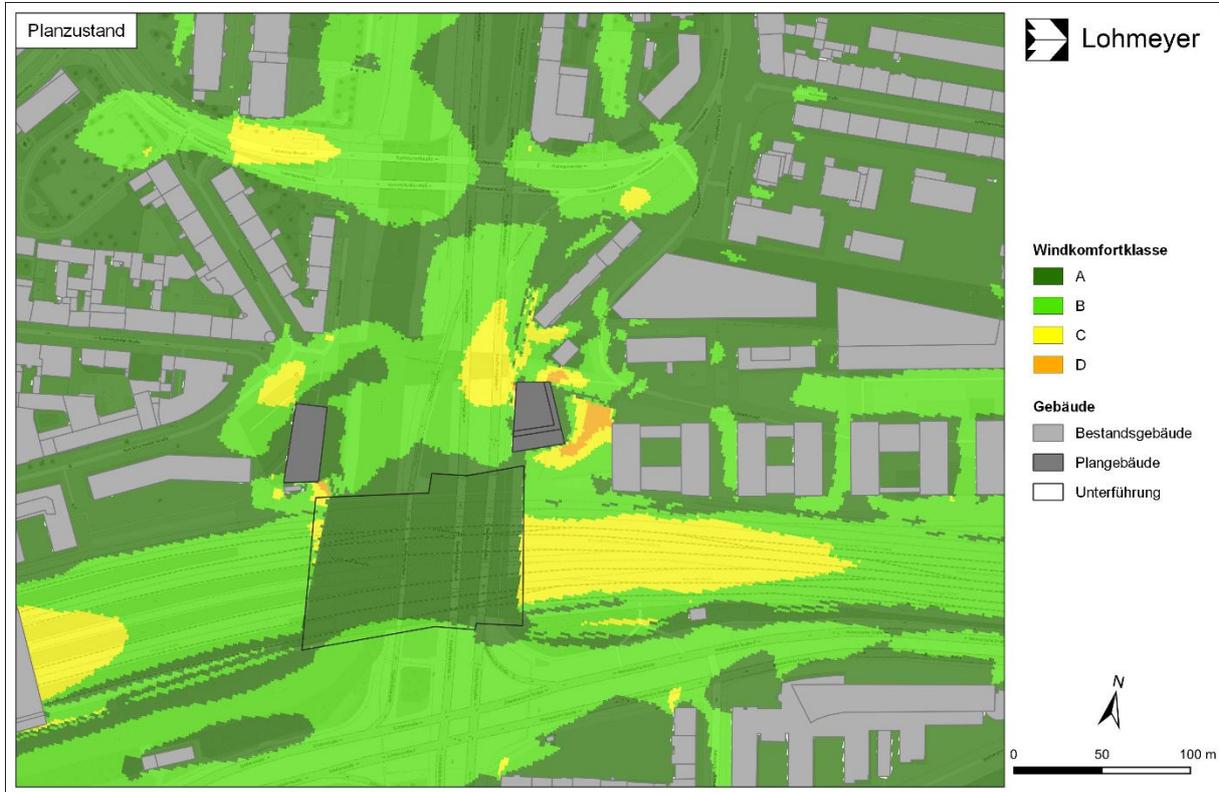
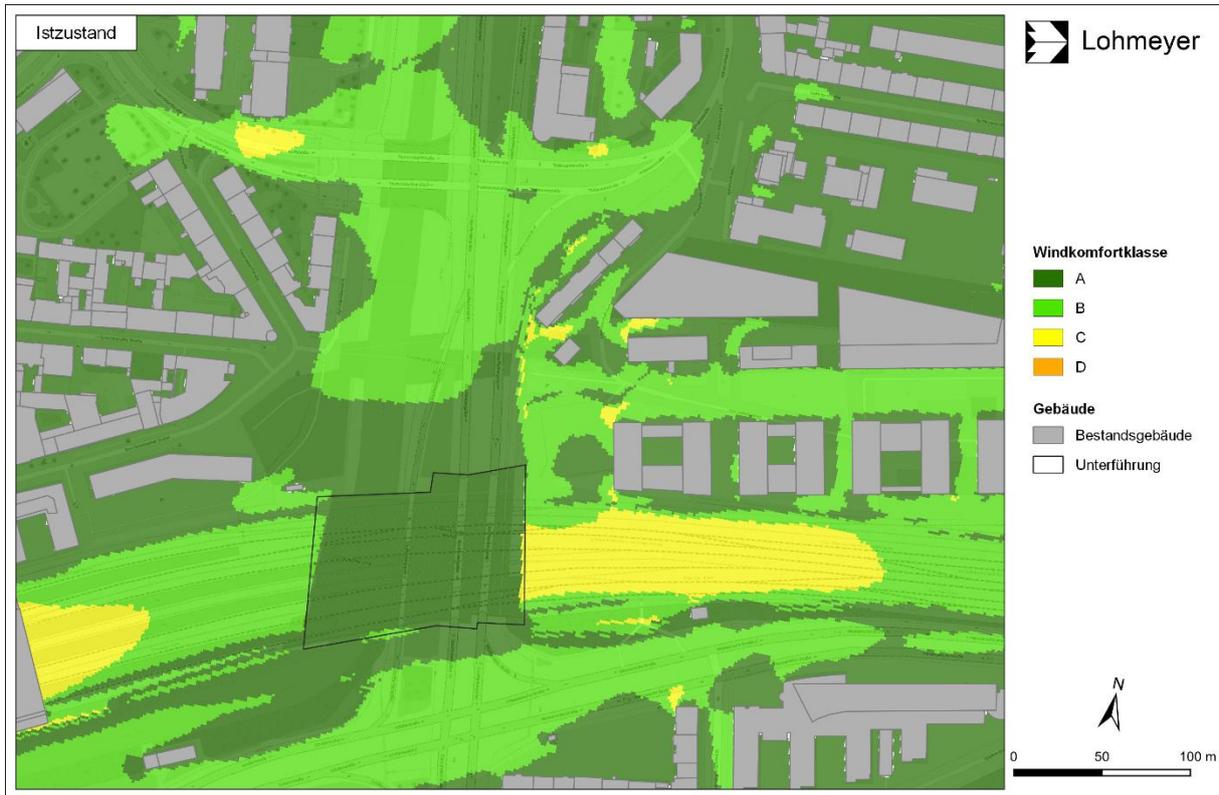


Abb. 7.5: Windkomfortklassen

7.3 Fazit

Zusammenfassend belegt die windklimatische Analyse, dass eine relevante Verschlechterung des Windkomforts oder des Luftaustausches außerhalb des Plangebietes des „Towers West“ nicht zu erwarten ist. Im Bereich der angrenzenden Wohngebiete können daher planungsbedingte lufthygienische und bioklimatische Beeinträchtigungen ausgeschlossen werden.

Im näheren Umfeld der geplanten Hochhäuser sind hingegen deutliche Änderungen des bodennahen Windfelds zu erwarten. Für die Bewertung der windklimatischen Auswirkungen des „Towers Ost“ wird auf die Voruntersuchung von März 2020 verwiesen. Im Bereich des „Towers West“ ergeben sich insbesondere an der nordwestlichen und der südöstlichen Gebäudeecke erhöhte bodennahe Windgeschwindigkeiten, sodass ein engbegrenzter Bereich an der südöstlichen Ecke nur die Anforderungen der Windkomfortklasse D erfüllt. Eine Gefährdung durch Starkwinde im Sinne der Richtlinie VDI 3787 Blatt 4 kann für das Umfeld des „Towers West“ aber ausgeschlossen werden. Somit ist in allen Teilbereichen ein zügiges Passieren problemlos möglich. Von windempfindlichen Nutzungen wie einer Aufenthaltszone im Freien wird im Bereich der südöstlichen Gebäudeecke allerdings abgeraten. Bei geplanten Türen in diesem Bereich wird ein Windfang für den Eingangsbereich empfohlen.

8 LITERATUR

CHRISTOFFER (1989): Berichte des Deutschen Wetterdienstes 147, Die bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland, 1989.

EICHHORN (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, 1989.

KATSCHNER (2018): Klimagerechtes Flächenmanagement der Stadt Erfurt, im Auftrag des Umwelt- und Naturschutzamts der Landeshauptstadt Erfurt, März 2018.

LOHMEYER (1992): Frankfurt Main Center, Klima- und Immissionsgutachten, Auftraggeber: Deutsche Grundbesitz Investmentgesellschaft mbH, Frankfurt, 1992.

REUTER (2012): Städtebauliche Klimafibel – Hinweise für die Bauleitplanung, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, 2012.

VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle- Evaluierung für Gebäude- und Hindernisströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.

VDI 3787 Blatt 4 (2020): Umweltmeteorologie - Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung. VDI 3787 Blatt 4. Hrsg.: VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b: Umweltmeteorologie, Düsseldorf, Dezember 2020.