

# Funktionsplan Stadtteil Kleiner Grasbrook (Hamburg)


## Stufe 2:

**Bewertung des finalen Entwurfs (Entwurfsstand TöB Beteiligung) hinsichtlich Windsicherheit / Winddiskomfort / Windkomfort im bodennahen Außenbereich (Freiflächen)**

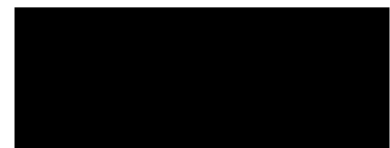
*Rev03: Ergänzende Windkanaluntersuchungen der Auswirkungen von Bebauungsplanänderungen im Bereich BF20/BF19*

*(ersetzt Bericht vom 06.08.2024)*

**Auftraggeber:** Hafencity Hamburg GmbH  
Osakaallee 11  
20457 Hamburg

**Projektbearbeitung:** Dipl.-Met. 

Birkenfeld, den 1. Oktober 2025



Wacker Ingenieure

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Im vorliegenden Bericht wird eine Prognose über die zukünftige Windkomfortsituation im bodennahen Außenbereich auf dem Areal des neu geplanten Stadtteils Kleiner Grasbrook (Entwurfsstand TöB Beteiligung) in Hamburg erstellt. Anhand von meteorologischen Klimadaten und Windkanaluntersuchungen und unter Berücksichtigung der angrenzenden Umgebungsbebauung werden die untersuchten Bereiche in Komfortstufen eingeordnet, die bestimmten Nutzungsanforderungen zugeordnet sind. Zudem wird auf mögliche unangenehme Bereiche und Gefährdungsstellen untersucht. Beauftragungsgemäß wurde eine Bewertung der Ergebnisse anhand der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 durchgeführt, welche einen Zusammenhang zwischen Windklima und Nutzungsmöglichkeiten herstellt. Mit dem Bericht vom 22.5.2023 wurden bereits die Ergebnisse für den Fall, dass der Funktionsplan komplett umgesetzt wurde, dargestellt. In dieser Berichtsergänzung werden zusätzlich die Auswirkungen des Wegfalls von Gebäuden im Hafentorquartier (Bestandssituation im Hafentorquartier) beschrieben.

Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen nach Anwendung der Komfortkriterien lassen sich wie folgt zusammenfassen:

### Funktionsplan komplett umgesetzt:

- Das Sicherheitskriterium konnte an allen Untersuchungspunkten im Areal des neu geplanten Stadtteils eingehalten werden, so dass eine generelle potentielle Gefährdung für Passanten oder Radfahrer im Sinne der angegebenen Kriterien nicht gegeben ist.
- Während im Sommerhalbjahr der prognostizierte Windkomfort in allen untersuchten Bereichen zumindest als ausreichend für Bummeln oder Schlendern anzusehen ist, sind im windreichen Winterhalbjahr manche Bereiche für sensitive Nutzungen weniger geeignet.
- Die windigsten Bereiche sind hierbei der Bereich am Hafenmuseum, der westliche Rand des Moldauhafenquartiers sowie die Bereiche rund um die Hochhäuser am Moldauhafen. Hier sind die Windbedingungen auch teilweise etwas ungünstiger als ohne Bebauungseinfluss. Der prognostizierte Windkomfort bleibt aber mindestens geeignet für Verkehrsflächen zum Durchqueren.
- Auf dem Steg zwischen dem Hochhaus am Moldauhafen und dem großen Dach auf der Nordseite können hohe Windgeschwindigkeiten signifikant häufig auftreten, so dass die Komfortkriterien nach der VDI-Richtlinie nicht mehr eingehalten werden. Hier ist eine

winddichte Brüstung in ausreichender Höhe zum Schutz der Passanten dringend zu empfehlen. Dies gilt prinzipiell auch für die Moldauhafenbrücke.

- Der Bereich des Moldauhafenquartiers sowie das nördliche Elbufer sind durch die Bebauungsstruktur gut windgeschützt.
- Die vorgesehenen Baumbepflanzungen führen generell zu einer Windberuhigung (z.B. im Park) und wirken sich vor allem positiv auf die Windverhältnisse am Stadtplatz und dem angrenzenden Uferbereich aus. Sie sind demnach zur Reduzierung unangenehmer Windbedingungen in diesen stark frequentierten Bereichen sinnvoll und zu empfehlen.

#### Hafentorquartier noch mit Bestandsbebauung:

- Durch die geringere Bebauungsdichte im Bestand des Hafentorquartiers sind große Teile des Moldauhafenquartiers weniger windgeschützt im Vergleich zur vollständigen Bebauung gemäß des Funktionsplanes.
- Da es aber nur vereinzelt zu etwas ungünstigeren Komforteinstufungen kommt, sind die Aussagen zur Windkomfortsituation bei vollständiger Bebauung des Hafentorquartiers gemäß Funktionsplan auch für die Situation mit Bestandsbauten qualitativ gültig.
- Es konnte weiterhin keine generelle potentielle Gefährdung für Fußgänger und Radfahrer im Sinne der Sicherheitskriterien festgestellt werden.

#### B-Plan-Änderung im Bereich von BF20 und BF19:

- Im Vergleich zum bisher untersuchten Stand treten durch die Änderungen der Gebäude in Baufeld 20 und Baufeld 19 nur geringe Unterschiede hinsichtlich der Windkomfortklassifizierungen auf.
- Es konnte weiterhin keine generelle potentielle Gefährdung für Fußgänger und Radfahrer im Sinne der Sicherheitskriterien festgestellt werden.
- Ein signifikanter Nutzeffekt durch die eingerückte Kubatur des Hochhauses an der Nordostseite lässt sich aus den Untersuchungen nicht ableiten.

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>PROBLEMSTELLUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>EXPERIMENTELLE VORGEHENSWEISE, WINDKANALVERSUCHE .....</b>	<b>5</b>
2.1	Windklima am Projektstandort.....	9
2.2	Quantitative Ermittlung des Windkomforts .....	12
2.3	Komfortkriterien (nach VDI 3787 Blatt 4).....	13
2.4	Sicherheitskriterium (nach VDI 3787 Blatt 4) .....	15
2.5	Anwendung der VDI-Richtlinie .....	15
2.6	Beschreibung der Versuchsvarianten .....	16
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE DER WINDKOMFORTUNTERSUCHUNGEN (FUNKTIONSPLAN KOMPLETT UMGESETZT).....</b>	<b>18</b>
3.1	Windkomfort am Standort als Referenz .....	18
3.2	Ergebnisse Windkanaluntersuchungen.....	18
3.3	Windkomfort im bodennahen Bereich des Areal.....	24
<b>4</b>	<b>ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN: HAFENTORQUARTIER NOCH MIT BESTANDSBEBAUUNG.....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN: BEBAUUNGSPLANÄNDERUNGEN IM BEREICH BF20/BF19.....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>HINWEISE.....</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>VERWENDETE DOKUMENTE.....</b>	<b>48</b>

## **1 PROBLEMSTELLUNG**

Der aus dem städtebaulich-freiraumplanerischen Wettbewerb hervorgegangene Entwurf für den neuen Stadtteil Kleiner Grasbrook wurde weiterentwickelt (Funktionsplanung; siehe auch Abb. 1.1 bis Abb. 1.3). Wacker Ingenieure wurden beauftragt die HafenCity Hamburg GmbH im Fachbereich

- Windsicherheit, Winddiskomfort, Windkomfort

zu unterstützen.

Die Untersuchungen gliederten sich dabei in zwei Stufen:

- **Stufe 1 (Beratungsleistung Funktionsplan): Windtechnische Bewertung einzelner Änderungen am Entwurf**
- **Stufe 2: Bewertung des finalen Entwurfs hinsichtlich Windsicherheit / Winddiskomfort / Windkomfort im bodennahen Außenbereich (Freiflächen)**

Die Leistungen im Rahmen der Stufe 1 wurden bereits erbracht (WI, 2021; WI, 2022). In diesem Bericht werden nun die Ergebnisse der strömungstechnischen Untersuchungen (Windkanaluntersuchungen) zur Stufe 2

- **Bewertung des finalen Entwurfs (Entwurfsstand TöB-Beteiligung) hinsichtlich Windsicherheit / Winddiskomfort / Windkomfort im bodennahen Außenbereich (Freiflächen)**

dokumentiert.

Folgende Berichtsstände sind in diesem Zusammenhang bereits übermittelt worden:

- Bericht vom 22.05.2023 (Untersuchung des Entwurfstandes von Dezember 2022)
- Bericht vom 06.08.2024 (Ergänzende Windkanaluntersuchungen der Auswirkungen des Wegfalls von Gebäuden im Hafentorquartier (HTQ mit Bestandsbebauung; Kapitel 4))

In der Zwischenzeit sind Änderungen im Bebauungsplan „Kleiner Grasbrook 2“ vorgenommen worden, u.a. bauliche Änderungen in den Baufeldern 20 und 19. In zusätzlichen Windkanaluntersuchungen sollten nun die Auswirkungen dieser Änderungen auf den Windkomfort im Umfeld von Baufeld 20 ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Kap. 5 dokumentiert.

Die Bewertung des Windkomforts soll nach der VDI 3787 Blatt 4 (Umweltmeteorologie - Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung) vom Dezember 2020 erfolgen.



**Abb. 1.1:** Visualisierung des Entwurfs zur Funktionsplanung des Stadtteils Kleiner Grasbrook (aus HafenCity Hamburg GmbH - Grasbrook, 2023).

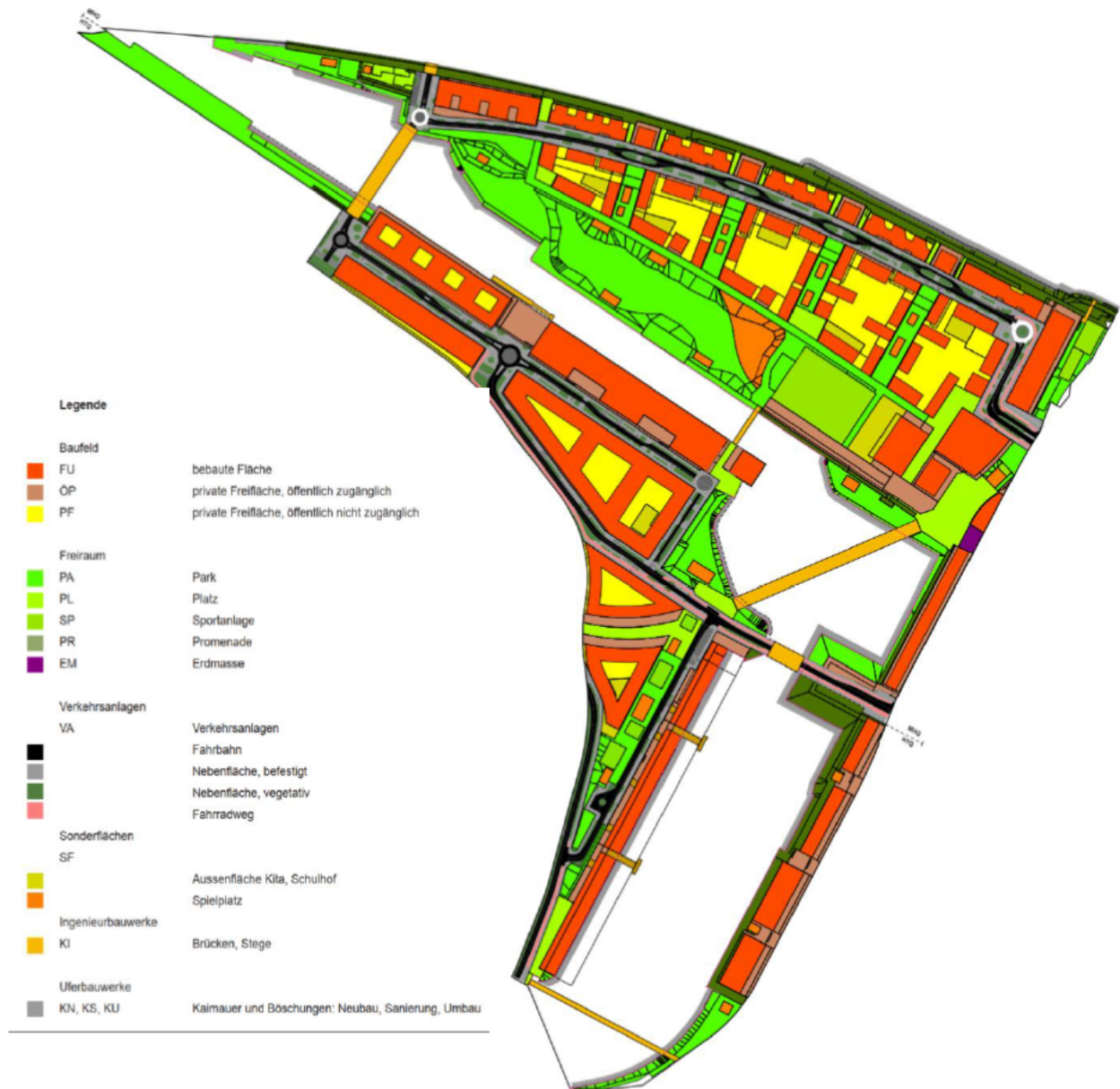


Abb. 1.2: Freiflächenplan zur Funktionsplanung des Stadtteils Kleiner Grasbrook (Vogt, 2023).



**Abb. 1.3:** Lage des Stadtteils Kleiner Grasbrook in Hamburg (Google Earth, 2024)

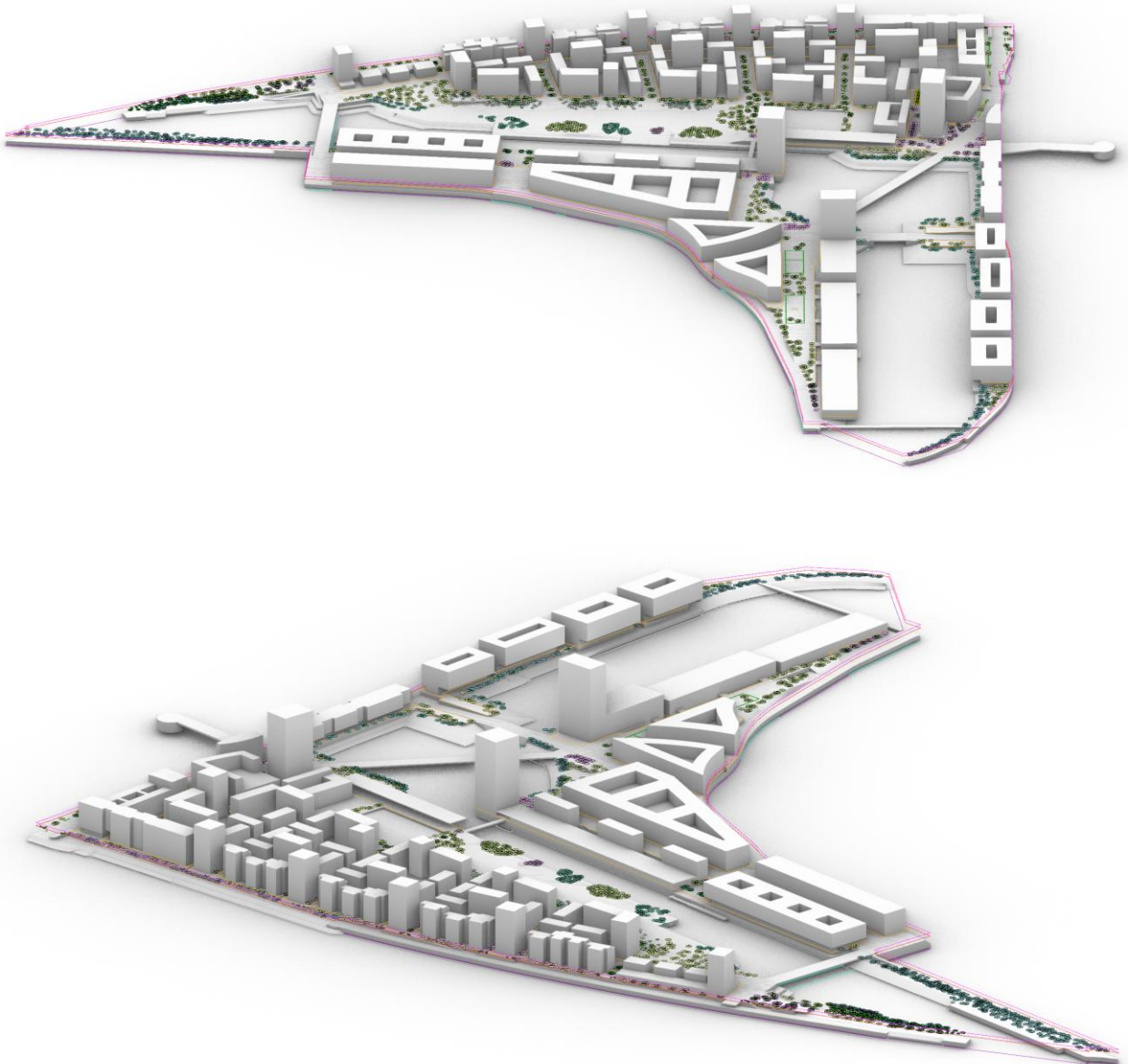
## **2 EXPERIMENTELLE VORGEHENSWEISE, WINDKANALVERSUCHE**

Für eine quantitative Prognose des Windkomforts bzw. Winddiskomforts müssen an definierten Messstellen die örtlichen Windgeschwindigkeiten und Windgeschwindigkeitsschwankungen mittels spezieller Messsonden bestimmt, statistisch aufbereitet und bewertet werden. Die Positionen der Messstellen wurde auf Basis der bereits durchgeführten CFD-Simulationen im Rahmen der Beratungsleistungen (Stufe 1) definiert. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf bestimmte Bereiche des Stadtteils gelegt, bei denen als Ergebnis der CFD-Simulationen potentiell ungünstige Windverhältnisse zu erwarten gewesen sind, bzw. ein besonderes Interesse an den Windkomfortverhältnissen im Hinblick auf die vorgesehene Nutzung herrscht (z.B. Stadtplatz/Schule).

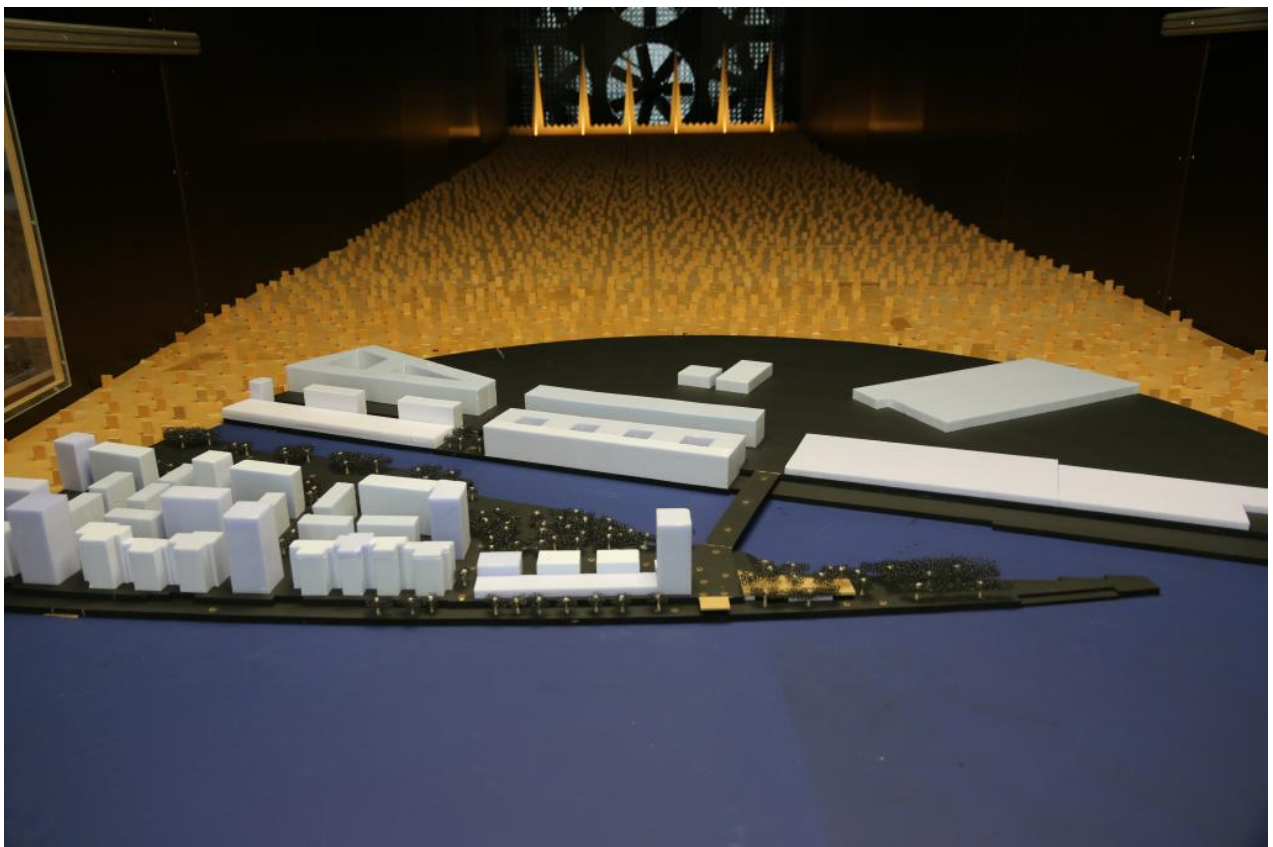
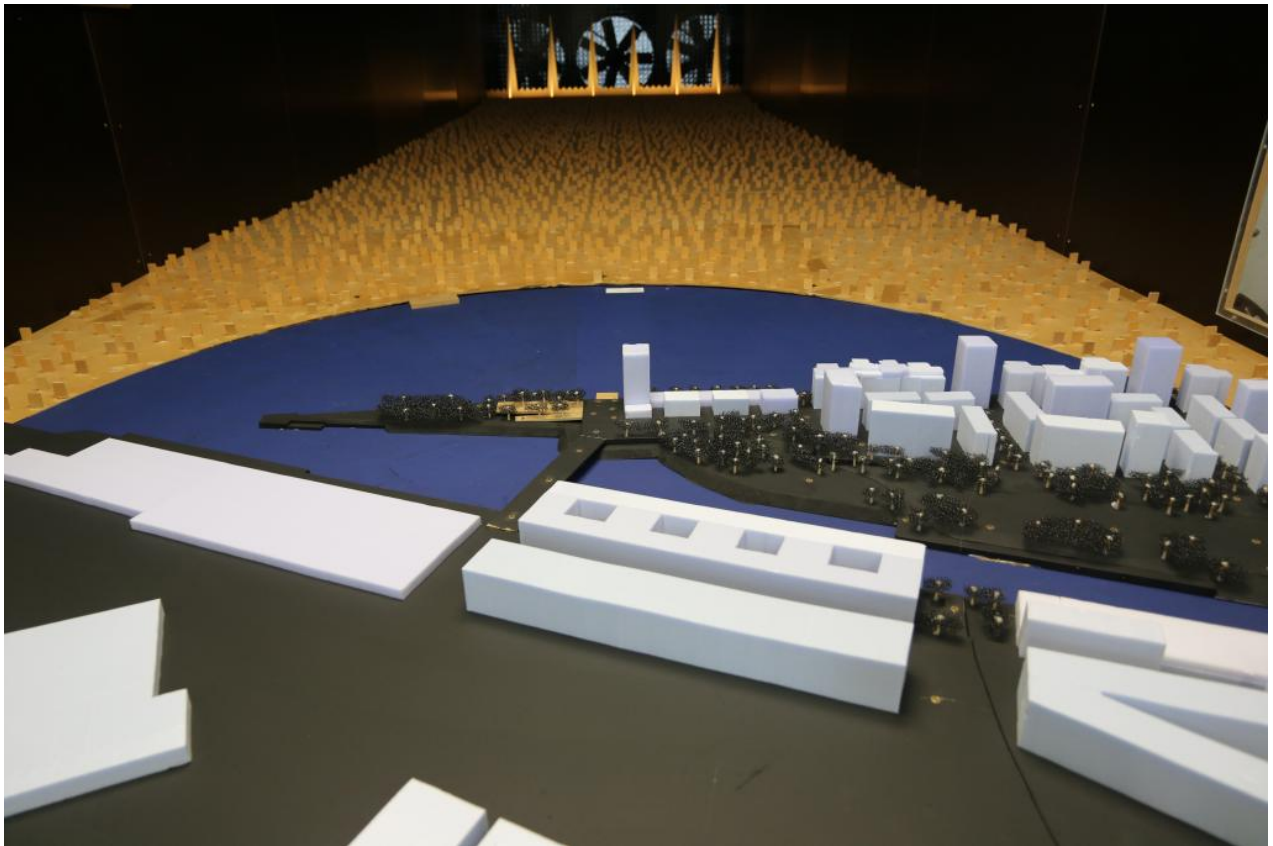
Die Windkanaluntersuchungen erfolgen an einem maßstäblich verkleinerten Modell (geometrischer Maßstab 1/500) des Areals in einem Grenzschichtwindkanal. Aufgrund der Größe des Areals wurden die Untersuchungen auf zwei Modelle aufgeteilt (Abb. 2.2 und Abb. 2.3). Grundlage hierfür waren von der Projektsteuerung (Körting, 2023) zur Verfügung gestellte 3D-Modelle der geplanten Bebauungen (Abb. 2.1). Absprachegemäß wurde auch der Einfluss geplanter Baumbepflanzungen (Vogt, 2023) auf dem Areal berücksichtigt.

Die Messungen wurden unter Einhaltung der maßgeblichen Ähnlichkeitsgesetze (siehe Plate, 1982) durchgeführt. Die unmittelbare Umgebungsbebauung wurde, soweit sie einen entscheidenden Einfluss auf die Strömungsverhältnisse hat, nachgebildet. Strömungsmechanisch relevante Details wurden berücksichtigt.

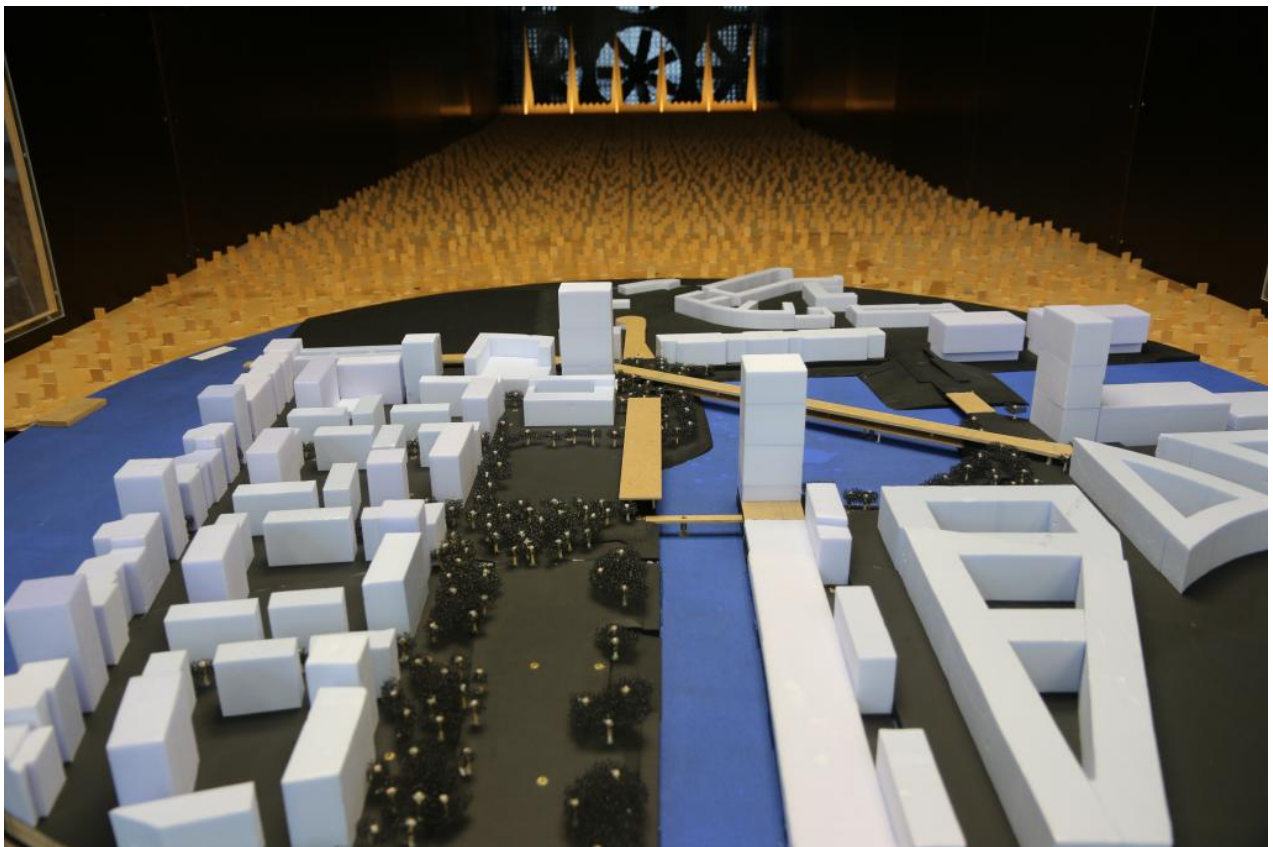
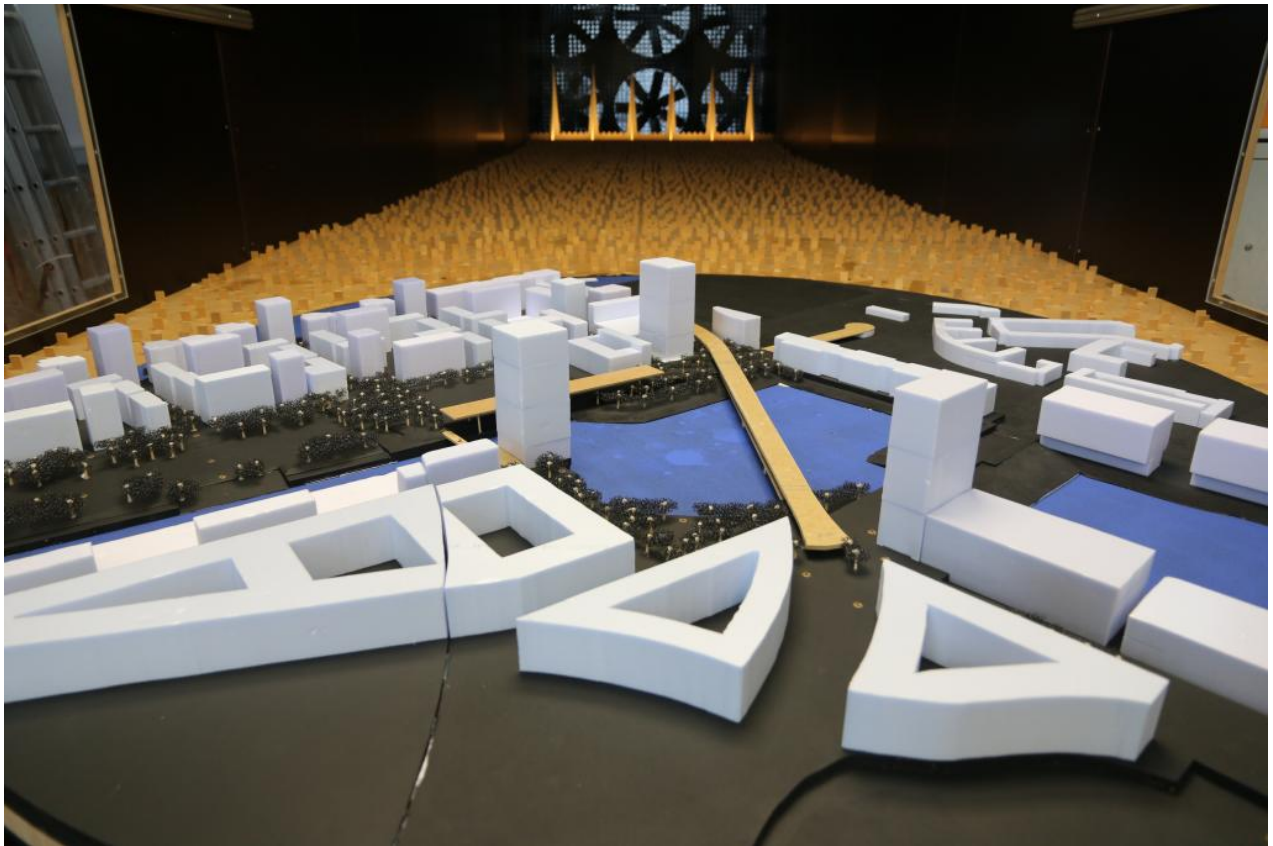
Die für das Untersuchungsgebiet repräsentativen atmosphärischen Grenzschichtströmungsverhältnisse, d.h. die höhenabhängige Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeit und der Windböen (Turbulenz), werden mithilfe von Rauigkeitselementen auf dem Windkanalboden und sogenannten Vortex-Generatoren (Wirbelerzeugern) am Beginn der Windkanalteststrecke erzeugt. Das Modell ist auf einem Drehteller zur Simulation unterschiedlicher Windrichtungen angebracht.



**Abb. 2.1:** Zur Verfügung gestelltes 3D-Modell des neu geplanten Stadtteils (Funktionsplanung Stand Dezember 2022) (via Körting, 2023)



**Abb. 2.2:** Windkanalmodell des geplanten Stadtteils Grasbrook im Grenzschichtwindkanal (geometrischer Maßstab 1:500; Modell 1)



**Abb. 2.3:** Windkanalmodell des geplanten Stadtteils Grasbrook im Grenzschichtwindkanal (geometrischer Maßstab 1:500; Modell 2)

## **2.1 Windklima am Projektstandort**

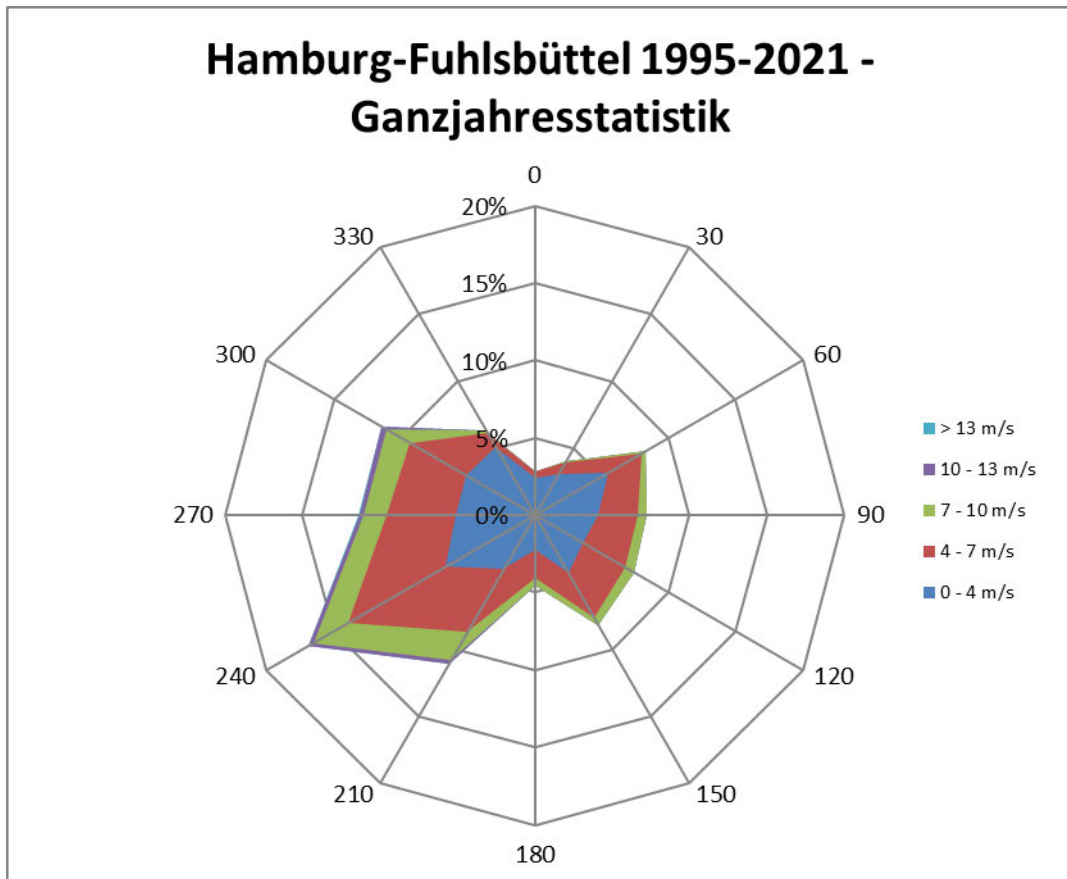
Für die Bewertung des Windkomforts bzw. der Windsicherheit wurden langjährige Windklimadaten der Wetterstation Hamburg-Fuhlsbüttel verwendet. Es wurden aus den Klimadaten spezifische Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeiten erstellt (Abb. 2.4). Hierbei handelt es sich um durchschnittliche Häufigkeitsverteilungen. Es ist daher zu beachten, dass es in einzelnen Jahren zu Abweichungen vom Durchschnitt kommen kann. Für die Bewertung der Gefährdung wird nachfolgend die Ganzjahresstatistik herangezogen (Abb. 2.4). Zur Beurteilung des bodennahen Windkomforts werden die Sommer- und Winterstatistik (Abb. 2.5) der Windinformationen verwendet.

Hierbei wird definiert:

**Sommerhalbjahr:** Monate April - September

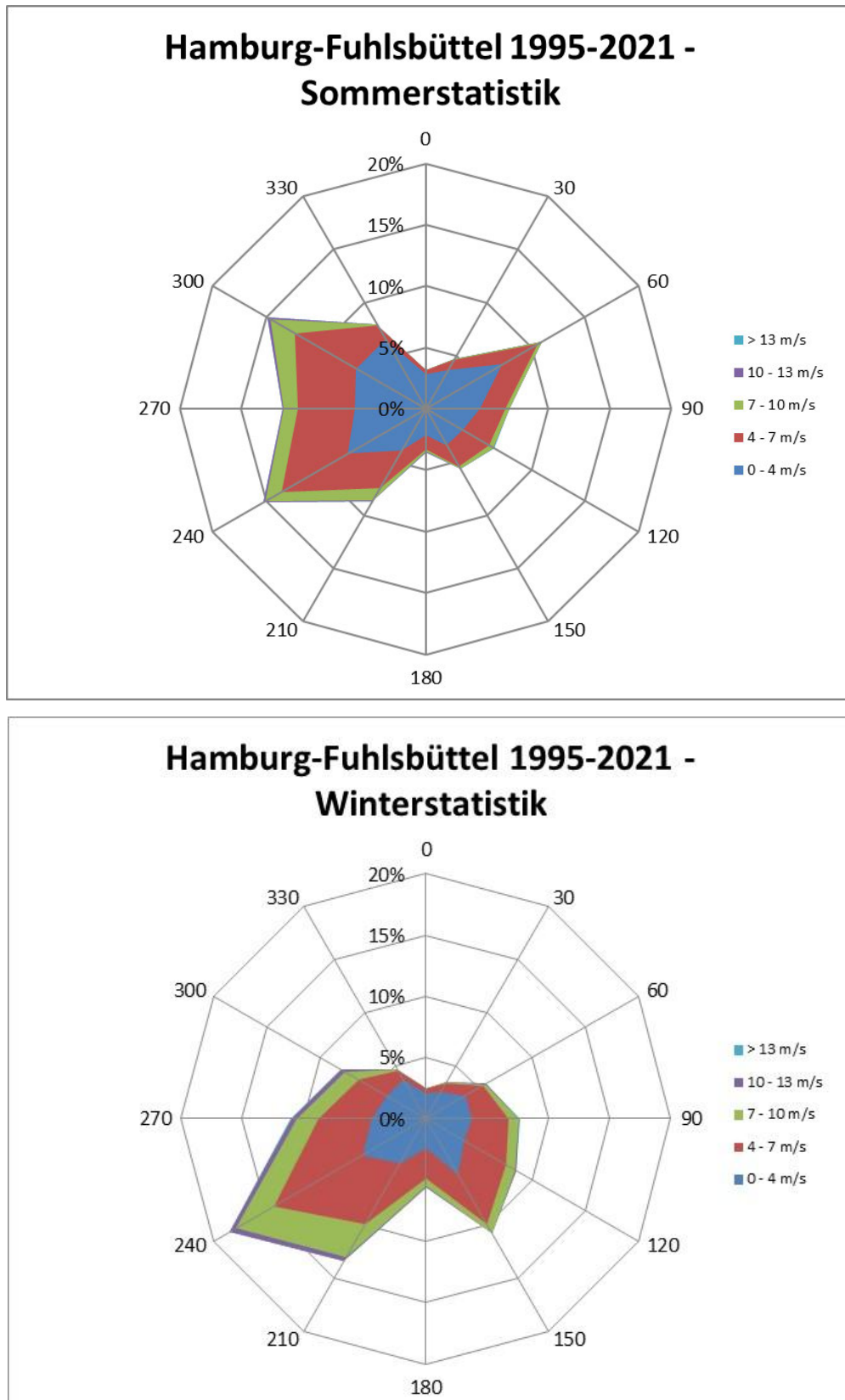
**Winterhalbjahr:** Monate Oktober – März

Für die Anwendung der Statistik wurde der Einfluss der unterschiedlichen Bodenrauigkeiten von Messstation und Projektstandort unter Berücksichtigung von Rauigkeitswechselln in der Anströmung nach ESDU 83045 und DIN EN 1991-1-4 (2010) berücksichtigt.



Wind- richtung	Überschreitungshäufigkeit bestimmter Windgeschwindigkeiten - Ganzjahresstatistik											
	0 m/s	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	13 m/s
0°	2.8%	2.3%	1.5%	0.8%	0.4%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
30°	4.0%	3.5%	2.6%	1.8%	1.0%	0.5%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
60°	8.3%	7.7%	6.1%	4.4%	2.8%	1.6%	0.8%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
90°	7.3%	7.0%	5.9%	4.6%	3.1%	2.1%	1.2%	0.6%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%
120°	7.4%	7.3%	6.6%	5.5%	3.9%	2.5%	1.3%	0.7%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%
150°	8.2%	8.0%	7.3%	5.9%	3.9%	2.4%	1.2%	0.6%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%
180°	4.6%	4.4%	3.9%	3.2%	2.3%	1.6%	0.9%	0.5%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%
210°	11.1%	10.8%	9.9%	8.5%	7.0%	5.4%	3.8%	2.4%	1.3%	0.6%	0.3%	0.0%
240°	16.9%	16.5%	15.2%	13.0%	10.2%	7.4%	4.9%	3.0%	1.7%	0.9%	0.4%	0.0%
270°	11.4%	10.9%	10.0%	8.3%	6.2%	4.4%	2.9%	1.8%	1.0%	0.6%	0.3%	0.0%
300°	11.5%	10.8%	9.6%	8.1%	6.3%	4.7%	3.3%	2.1%	1.3%	0.7%	0.4%	0.0%
330°	6.3%	5.5%	3.7%	2.2%	1.2%	0.7%	0.4%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Gesamt:</b>	99.8%	94.7%	82.3%	66.3%	48.5%	33.4%	20.8%	12.3%	6.6%	3.4%	1.6%	0.13%

**Abb. 2.4:** Summenhäufigkeit in [%] für verschiedene mittlere Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen der Wetterstation Hamburg-Fuhlsbüttel  
Ganzjahresstatistik



**Abb. 2.5:** Summenhäufigkeit in [%] für verschiedene mittlere Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen der Wetterstation Hamburg-Fuhlsbüttel  
**oben: Sommerhalbjahr April – September;**  
**unten: Winterhalbjahr Oktober - März**

## 2.2 Quantitative Ermittlung des Windkomforts

Die Fußgänger-Behaglichkeit, der sogenannte Windkomfort, wird in der Literatur in der Regel – wie auch in der VDI Richtlinie 3787 Blatt 4 - über die Häufigkeit bestimmter Windgeschwindigkeiten am Untersuchungsstandort quantifiziert. Bei der Bewertung müssen daher das regionale Windklima sowie lokale Beschleunigungs- und Abschattungseffekte bedingt durch die umgebende Bebauung berücksichtigt werden.

Zur Quantifizierung des Windkomforts entwickelten Gandemer und Guyot (1976) den Geschwindigkeitsfaktor  $X_i$ :

$$X_i = \frac{(\overline{U} + \gamma \cdot \sigma)_{mB}}{(\overline{U} + \gamma \cdot \sigma)_{oB}}$$

mit  $\overline{U}$  : zeitlich gemittelte Windgeschwindigkeit;  $\sigma$  : Standardabweichung der Windgeschwindigkeitsschwankungen und  $\gamma$  : Wichtungsfaktor.

$X_i$  ist der Quotient der lokalen, durch die Bebauung beeinflussten Windgeschwindigkeit (Index „mB“) und der ungestörten Bezugsgeschwindigkeit ohne Bebauung (Index „oB“) an derselben Stelle auf Fußgängerniveau (etwa 1.5 m über Boden). Über die Standardabweichung  $\sigma$  und den Wichtungsfaktor  $\gamma$  kann die Böigkeit des Windes berücksichtigt werden. In der Literatur schwanken die Werte für den Wichtungsfaktor  $\gamma$  zwischen 1 und 4 (z.B. Gandemer, 1982). Zur Beurteilung des Windkomforts werden in aller Regel Wichtungsfaktoren zwischen 0 und 1.5, zur Beurteilung der Windsicherheit Werte zwischen 3 und 3.5 gewählt. Beide Bezugsgeschwindigkeiten können im Windkanalmodell z.B. mit Hitzdrahtsonden, Laser-Doppler-Anemometern oder Irwin-Sensoren gemessen werden. Dabei werden die zeitlich gemittelten Windgeschwindigkeiten und die Windgeschwindigkeitsschwankungen am Messpunkt (mit Bebauung) und in ungestörter Strömung (ohne Bebauung) auf Fußgängerniveau bestimmt.

Geschwindigkeitsfaktoren  $X_i < 1$  bedeuten, dass durch die Bebauung eine Verringerung der Windgeschwindigkeiten auftritt; bei Geschwindigkeitsfaktoren  $X_i > 1$  wurde eine Erhöhung der örtlichen Windgeschwindigkeiten relativ zur Windsituation ohne Bebauung ermittelt. Die  $X_i$ -Faktoren werden anhand von Messungen im Windkanal bestimmt.

Im Anschluss werden die Geschwindigkeitsfaktoren mit dem Windklima am Standort gekoppelt. Das Windklima wird dabei anhand einer statistischen Auswertung von langjährigen Messreihen (z.B. von Flughäfen) ermittelt. Daraus können dann Aussagen darüber getroffen werden, wie häufig eine bestimmte Geschwindigkeit am Messpunkt überschritten wird.

Diese Vorgehensweise wird sinngemäß auch in der neu eingeführten VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 beschrieben und steht damit im Einklang mit dem dort empfohlenen Verfahren.

### **2.3 Komfortkriterien (nach VDI 3787 Blatt 4)**

Hinsichtlich der Komfortbeeinträchtigung bei stärkerem Wind macht die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 4 (Kap. 7.2) folgende Angaben:

Verschiedene Aktivitäten im Freien können durch eine stärkere Windeinwirkung beeinträchtigt werden. Je nach Aktivität gibt es daher Kriterien, um zu beurteilen, ob mit einer Beeinträchtigung zu rechnen ist. Diese Kriterien stützen sich auf sogenannte Grenzgeschwindigkeiten und mit ihnen gekoppelte Überschreitungswahrscheinlichkeiten. Werden als Grenzgeschwindigkeiten Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit herangezogen, lässt sich das lokale Windklima nach Abb. 2.4 in vier Windkomfortbereiche A (sehr hoher Windkomfort) bis D (sehr geringer Windkomfort) einteilen.

Den vier Bereichen werden verschiedene Tätigkeiten von Personen zugeordnet (siehe Tab. 2.1), da der Grad der Belästigung durch den Wind von der Aktivität der betroffenen Personen abhängt. Unterschieden wird in die Aktivitätsklassen „Längeres Sitzen oder Stehen“ (höchste Anforderung an den Windkomfort), „Kurzzzeitiges Sitzen oder Stehen“, „Langsames Flanieren, Bummeln“ und „Zügiges Durchqueren“ (geringste Anforderungen an den Windkomfort).

Die Grenzwindgeschwindigkeiten der Bereiche A – D als stundengemittelte Windgeschwindigkeiten lassen sich als Verteilungen nach Gleichung (1) darstellen:

$$u_{Grenz}(p) = 0,103 \cdot c \cdot (-\ln p)^{1/k} \cdot u_{Grenz}(p = 0,01) \quad (1)$$

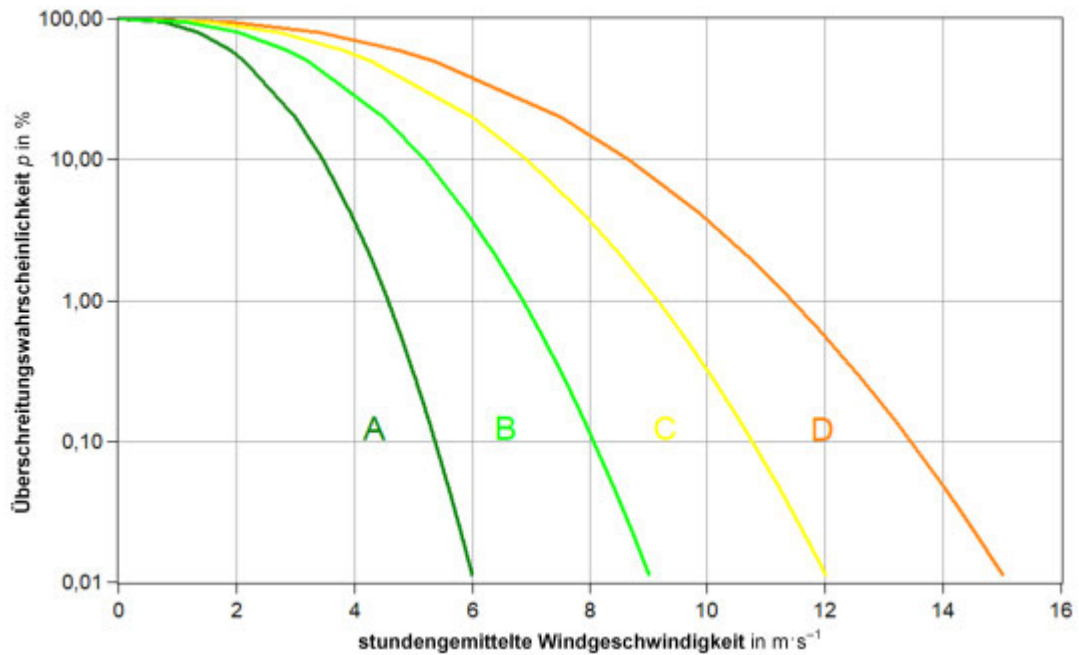
Dabei werden die Weibull-Parameter  $c$  und  $k$  gemäß VDI 3787 angenommen zu:

$$c = 4; \quad k = 2,5; \quad p \text{ in } \%$$

In Tab. 2.2 sind Grenzgeschwindigkeiten  $u_{Grenz}(p)$  für die verschiedenen Windkomfortbereiche A bis D aufgeführt.

Für einen Untersuchungspunkt ergibt sich nicht zwingend eine Verteilung wie in Abb. 2.4 dargestellt. Aus diesem Grund wird empfohlen, entweder für mindestens vier über den Gesamtbereich verteilte Überschreitungswahrscheinlichkeiten die Grenzgeschwindigkeit oder für mindestens vier über den Gesamtbereich verteilte Geschwindigkeiten die Überschreitungswahrscheinlichkeiten zu bestimmen.

Bei der Beurteilung ist der ungünstigste ermittelte Windkomfortbereich zu wählen.



**Abb. 2.6:** Einteilung der Windkomfortbereiche bei stärkeren Winden, Windgeschwindigkeit in Lauf- und Verweilhöhe, basierend auf den Untersuchungen verschiedener Autoren (VDI 3787 Blatt 4-2020)

Windkomfortbereich	Aktivitätsklasse			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z. B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßencafés, Biergärten, Spielplätze, Ruhezonen)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z. B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z. B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z. B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet

**Tab. 2.1:** Kriterien zur Beurteilung des lokalen Windklimas auf Belästigungen durch Wind (VDI 3787 Blatt 4 – 2020)

Grenzgeschwindigkeit $u_{Grenz}(p = 0,01 \%)$	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. 2.2:** Grenzgeschwindigkeiten  $u_{Grenz}(p)$  (Stundenwerte) für die verschiedenen Windkomfortbereiche A – D (VDI 3787 Blatt 4 – 2020)

#### 2.4 Sicherheitskriterium (nach VDI 3787 Blatt 4)

Sind die stundengemittelten Windgeschwindigkeiten mit den zugehörigen Überschreitungswahrscheinlichkeiten größer als der Bereich D in Abb. 2.6, sollte eine genauere Überschreitungswahrscheinlichkeit durch eine Zeitreihenanalyse der Windgeschwindigkeit ermittelt werden. Um eine Gefährdung durch Wind weitgehend auszuschließen, dürfte die lokale stundengemittelte Windgeschwindigkeit von  $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (oder die korrespondierende 3s-Böe) in maximal 0,01 % der Zeit überschritten werden.

#### 2.5 Anwendung der VDI-Richtlinie

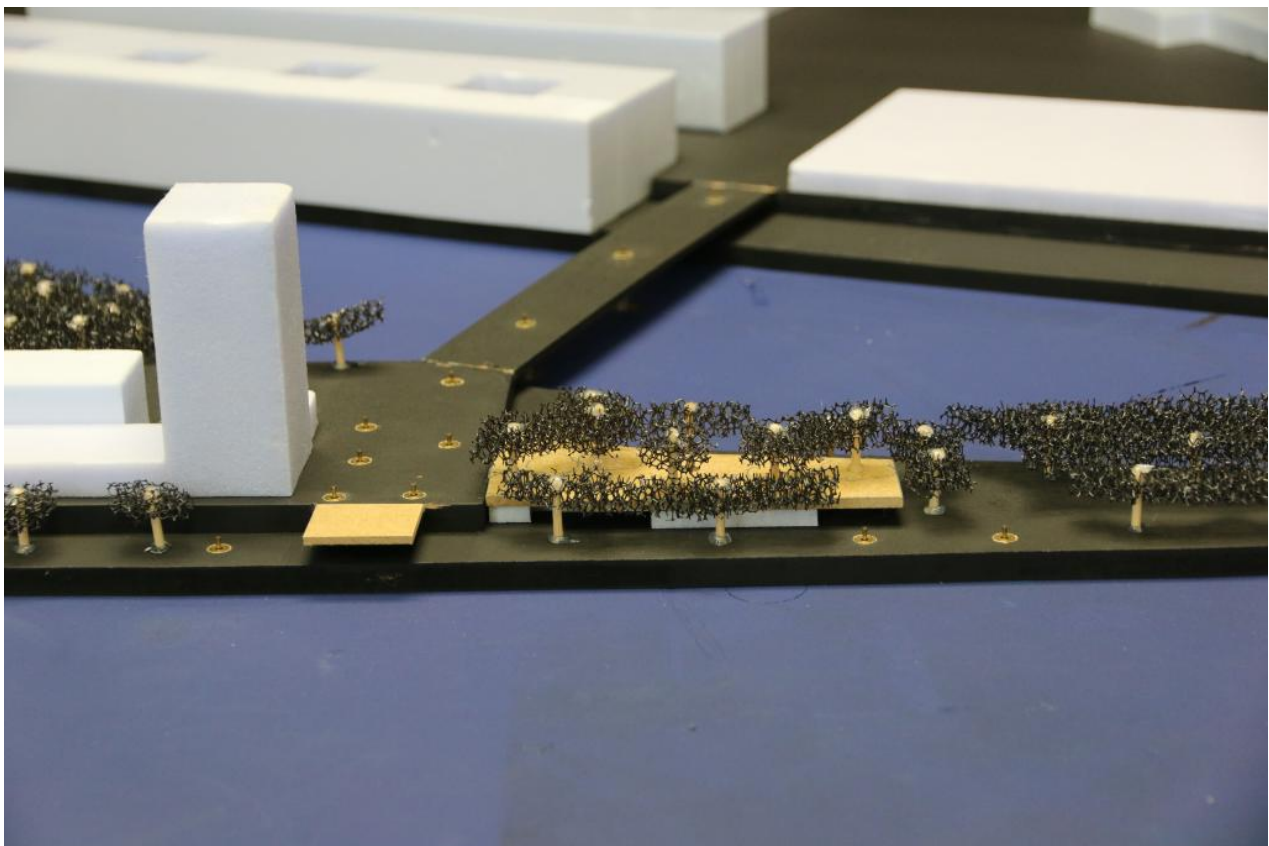
Es wurden im Einklang mit der VDI-Richtlinie für 5 verschiedene Grenzgeschwindigkeiten, die die relevanten niedrigen und hohen Windgeschwindigkeitsbereiche abdecken, die Überschreitungshäufigkeiten berechnet. Dabei wurden im Windkanalmodell gemessene mittlere und Böengeschwindigkeiten untersucht. Die dazugehörigen Grenzwahrscheinlichkeiten für die Einstufung in die Windkomfortbereiche wurden gemäß Abb. 2.6 ermittelt. Die gemessenen Böengeschwindigkeiten wurden hierzu in äquivalente Stundenmittel-Geschwindigkeiten umgerechnet. Die an den Messorten zu erwartenden Spitzenwindgeschwindigkeiten, die maßgebend für die Beurteilung der Wind-

sicherheit sind, wurden in Einklang mit den Empfehlungen der VDI 3787 auf Basis von Zeitreihenanalysen der gemessenen hochaufgelösten Windgeschwindigkeitssignale ermittelt und in Beziehung zum angegebenen Sicherheitskriterium (Kap. 2.4) gesetzt.

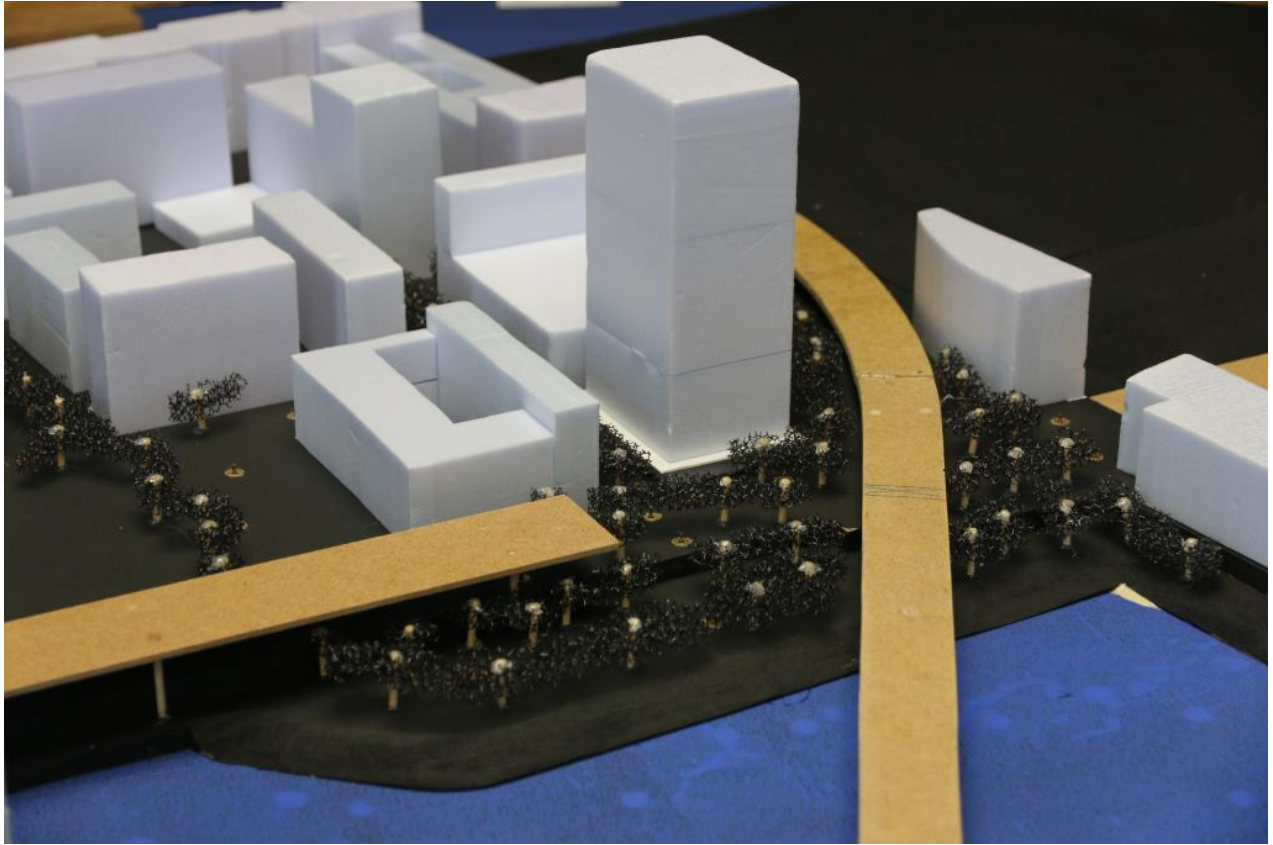
Die Auswertungen für das Sommerhalbjahr und das Winterhalbjahr wurden getrennt bewertet, da der Nutzungsschwerpunkt der Außenanlagen üblicherweise im Sommer liegt. Jeder Messpunkt wird anhand der Häufigkeiten der Grenzgeschwindigkeiten nach den Kriterien gemäß Abb. 2.6 in die entsprechenden Windkomfortklassen eingeordnet.

## 2.6 Beschreibung der Versuchsvarianten

Die Bestimmung der Geschwindigkeitsfaktoren  $X_i$  wurde an insgesamt 107 Punkten im bodennahen Außenbereich des Areals durchgeführt. Die Lage der Messstellen ist in Abb. 3.1 und Abb. 3.2 definiert. Die Messungen wurden für insgesamt 24 Anströmrichtungen in 15°-Schritten in ca. 1,5 m Höhe (entspricht ca. 3 mm im Modell) über der jeweiligen Bodenoberfläche durchgeführt und erfolgten mit druckbasierten Geschwindigkeitssensoren (Irwin-Sensoren) (siehe Abb. 2.7 und Abb. 2.8).



**Abb. 2.7:** Windkanalmodell 1 – Geschwindigkeitsmessungen mit Irwinsonden



**Abb. 2.8:** Windkanalmodell 2 – Geschwindigkeitsmessungen mit Irwinsonden

### 3 ERGEBNISSE DER WINDKOMFORTUNTERSUCHUNGEN (FUNKTIONSPLAN KOMPLETT UMGESETZT)

#### 3.1 Windkomfort am Standort als Referenz

Die Auswertung der meteorologischen Station Hamburg-Fuhlsbüttel zeigt, dass am Standort westliche bis südwestliche Winde am häufigsten vorkommen, die zudem auch die höchsten Windgeschwindigkeiten aufweisen. Ein zweites Maximum ist noch für östliche Windrichtungen zu verzeichnen. Die zu erwartenden Windgeschwindigkeiten sind hier allerdings etwas geringer (siehe Abb. 2.4 und Abb. 2.5). Um die nachfolgenden Ergebnisse einschätzen zu können, wurde zunächst der Windkomfort am Standort in Fußgängerhöhe  $h = 1.5$  m, wie er sich ohne unmittelbaren Einfluss von lokalen Gebäuden (ohne Projektgebäude und lokaler Umgebungsbebauung, jedoch unter Berücksichtigung der zur Umgebung passenden generischen Geländerauigkeit) einstellen würde, bewertet (Referenzsituation). Hierzu wurde die Windstatistik der Wetterstation auf die Geländerauigkeit am Projektstandort angepasst (nach DIN EN 1991-1-4, 2010) und ein konstanter Erhöhungsfaktor  $X_i = 1$  aus allen Windrichtungen angenommen.

*Referenz Sommerhalbjahr:* Im Sommerhalbjahr wird alleine aufgrund des Windklimas am Standort ohne Einfluss von Gebäuden nach den Kriterien aus Tab. 2.1 die **Windkomfortklasse C** (Tendenz zu B) erreicht. Der Standort wäre während des Sommerhalbjahres also für langsames Flanieren und Bummeln geeignet bzw. für kurzzeitige Aufenthalte wie beispielsweise in Wartebereichen mäßig geeignet.

*Referenz Winterhalbjahr:* Im Winterhalbjahr wird alleine aufgrund des Windklimas am Standort ohne Einfluss von Gebäuden nach den Kriterien aus Tab. 2.1 auch die **Windkomfortklasse C** erreicht, allerdings mit Tendenz zu D. Der Standort ist im Winterhalbjahr tendenziell schlechter zu bewerten als während des Sommerhalbjahres. Für langsames Flanieren oder Bummeln ist der Standort jedoch noch geeignet.

#### 3.2 Ergebnisse Windkanaluntersuchungen

Aus den Windkanalmessungen an den einzelnen Messpunkten lassen sich windrichtungsabhängig die Erhöhungsfaktoren  $X_i$  bestimmen. Diese geben an, um wie viel sich die Geschwindigkeit als Folge der Bebauung im Vergleich zu einer ungestörten Fläche ändert. Die Nummerierung der Messpunkte findet sich in Abb. 3.1 (Modell 1) und Abb. 3.2 (Modell 2). Die Matrix der Erhöhungsfaktoren  $X_i$  für sämtliche Windrichtungen und Messpunkte ist in Tab. 3.1 und Tab. 3.2 dargestellt. Erhöhungsfaktoren von 1.2 bedeuten beispielsweise, dass die Geschwindigkeiten um 20 % höher

sind als in unbebautem Gelände, Faktoren von 0.8 bedeuten eine Geschwindigkeitsreduktion um 20 %.

Im bodennahen Bereich des Areals sind an einigen Punkten bei ungünstigen Windrichtungen mit Windbeschleunigungen in der Größenordnung von 50-60 % zu rechnen. Die Strömungsbeschleunigungen sind hier als Folge der Gebäudeumströmungen vor allem im Bereich der exponierten Hochhäuser (Hafenmuseum, Hafenbeckenpark) zu verstehen. Rund um das Hochhaus am Stadtplatz fallen die Windgeschwindigkeitserhöhungen etwas geringer aus. Hier machen sich die geplante dichtere Baum-Bepflanzung sowie das umlaufende Vordach positiv bemerkbar.

Auf den Brücken und Stegen über den Moldauhafen treten ebenfalls tendenziell höhere Windgeschwindigkeiten auf.

Für viele Windrichtungen ist aber auch ein starker Schutzeffekt (Faktoren  $< 1.0$ ) durch die Bebauung selbst oder die geplanten Bepflanzungen zu erwarten. Maßgebend für die Bewertung des Windkomforts ist letztendlich, wie häufig die Windrichtungen auftreten, an denen sich die größten Erhöhungsfaktoren einstellen.

Aus der Kopplung der windrichtungsabhängigen Erhöhungsfaktoren mit der Windstatistik werden die Häufigkeiten bestimmt, mit denen bestimmte Grenzgeschwindigkeiten überschritten werden.

Grasbrook-Funktionsplanung  
Windkomfort-Untersuchung

Messpunkte

Modell 1



**Abb. 3.1:** Bezeichnungen und Positionen der Messstellen im bodennahen Außenbereich des Grasbrook-Areals - **Modell 1**



**Abb. 3.2:** Bezeichnungen und Positionen der Messstellen im bodennahen Außenbereich des Grasbrook-Areals - **Modell 2**

Messpunkt	Windrichtung $\beta$ [°] (0° = Nord)											
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
1	1.04	1.15	1.17	0.79	0.53	0.74	0.91	1.12	1.04	0.88	0.92	0.98
2	1.01	1.28	1.27	0.79	0.42	0.43	0.59	1.08	1.07	0.77	0.71	0.76
3	0.36	0.38	0.38	0.40	0.53	0.78	0.85	0.80	0.88	0.73	0.44	0.37
4	0.68	0.75	0.76	0.61	0.66	0.98	1.03	0.89	0.91	0.75	0.68	0.68
5	1.41	1.58	1.39	0.95	0.76	1.27	1.48	1.30	1.30	1.05	0.77	0.94
6	1.39	1.42	1.00	0.74	0.83	1.13	1.13	1.01	0.94	0.79	0.89	1.06
7	1.05	0.92	0.94	0.88	0.79	1.02	1.05	0.84	0.91	0.92	0.97	0.98
8	0.71	0.78	0.88	0.84	0.72	0.76	0.59	0.53	0.70	1.01	0.91	0.80
9	1.45	1.59	1.53	1.09	0.71	0.83	1.09	1.30	1.55	1.30	0.96	1.04
10	1.47	0.99	0.71	0.70	0.76	1.14	1.32	1.16	1.16	1.05	1.05	1.33
11	1.31	0.94	0.88	0.86	0.75	0.95	1.06	0.90	0.85	1.05	1.36	1.49
12	0.64	0.76	1.07	0.91	0.69	0.87	0.88	0.72	0.82	1.13	1.30	0.91
13	0.57	0.64	1.03	1.15	0.78	0.64	0.65	0.75	0.94	0.92	0.95	0.72
14	0.71	0.63	0.60	0.72	1.08	1.34	1.06	0.83	1.13	1.35	1.29	0.97
15	0.90	0.71	0.79	1.05	1.27	1.23	0.84	0.81	1.03	1.13	1.29	1.15
16	0.96	0.95	0.81	0.72	0.75	0.72	0.66	0.93	1.21	0.92	0.77	0.84
17	0.42	0.57	0.62	0.56	0.47	0.53	0.65	0.68	0.84	0.92	0.83	0.45
18	0.64	0.62	0.56	0.56	0.56	0.68	0.88	0.86	0.85	0.76	0.68	0.63
19	0.82	0.66	0.56	0.69	0.90	0.95	0.94	0.77	0.79	0.72	0.69	0.69
20	1.30	1.35	1.24	0.92	0.59	0.55	0.54	0.78	1.06	0.96	0.87	1.05
21	1.13	1.00	0.73	0.54	0.62	0.68	0.75	0.97	1.36	1.30	0.90	0.97
22	0.87	0.68	0.57	0.53	0.50	0.60	0.88	0.93	0.95	0.92	0.88	0.97
23	0.85	0.57	0.60	0.63	0.70	0.92	1.01	0.80	0.66	0.77	0.98	1.10
24	0.57	0.51	0.69	0.76	0.77	0.92	1.03	0.84	0.78	0.83	0.83	0.71
25	0.83	0.66	0.71	0.76	0.78	0.85	0.82	1.06	1.40	1.49	1.11	0.98
26	0.64	0.78	0.91	0.83	0.70	0.92	1.37	1.60	1.14	0.70	0.64	0.67
27	0.57	0.60	0.69	0.94	0.96	0.73	0.52	0.48	0.47	0.47	0.58	0.55
28	0.81	0.65	0.64	0.77	1.00	1.09	1.03	0.76	0.98	1.21	1.06	0.92
29	0.66	0.61	0.63	0.69	0.80	0.77	0.77	0.64	0.80	0.87	0.73	0.68
30	0.44	0.50	0.60	0.53	0.51	0.58	0.69	0.67	0.71	0.64	0.50	0.49
31	0.47	0.58	0.65	0.54	0.50	0.77	1.08	1.01	0.99	0.93	0.68	0.58
32	1.23	0.79	0.42	0.41	0.47	0.61	0.82	0.87	0.91	0.89	0.80	1.16
33	0.61	0.57	0.60	0.75	0.76	0.70	0.74	0.67	0.87	1.11	0.86	0.75
34	0.42	0.48	0.51	0.58	0.54	0.51	0.62	0.62	0.61	0.66	0.54	0.44
35	0.56	0.50	0.51	0.65	0.63	0.56	0.66	0.70	0.80	1.09	0.84	0.65
36	0.36	0.36	0.46	0.59	0.54	0.70	0.87	0.98	0.70	0.51	0.56	0.55
37	0.44	0.44	0.58	0.71	0.56	0.68	1.05	1.22	0.99	0.89	0.66	0.53
38	1.00	1.00	1.02	0.88	0.56	0.54	0.81	0.93	0.75	0.60	0.82	1.03
39	0.80	0.83	0.95	0.92	0.64	0.40	0.44	0.46	0.49	0.48	0.72	0.92
40	0.96	0.92	0.96	0.95	1.14	1.34	1.03	0.74	0.71	0.96	1.21	1.32
41	0.78	0.82	0.97	0.82	0.76	1.30	1.10	0.71	0.61	0.85	1.10	1.01
42	0.91	1.13	1.19	0.86	1.00	1.50	1.08	0.78	0.81	1.01	1.13	1.20
43	1.06	1.46	1.13	0.66	0.66	1.09	1.38	1.24	1.08	1.14	1.22	1.09
44	0.84	1.05	1.30	1.23	0.96	0.68	0.43	0.29	0.63	1.32	1.16	0.84
45	0.71	1.02	1.26	1.10	0.84	1.14	1.04	0.93	0.94	0.78	0.68	0.70
46	0.65	0.68	0.81	0.91	0.74	0.88	0.90	0.76	1.01	0.95	0.78	0.71
47	0.48	0.63	0.96	1.12	1.01	1.24	1.11	0.91	0.59	0.32	0.34	0.54
48	0.68	0.63	0.72	0.74	0.66	0.73	0.61	0.53	0.53	0.51	0.68	0.86
49	0.90	0.78	0.68	0.53	0.57	0.46	0.45	0.47	0.64	0.97	1.12	1.09
50	0.99	0.73	0.68	0.74	0.87	0.99	0.92	0.93	1.01	1.13	1.20	1.11
51	1.26	0.85	0.87	0.94	1.04	0.96	0.88	0.95	0.96	1.05	1.40	1.50
52	0.98	0.79	0.72	0.72	0.93	1.24	1.13	1.08	0.84	0.59	0.83	0.99
53	1.06	1.07	1.56	1.14	0.79	1.37	1.30	1.16	1.02	0.73	0.79	1.10
54	0.91	0.68	0.73	0.84	1.21	1.17	0.95	0.81	1.02	1.44	1.59	1.29
55	0.75	0.56	0.68	0.82	0.89	0.97	0.89	0.72	0.92	1.29	1.23	1.01
56	0.60	0.50	0.59	0.66	0.71	0.83	0.73	0.53	0.75	0.93	0.81	0.69
57	0.44	0.43	0.66	0.82	0.62	0.67	0.83	0.98	0.99	0.86	0.58	0.51
58	0.62	0.63	0.85	1.01	0.66	0.62	0.68	1.05	1.32	1.12	0.81	0.65
59	0.71	0.75	0.85	0.92	0.65	0.70	0.82	0.80	1.02	0.98	0.59	0.53
60	0.70	0.72	0.79	0.73	0.70	0.75	0.74	0.76	0.77	0.73	0.64	0.62

Tab. 3.1: Erhöhungsfaktoren  $X_i$  an den in Abb. 3.1 und Abb. 3.2 angegebenen Messpunkten im bodennahen Außenbereich des Grasbrook-Areals im Vergleich zur unbebauten Referenzsituation (Freifläche). Maxima sind orange hervorgehoben – MP 1-60

Messpunkt	Windrichtung $\beta$ [°] (0° = Nord)											
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
61	0.54	0.56	0.59	0.69	0.63	0.55	0.54	0.60	0.67	0.64	0.57	0.61
62	1.42	1.32	0.95	0.82	0.61	0.69	0.88	0.83	0.70	0.66	0.81	1.17
63	1.30	1.53	1.35	0.81	0.54	0.72	0.78	0.74	0.58	0.54	0.54	0.92
64	0.83	0.83	1.03	0.96	0.65	0.54	0.50	0.51	0.50	0.56	0.64	0.85
65	0.70	0.69	0.81	0.91	0.72	0.54	0.51	0.52	0.54	0.57	0.63	0.75
66	0.71	0.65	0.64	0.61	0.56	0.52	0.49	0.44	0.48	0.47	0.58	0.76
67	0.61	0.57	0.60	0.68	0.59	0.46	0.43	0.45	0.51	0.50	0.52	0.65
68	0.71	0.69	0.87	0.90	0.61	0.42	0.41	0.41	0.45	0.51	0.71	0.86
69	1.25	1.51	1.46	0.96	0.83	0.95	0.72	0.50	0.44	0.58	0.68	0.80
70	0.75	0.68	0.89	0.85	0.92	0.79	0.59	0.50	0.66	0.91	1.05	0.92
71	0.82	0.79	0.94	0.92	0.89	0.78	0.90	0.85	0.97	0.85	0.87	0.77
72	0.58	0.74	0.99	0.99	0.86	0.78	0.80	0.71	0.86	0.78	0.70	0.63
73	0.65	0.71	1.03	0.92	0.84	0.85	0.83	0.61	0.71	0.72	0.82	0.78
74	0.54	0.69	0.84	1.07	1.25	1.10	0.70	0.50	0.55	0.66	0.67	0.57
75	0.45	0.49	0.63	0.74	0.79	0.86	0.67	0.48	0.49	0.61	0.66	0.55
76	0.58	0.65	0.72	0.82	0.87	0.94	0.73	0.67	0.73	0.72	0.71	0.56
77	0.61	0.66	0.80	0.89	0.83	0.88	0.84	0.98	0.95	0.77	0.61	0.55
78	0.57	0.63	0.72	0.78	0.48	0.65	0.96	1.09	1.11	1.04	0.83	0.62
79	0.50	0.51	0.90	0.81	0.56	0.74	0.92	0.97	1.05	0.90	0.58	0.51
80	0.44	0.38	0.50	0.64	0.49	0.64	0.67	0.86	0.61	0.61	0.61	0.59
81	0.45	0.38	0.47	0.61	0.49	0.67	0.86	0.82	0.72	0.62	0.58	0.60
82	0.69	0.54	0.76	0.77	0.61	0.90	1.06	0.95	0.70	0.71	0.90	0.94
83	0.75	0.57	0.56	0.69	0.75	0.98	0.99	0.83	0.82	1.02	1.00	0.89
84	0.70	0.53	0.62	0.73	0.64	0.76	0.82	0.81	0.81	0.73	0.82	0.90
85	0.66	0.47	0.71	0.78	0.57	0.63	0.68	0.62	0.53	0.61	0.73	0.84
86	0.76	0.50	0.65	0.72	0.68	0.81	0.90	0.80	0.76	0.80	0.86	0.94
87	0.48	0.41	0.55	0.60	0.61	0.68	0.85	0.85	0.82	0.80	0.57	0.54
88	0.79	0.77	0.86	0.81	0.66	0.65	0.69	0.70	0.63	0.70	0.85	0.88
89	0.93	0.71	0.81	0.76	0.71	0.77	0.70	0.62	0.68	0.72	0.89	1.12
90	0.80	0.79	1.13	1.05	0.68	0.74	0.96	1.01	0.75	0.77	1.12	1.05
91	0.44	0.78	1.12	0.98	0.68	0.92	1.30	1.44	0.99	0.73	0.52	0.30
92	0.51	0.51	0.75	0.95	0.83	0.63	0.57	0.55	0.74	1.01	1.10	0.86
93	0.41	0.47	0.56	0.83	1.18	1.45	1.39	1.10	1.21	1.43	1.16	0.60
94	0.61	0.48	0.44	0.75	1.20	1.28	1.19	0.97	1.12	1.43	1.28	0.94
95	1.05	1.06	1.08	1.17	1.28	1.01	0.94	1.06	0.95	1.06	1.16	1.10
96	1.03	0.92	1.06	1.26	1.17	1.04	1.06	1.00	0.78	0.77	0.93	1.10
97	0.82	0.83	1.27	1.61	1.27	0.81	0.69	0.72	0.92	1.17	0.90	0.86
98	0.72	0.76	1.22	1.37	1.27	0.93	0.78	0.99	1.17	1.22	1.03	0.78
99	0.83	0.70	1.09	1.26	1.22	0.71	0.55	0.63	0.62	0.73	0.79	0.96
100	0.64	0.70	1.01	1.21	0.91	0.69	0.76	0.99	1.00	0.93	0.66	0.58
101	0.46	0.45	0.89	1.09	1.04	0.78	0.70	0.92	0.91	0.95	0.87	0.66
102	0.63	0.59	0.67	0.92	1.08	1.02	0.82	0.77	0.80	0.88	0.79	0.67
103	0.70	0.90	1.31	1.58	1.43	0.88	0.62	0.62	0.77	1.04	1.05	0.89
104	0.62	1.02	1.09	1.03	0.96	0.96	1.15	1.10	0.83	0.82	0.85	0.58
105	0.47	0.52	0.87	1.18	1.11	0.69	0.58	0.77	0.87	0.97	0.85	0.63
106	1.21	0.69	0.73	0.97	0.99	1.15	1.32	1.22	0.91	1.12	1.14	1.38
107	0.95	0.77	0.71	0.91	0.98	1.53	1.48	0.98	0.63	0.85	1.19	0.86

Tab. 3.2: Erhöhungsfaktoren  $X_i$  an den in Abb. 3.2 angegebenen Messpunkten im bodennahen Außenbereich des Grasbrook-Areals im Vergleich zur unbebauten Referenzsituation (Freifläche). Maxima sind orange hervorgehoben – MP 61-107

### **3.3 Windkomfort im bodennahen Bereich des Areal**

#### Prognose Windsicherheit

Für die Prognose der Windsicherheit werden die Klassifizierungen gemäß der Ganzjahresstatistik herangezogen (Abb. 3.3 und Abb. 3.4).

Das in der VDI 3787 Blatt 4 definierte Sicherheitskriterium (siehe Kap. 2.4) wird für die untersuchten Bereiche an allen Messpunkten eingehalten. Eine inakzeptable potentielle Gefährdung von Fußgängern oder Radfahrern im Sinne des Sicherheitskriteriums ist daher nicht gegeben.

#### Prognose Windkomfort im Sommerhalbjahr:

Während des Sommerhalbjahres sind die in Abb. 3.5 und Abb. 3.6 angegebenen Komfortklassen zu erwarten.

Generell wird im gesamten Untersuchungsgebiet im Sommerhalbjahr ein Windkomfort der Klasse C oder besser prognostiziert, welche sich gemäß der VDI-Richtlinie noch für langsames Flanieren oder Bummeln eignet.

Die windigsten Bereiche sind hierbei der Bereich westlich des Hafensemuseums, der westliche Rand des Moldauhafenquartiers sowie die Bereiche rund um die Hochhäuser am Moldauhafen. Hier sind die Windbedingungen auch teilweise etwas ungünstiger als ohne Bebauungseinfluss, was im Sommer aber nicht zu einer schlechteren Einstufung im Vergleich zum Referenzzustand führt.

Die geplanten Bauwerke und Bepflanzungen führen in weiten Teilen des Parks sowie im Moldauhafenquartier und am nördlichen Elbufer zu einer Windberuhigung, so dass hier die Windkomfortklasse B und teilweise auch A erzielt wird. Die Gebiete sind daher für einen kürzeren Aufenthalt im Stehen oder Sitzen gut und für einen längeren Aufenthalt gut bis mäßig geeignet. Auch der Bereich unter dem Dach ist vergleichsweise windgeschützt (Klasse B).

Der Stadtplatz zeigt sich durch die dichte geplante Bepflanzung vor allem im Uferbereich gut windgeschützt. Im Nahbereich des Hochhauses (insbesondere an der Nordseite) können höhere Windgeschwindigkeiten allerdings etwas häufiger vorkommen. Insgesamt bleibt die Windkomfortsituation aber unkritisch (Klasse C).

Ähnliches gilt auch für die Hochhäuser am Hafenbecken bzw. am Saalehafen (Klasse C). Der Hafenbeckenpark selbst ist wiederum durch die geplante Bepflanzung etwas windberuhigter (Klassen A bis C).

Auf den Stegen und Brücken über das Hafenbecken wird im Sommerhalbjahr ebenfalls die Windkomfortklasse C prognostiziert, so dass der Windkomfort hier zum Bummeln und Überqueren unproblematisch ist.

Prognose Windkomfort im Winterhalbjahr:

Während des Winterhalbjahres sind die in Abb. 3.7 und Abb. 3.8 angegebenen Komfortklassen zu erwarten.

Durch das rauere Windklima im Winter fällt die Windkomfortklassifizierung allgemein etwas ungünstiger aus.

In einigen Bereichen (vor allem am Hafenumuseum, nördlich des Stadtplatzhochhauses, am Saalehafenhochhaus sowie auf der Moldauhafenbrücke) wird dementsprechend nur noch die Windkomfortklasse D prognostiziert, also etwas ungünstiger als die Referenzsituation am Standort. Das bedeutet, dass diese Bereiche für sitzende oder stehende Aufenthalte im Winter oftmals windbedingt nicht geeignet sind. Als Verkehrsflächen zum Durchqueren ist der Windkomfort aber dennoch als ausreichend zu sehen. Sensitive Nutzungen dieser Bereiche sind aber ohne lokale Schutzmaßnahmen nicht zu empfehlen. Dies betrifft auch den nördlichen Bereich der geplanten Sportanlagen westlich der Lagerhallen am Saalehafen (Messpunkte 42 und 43) sowie der Bereich südlich des Hochhauses am Moldauhafen (Messpunkt 51).

Auf dem Steg zwischen dem Hochhaus am Moldauhafen und dem Dach können hohe Windgeschwindigkeiten signifikant häufig auftreten, so dass die Komfortkriterien nach der VDI-Richtlinie nicht mehr eingehalten werden. Hier ist eine winddichte Brüstung in ausreichender Höhe zum Schutz der Passanten dringend zu empfehlen. Dies wird auch für die Moldauhafenbrücke empfohlen.

Grasbrook-Funktionsplanung  
Windkomfort-Klassifizierung  
nach VDI 3787

Ganzjahresstatistik

Modell 1



Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-cafés, Biergärten, Spielplätze, Ruhezeiten)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzellen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

Abb. 3.3: Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4

Ganzjahresstatistik – Bereich Modell 1



**Abb. 3.4:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4  
**Ganzjahresstatistik – Bereich Modell 2**

Grasbrook-Funktionsplanung  
Windkomfort-Klassifizierung  
nach VDI 3787

Sommerhalbjahr

Modell 1



Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-cafés, Biergärten, Spielplätze, Ruheazonen)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 3.5:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4 Sommerhalbjahr (April - September) – Bereich Modell 1



**Abb. 3.6:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4 Sommerhalbjahr (April - September) – Bereich Modell 2

Grasbrook-Funktionsplanung  
Windkomfort-Klassifizierung  
nach VDI 3787

Winterhalbjahr

Modell 1



Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-cafés, Biergärten, Spielplätze, Ruhezonen)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 3.7:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4 Winterhalbjahr (Oktober - März) – Bereich Modell 1



**Abb. 3.8:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4 Winterhalbjahr (Oktober - März) – Bereich Modell 2

#### **4 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN: HAFENTORQUARTIER NOCH MIT BESTANDSBEBAUUNG**

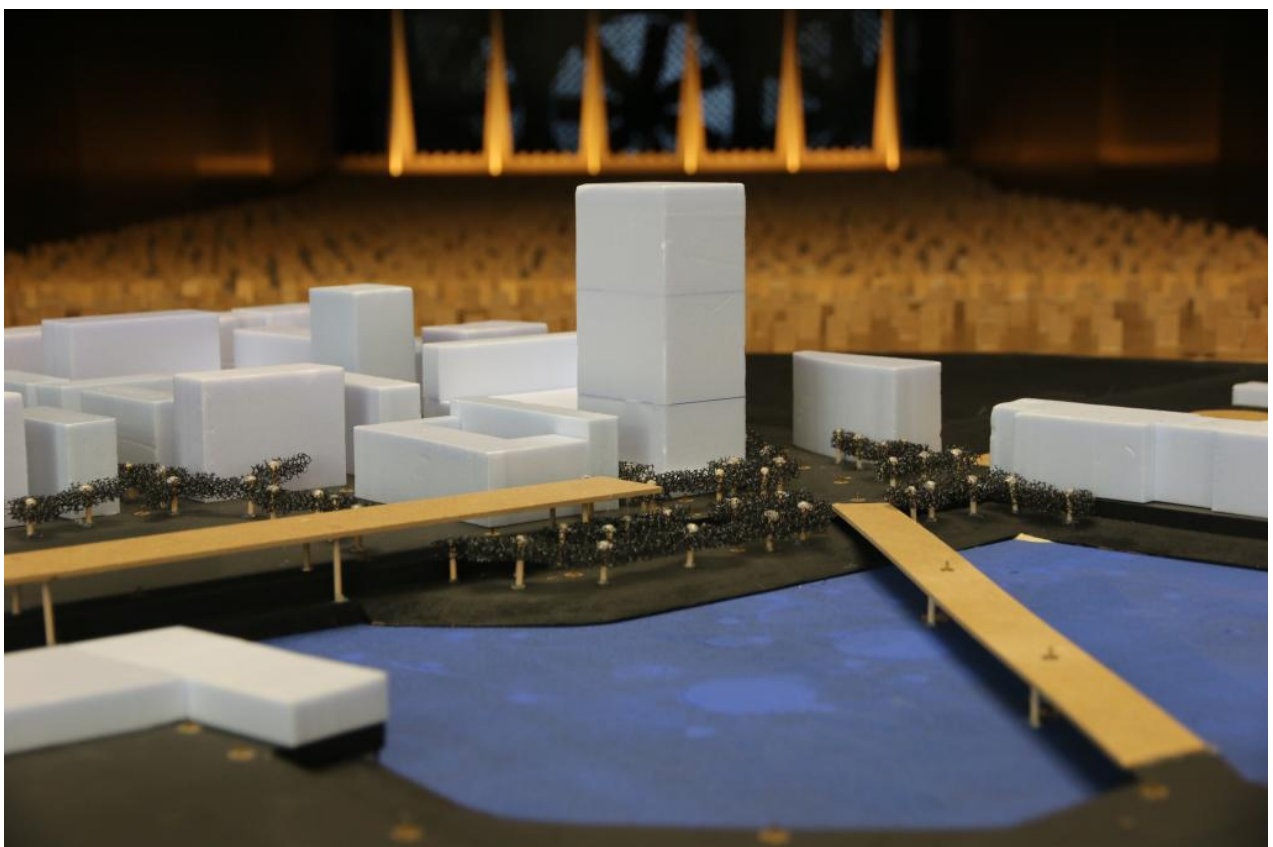
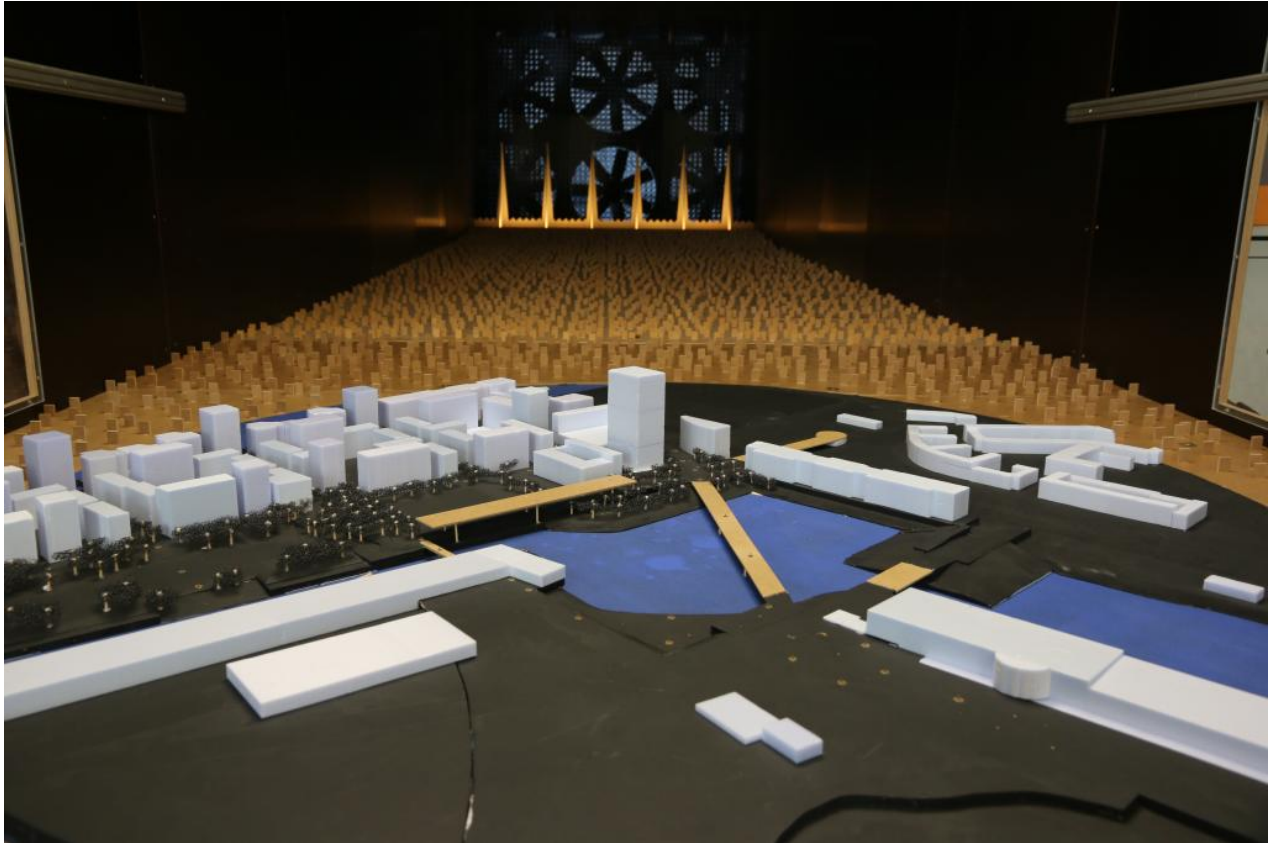
Im Nachgang der in Kap. 3 dokumentierten Untersuchungen für den Fall, dass der Funktionsplan komplett umgesetzt wurde, trat die Frage auf, wie sich die Situation darstellt, wenn im Bereich des Hafentorquartiers noch keine Neubauten realisiert wurden, sondern noch die Bestandsbauten stehen. Für diesen Fall wurden ergänzende Windkanaluntersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse in diesem Kapitel dokumentiert werden.

Das Windkanalmodell wurde für diese Zwecke im Bereich des Hafentorquartiers auf die Bestandsituation umgebaut und neue Messungen im Bereich des Moldauhafenquartiers durchgeführt (Abb. 4.1). Die Daten wurden analog zum in Kap. 2 und Kap. 3 beschriebenen Verfahren ausgewertet und entsprechende Windkomfortklassifizierungen ermittelt (Abb. 4.2 bis Abb. 4.7).

Durch die geringere Bebauungsdichte im Bestand des Hafentorquartiers sind große Teile des Moldauhafenquartiers weniger windgeschützt im Vergleich zur vollständigen Bebauung gemäß des Funktionsplanes. Je nach Distanz zum Hafentorquartier sind die Windgeschwindigkeiten im Moldauhafenquartier bei südlichen bis westlichen Windrichtungen im Allgemeinen etwa um 5 – 25% höher im Vergleich zur vollständigen Bebauung. Dies führt an vereinzelten Messpunkten zu einer Verschlechterung der WindkomfortEinstufung um eine Klasse. Bereiche, die im Einflussbereich der neuen Hochhäuser im Hafentorquartier stehen, zeigen aber teilweise auch günstigere Windkomfortbedingungen unter dem Einfluss der Bestandsbauten.

Insgesamt konnte weiterhin keine generelle potentielle Gefährdung für Fußgänger und Radfahrer auf Basis der Sicherheitskriterien festgestellt werden.

Da es nur vereinzelt zu etwas ungünstigeren KomfortEinstufungen kommt, sind die Aussagen in Kap. 3.3 zur Windkomfortsituation bei vollständiger Bebauung des Hafentorquartiers gemäß Funktionsplan auch für die Situation mit Bestandsbauten qualitativ gültig.

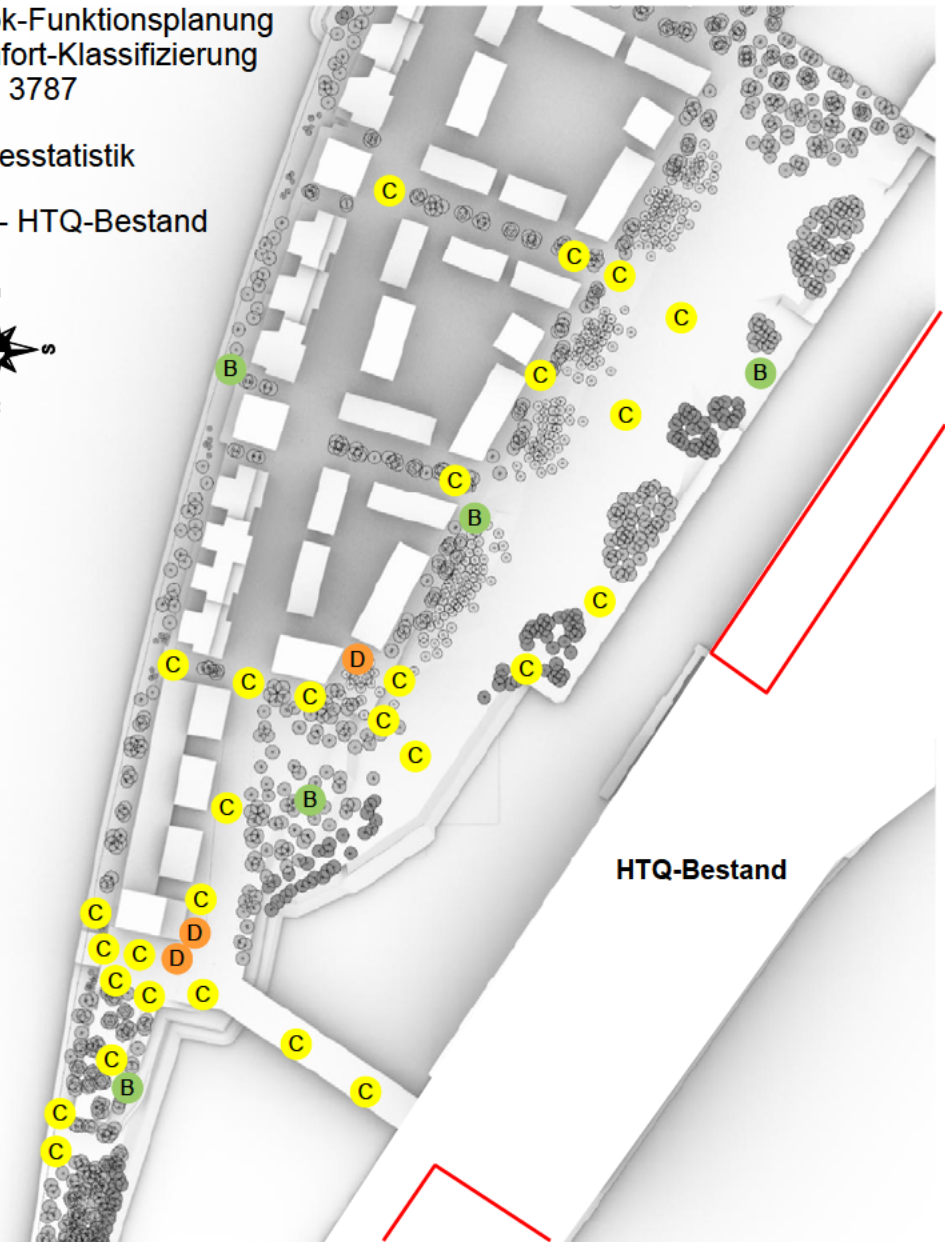


**Abb. 4.1:** Angepasstes Windkanalmodell für die Situation mit Bestandsbebauung im Hafentorquartier.

Grasbrook-Funktionsplanung  
Windkomfort-Klassifizierung  
nach VDI 3787

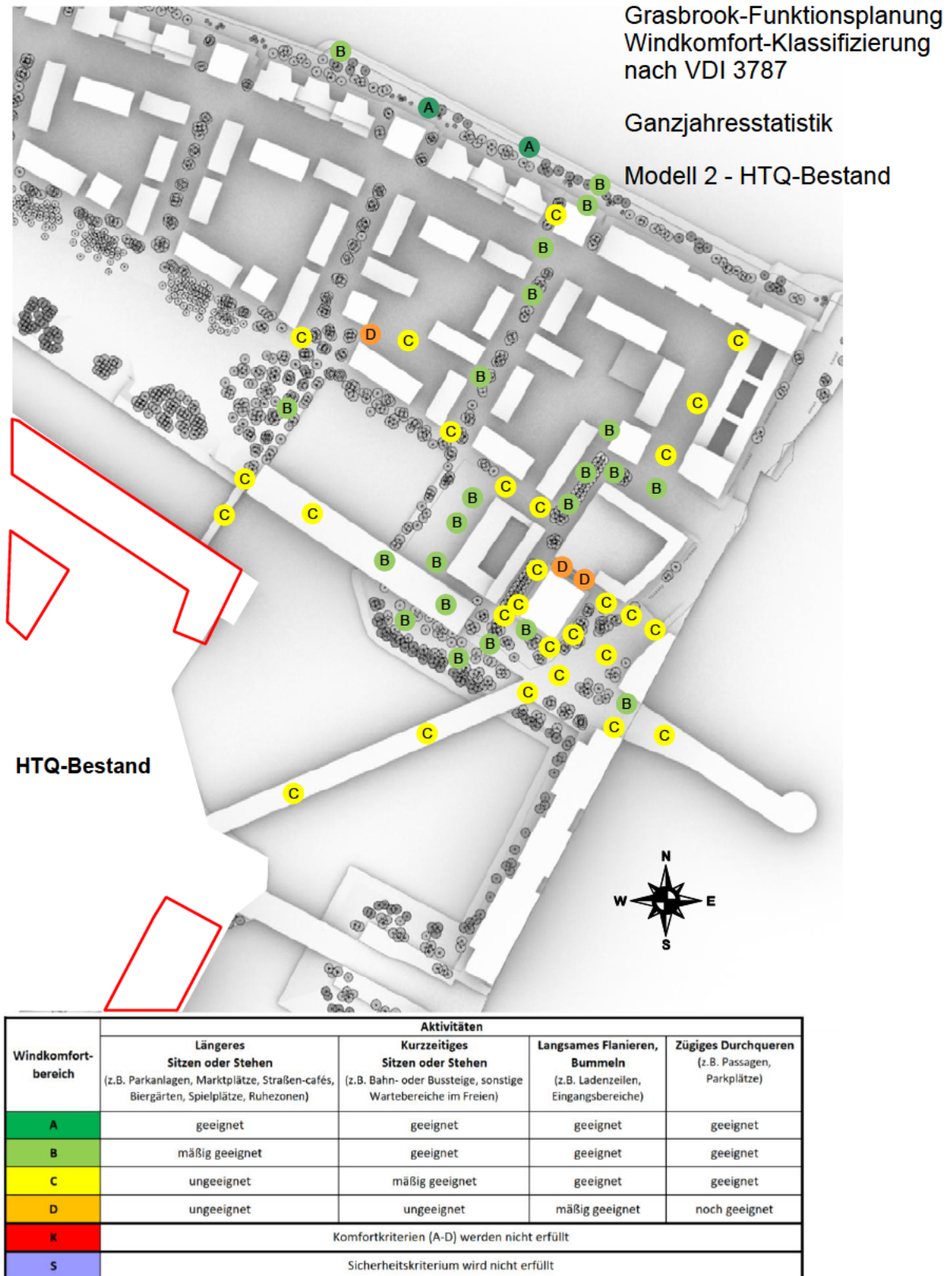
Ganzjahresstatistik

Modell 1 - HTQ-Bestand



Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-café, Biergärten, Spielplätze, Ruheazonen)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzellen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 4.2:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4  
**HTQ im Bestand - Ganzjahresstatistik – Bereich Modell 1**

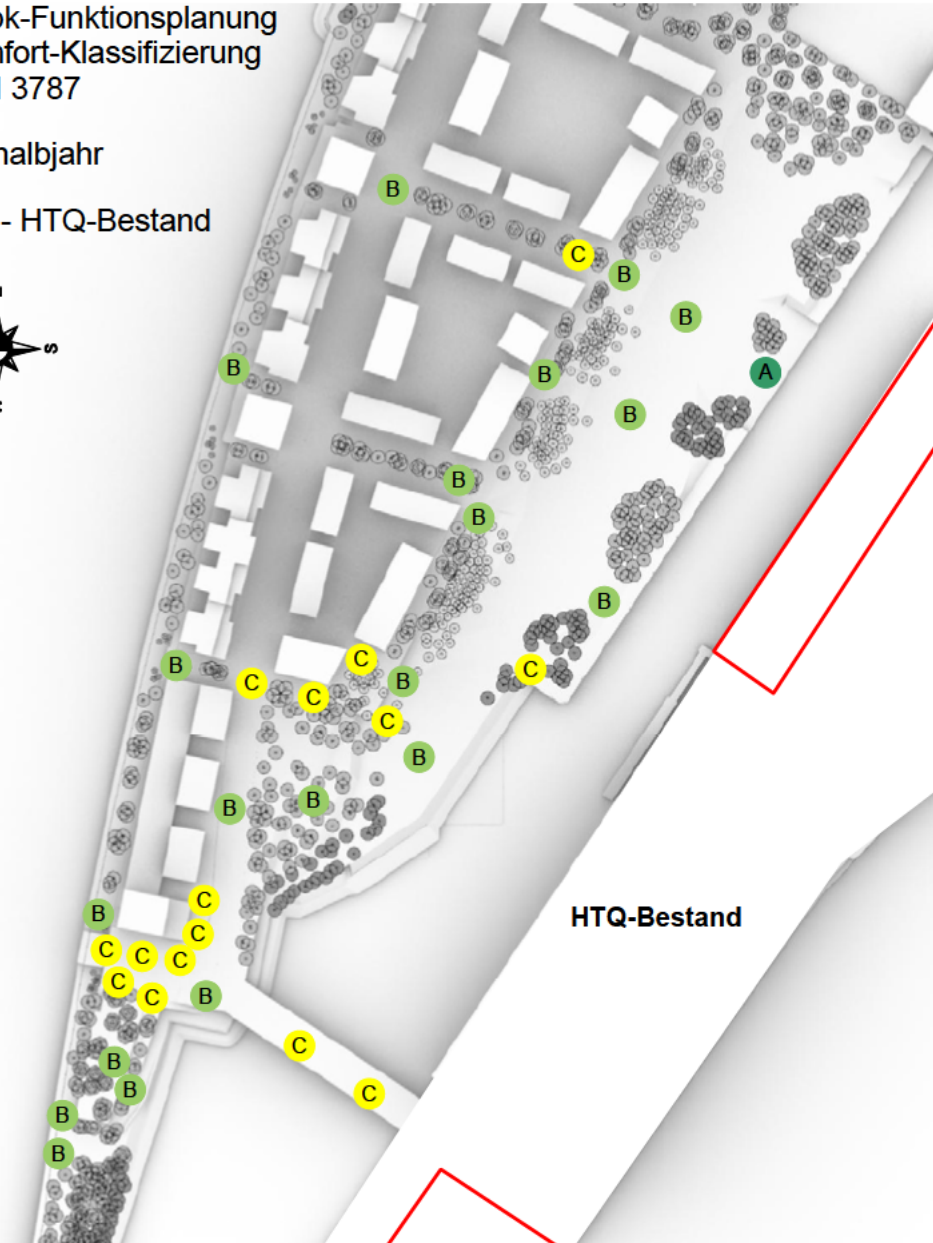


**Abb. 4.3:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4  
**HTQ im Bestand - Ganzjahresstatistik – Bereich Modell 2**

Grasbrook-Funktionsplanung  
Windkomfort-Klassifizierung  
nach VDI 3787

Sommerhalbjahr

Modell 1 - HTQ-Bestand



Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-cafés, Biergärten, Spielplätze, Ruhezonen)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 4.4:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4  
**HTQ im Bestand - Sommerhalbjahr (April - September) – Bereich Modell 1**

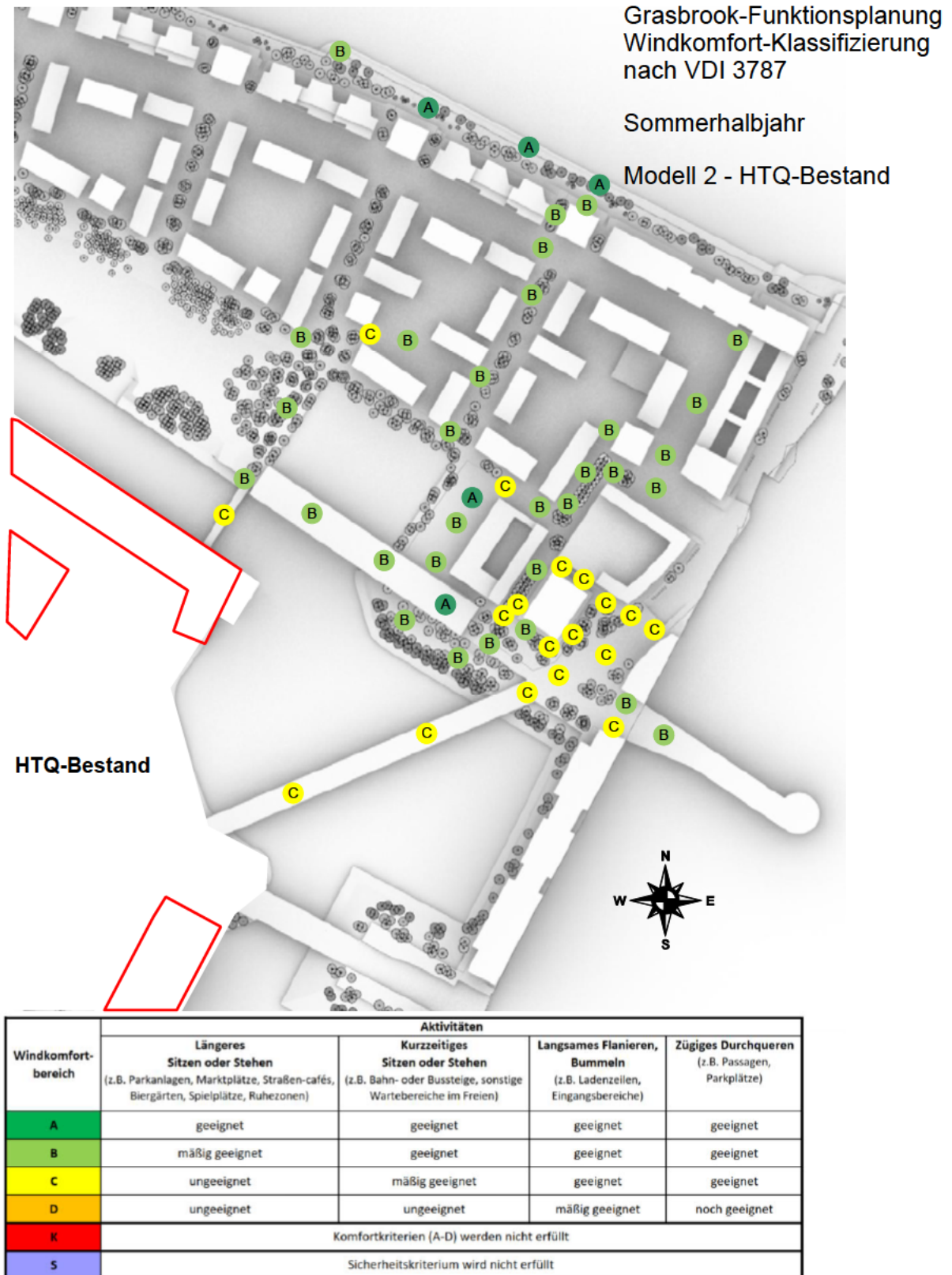


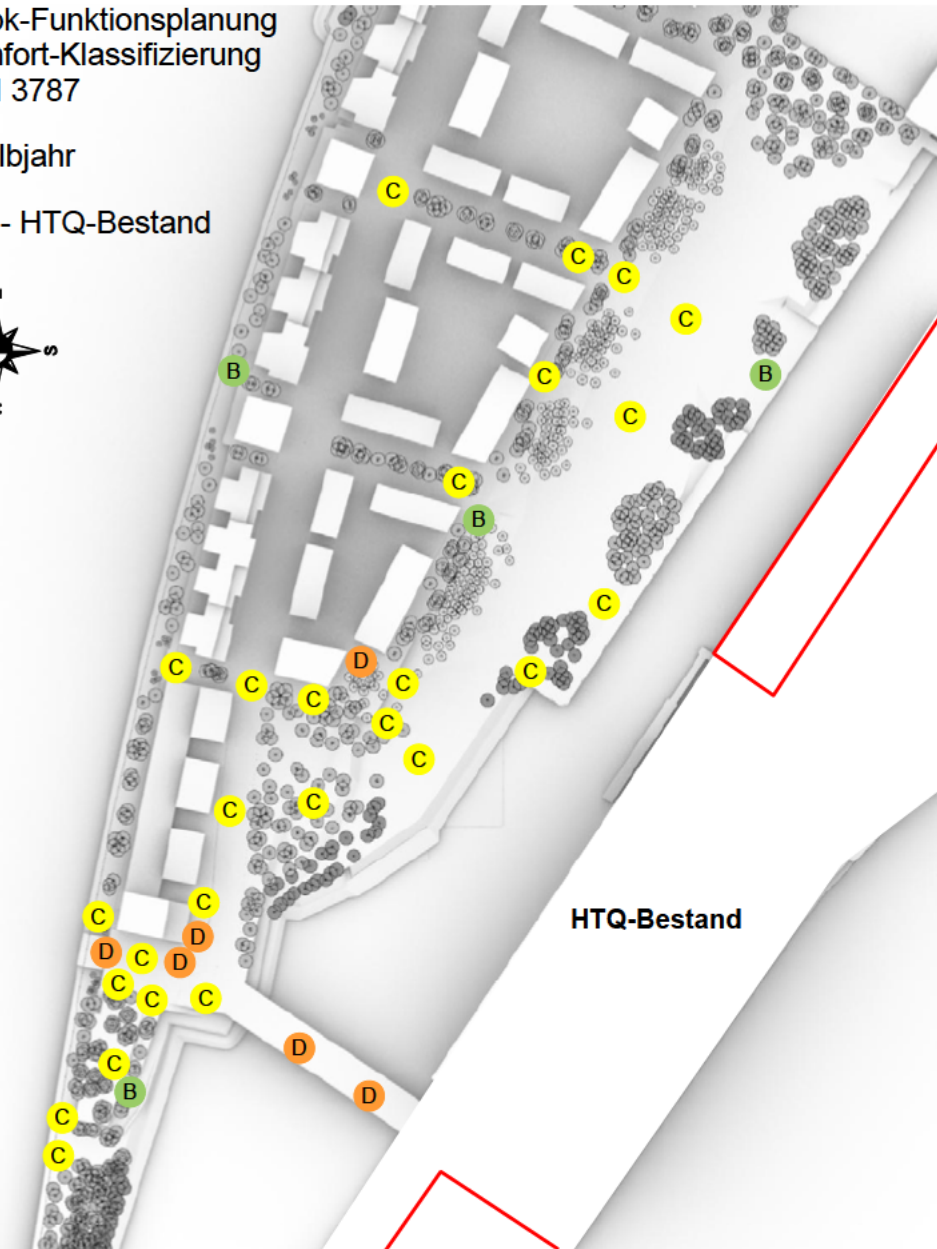
Abb. 4.5: Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4

**HTQ im Bestand - Sommerhalbjahr (April - September) – Bereich Modell 2**

Grasbrook-Funktionsplanung  
Windkomfort-Klassifizierung  
nach VDI 3787

Winterhalbjahr

Modell 1 - HTQ-Bestand



Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-café, Biergärten, Spielplätze, Ruhezone)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 4.6:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4  
**HTQ im Bestand - Winterhalbjahr (Oktober - März) – Bereich Modell 1**

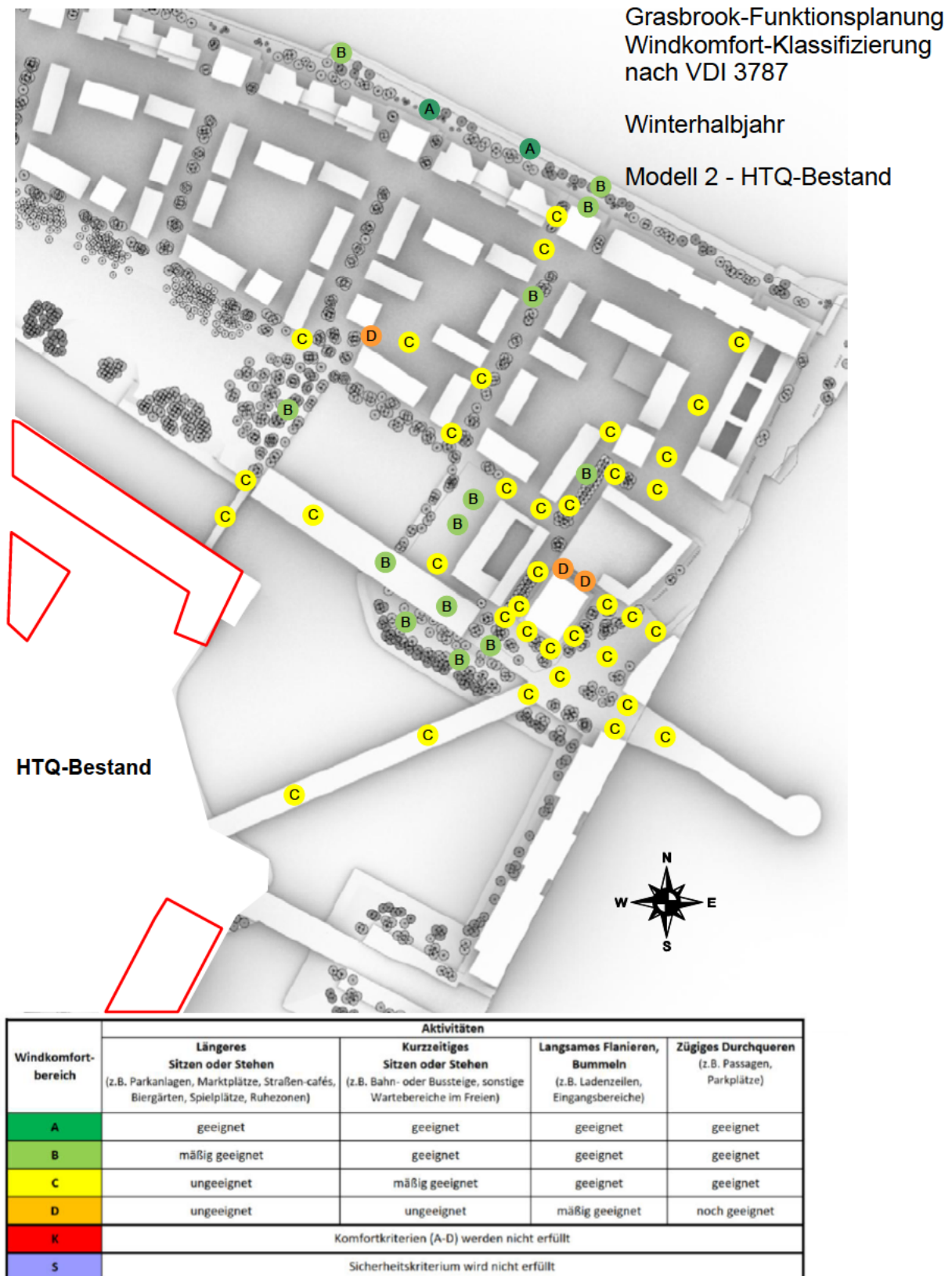


Abb. 4.7: Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Außenbereich auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4  
HTQ im Bestand - Winterhalbjahr (Oktober - März) – Bereich Modell 2

## **5 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN: BEBAUUNGSPLANÄNDERUNGEN IM BE- REICH BF20/BF19**

Zur Berücksichtigung von Änderungen im Bebauungsplan „Kleiner Grasbrook 2“ (Abb. 5.1) sind ergänzende Windkanaluntersuchungen im Bereich von BF 20 und BF19 durchgeführt worden. Diese betreffen die Änderungen der Lage und der Kubatur des Hochhauses in BF20 sowie der Kubatur des Gebäudes in BF19 (Abb. 5.2). Vereinbarungsgemäß sollte als Umgebungsvariante nur die Situation mit Bestandsbebauung im Hafentorquartier untersucht werden (siehe Kap. 4).

Das Windkanalmodell wurde für diese Zwecke im Umfeld von Baufeld 20 und Baufeld 19 entsprechend umgebaut und neue Messungen in diesem Bereich durchgeführt (Abb. 5.3). Die Daten wurden analog zum in Kap. 2 bis Kap. 4 beschriebenen Verfahren ausgewertet und entsprechende Windkomfortklassifizierungen ermittelt (Abb. 5.4 bis Abb. 5.6).

Im Vergleich zum bisher untersuchten Stand (siehe Abb. 4.3, Abb. 4.5 und Abb. 4.7) treten durch die Änderungen der Gebäude in Baufeld 20 und Baufeld 19 nur geringe Unterschiede hinsichtlich der Windkomfortklassifizierungen auf. Im Allgemeinen wird wieder die Windkomfortklasse C prognostiziert, die eine Eignung zum langsamen Flanieren und Bummeln beschreibt. Lediglich am nordöstlichen Eck des Hochhauses können unangenehme Windbedingungen etwas häufiger auftreten (vor allem im Winter), so dass hier nur Klasse D erreicht wird (geeignet zum Durchqueren). Für sensiblere Nutzungen wären hier lokale Windschutzmaßnahmen zu empfehlen.

Es konnte weiterhin keine generelle potentielle Gefährdung für Fußgänger und Radfahrer im Sinne der Sicherheitskriterien festgestellt werden.

Ein signifikanter Nutzeffekt durch die eingerückte Kubatur des Hochhauses an der Nordostseite lässt sich aus den Untersuchungen nicht ableiten, da insbesondere am nordöstlichen Durchgang zwischen BF20 und BF19 auch die veränderte Lage des Hochhauses sowie die hochgezogene Fassade von Baufeld 19 entlang der Nordwest- und Südwestseite das Windfeld beeinflussen. Tendenziell sind die Bedingungen in der Querung am nordwestlichen Eck etwas günstiger geworden, am nordöstlichen Ende hingegen etwas ungünstiger.

Zudem sei darauf hingewiesen, dass nach der aktuellen Planung kein umlaufendes Vordach über Decke EG mehr vorgesehen ist, so dass dadurch auch ein gewisser Schutzeffekt verlorengegangen ist.

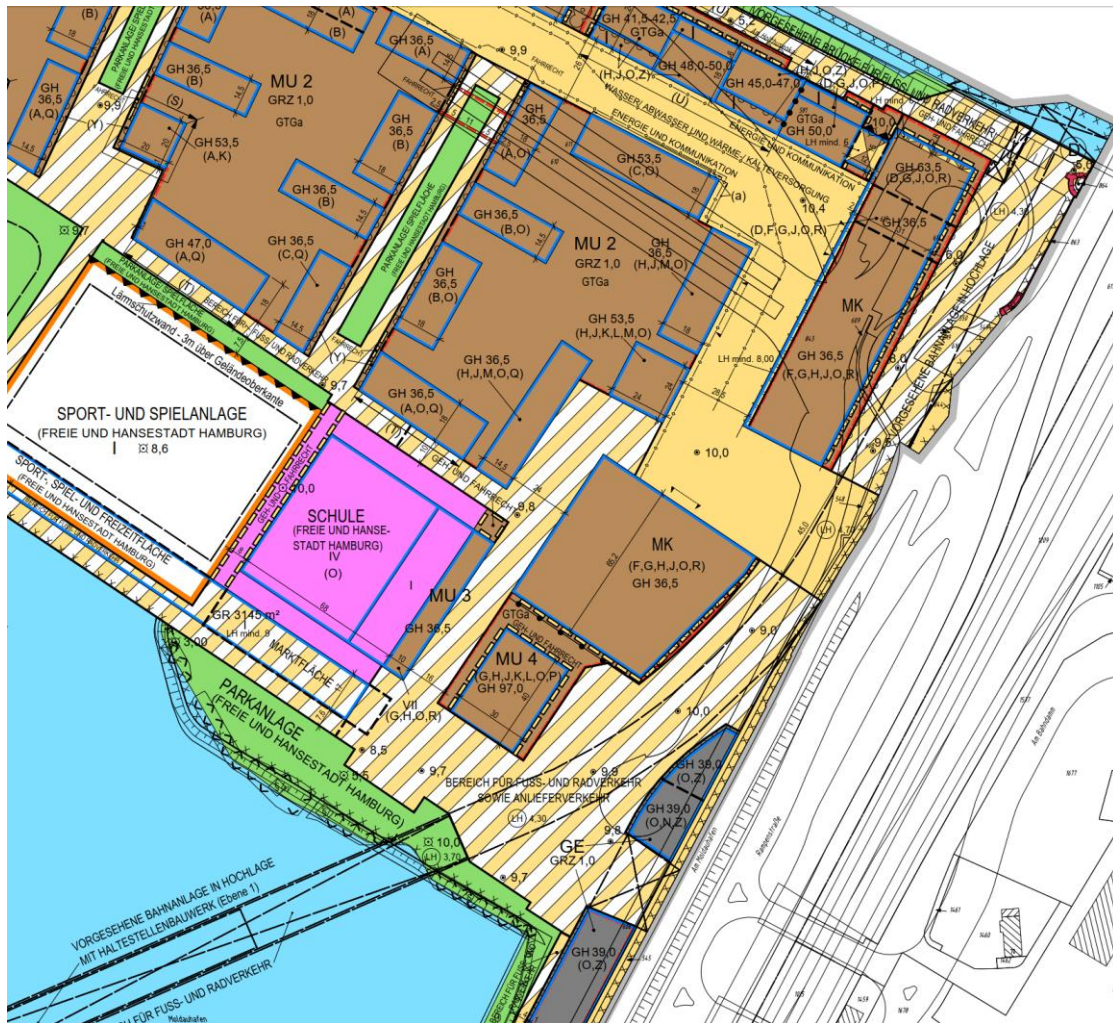
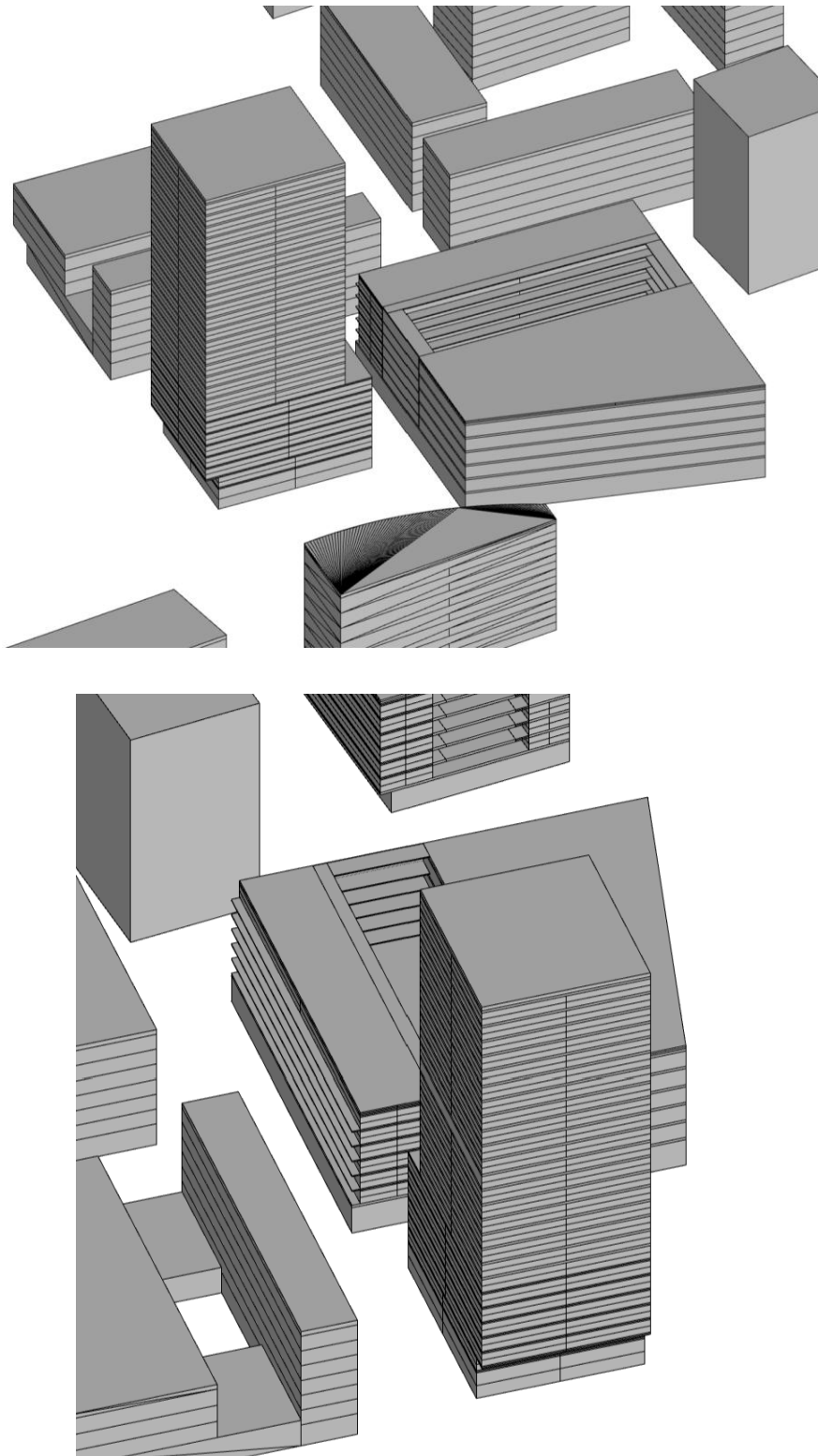
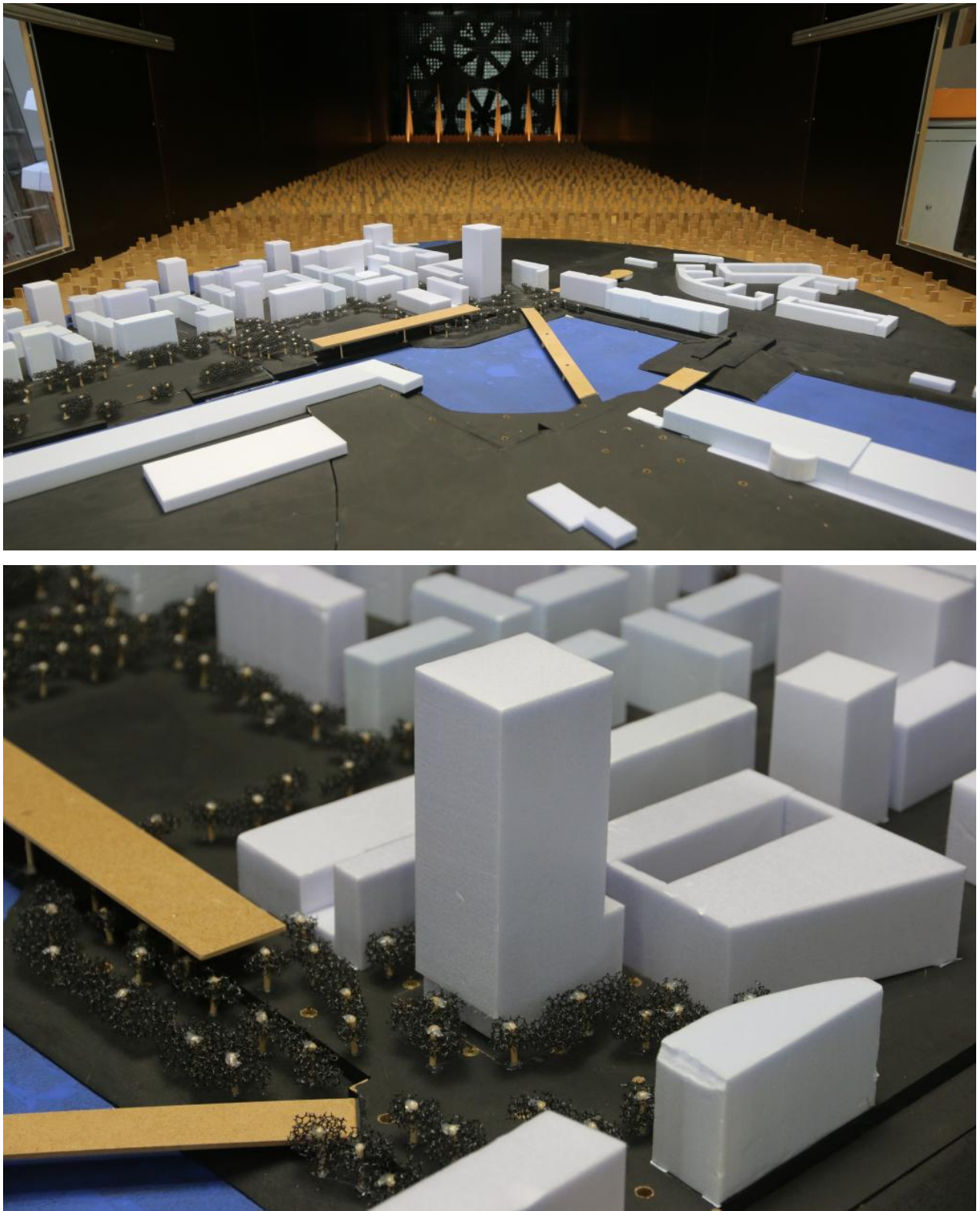


Abb. 5.1: Ausschnitt aus dem B-Plan Entwurf (Kleiner Grasbrook 2, Stand 14.08.2025) (via Kört-  
ing, 2025)



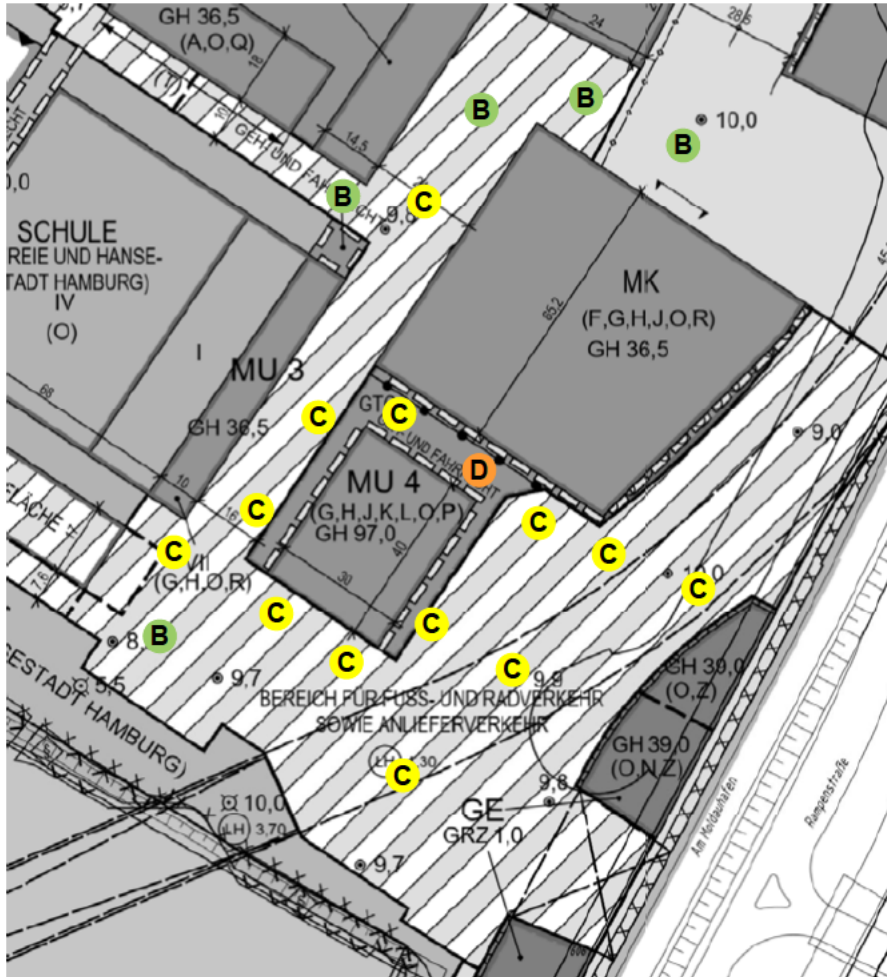
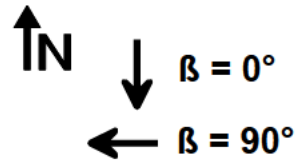
**Abb. 5.2:** Ansichten aus dem aktualisierten 3D-Modell des Gebietes (ROBERTNEUN, 2025)



**Abb. 5.3:** Angepasstes Windkanalmodell aufgrund der B-Plan-Änderungen im Bereich von Baufeld 20 und Baufeld 19.

**B-Plangebiet Kleiner Grasbrook 2**  
**Änderungen im Bereich BF 20**

Windkomfort-Klassifizierung  
 Ganzjahrstatistik

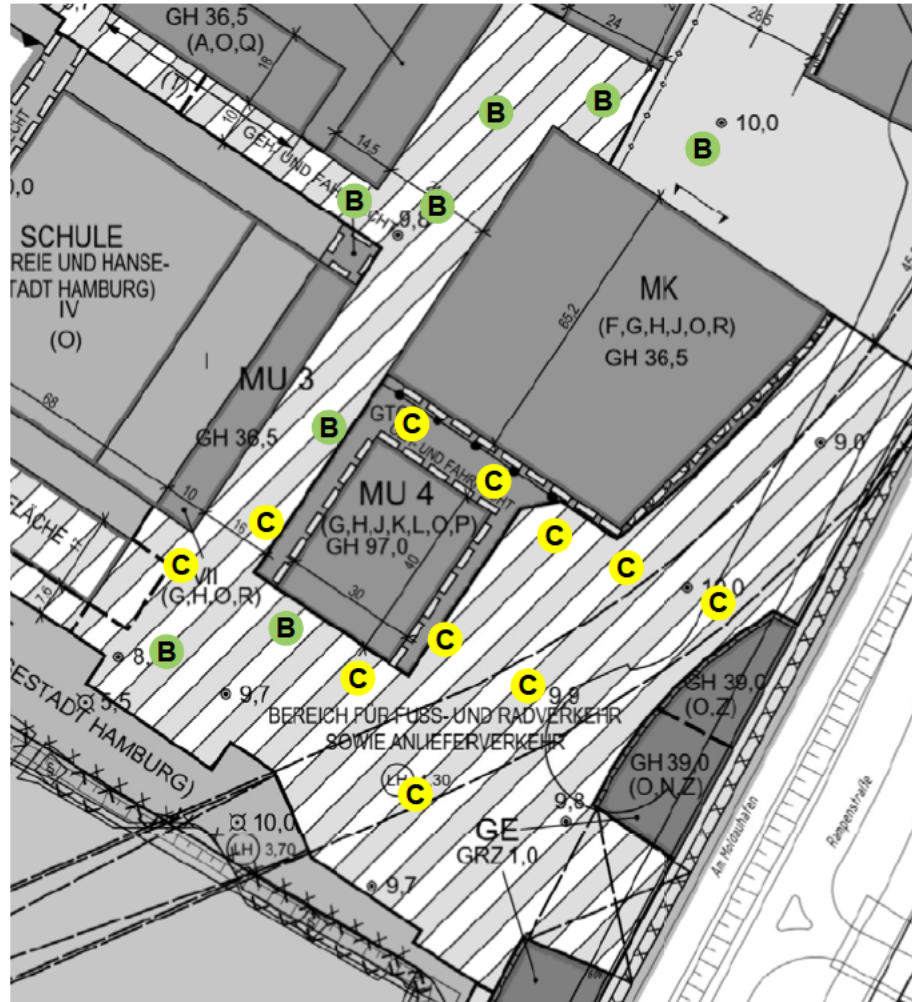
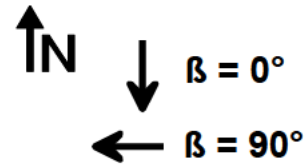


Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-café, Biergärten, Spielplätze, Ruhezone)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzellen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 5.4:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Umfeld von BF20 auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4 HTQ im Bestand - Ganzjahresstatistik

**B-Plangebiet Kleiner Grasbrook 2**  
**Änderungen im Bereich BF 20**

Windkomfort-Klassifizierung  
 Sommerhalbjahr



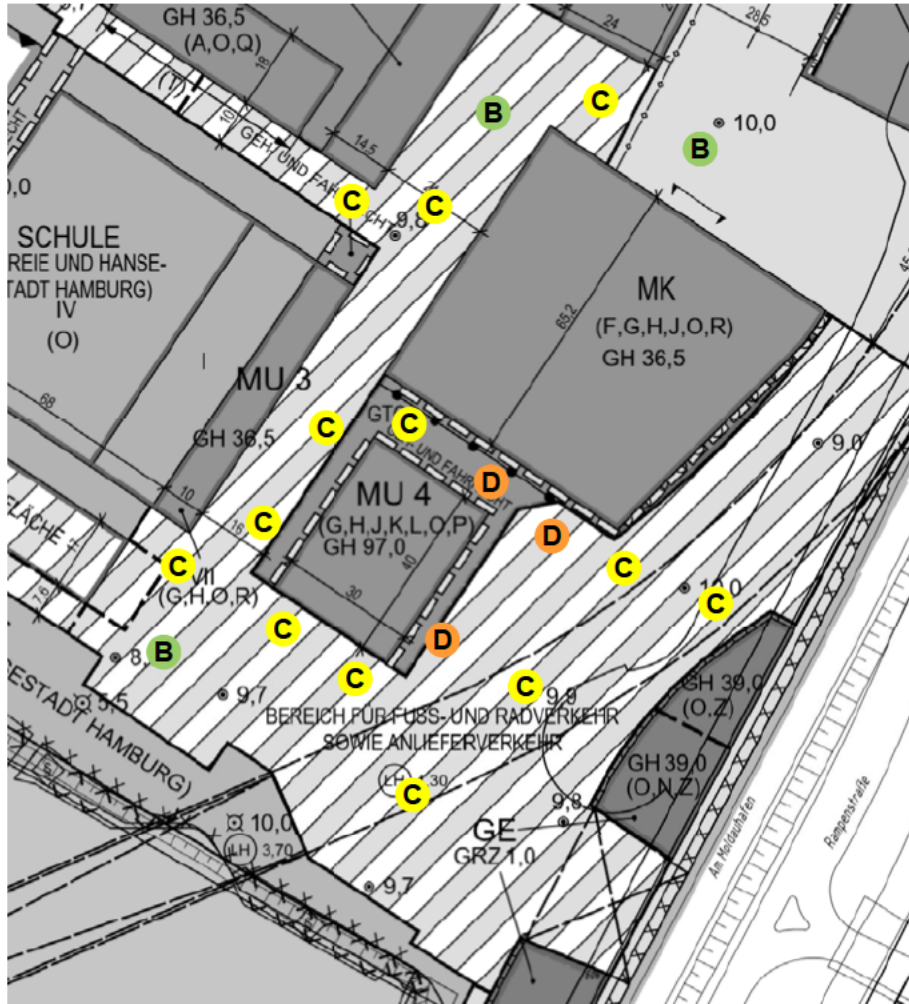
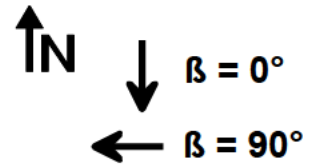
Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-café, Biergärten, Spielplätze, Ruheazonen)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 5.5:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Umfeld von BF20 auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4

**HTQ im Bestand - Sommerhalbjahr**

**B-Plangebiet Kleiner Grasbrook 2**  
**Änderungen im Bereich BF 20**

Windkomfort-Klassifizierung  
 Winterhalbjahr



Windkomfortbereich	Aktivitäten			
	Längeres Sitzen oder Stehen (z.B. Parkanlagen, Marktplätze, Straßen-café, Biergärten, Spielplätze, Ruheazonen)	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen (z.B. Bahn- oder Bussteige, sonstige Wartebereiche im Freien)	Langsames Flanieren, Bummeln (z.B. Ladenzeilen, Eingangsbereiche)	Zügiges Durchqueren (z.B. Passagen, Parkplätze)
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet
K	Komfortkriterien (A-D) werden nicht erfüllt			
S	Sicherheitskriterium wird nicht erfüllt			

**Abb. 5.6:** Prognose der Komfortklassen bzw. Nutzungsmöglichkeiten an den einzelnen Messpunkten im bodennahen Umfeld von BF20 auf Basis der Klimadaten am Standort sowie der Windkanaluntersuchungen -Klassifizierung nach VDI 3787 Blatt 4

**HTQ im Bestand - Winterhalbjahr**

## **6 HINWEISE**

Bei der Anwendung der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Einordnung in die verschiedenen Komfortstufen aufgrund der Windklimadaten der Wetterstation Hamburg-Fuhlsbüttel vorgenommen wurde, d.h. die oben getroffenen Aussagen bezüglich der Häufigkeit sind repräsentativ für ein Durchschnittsjahr. In einzelnen Jahren kann es zu Abweichungen vom Durchschnitt kommen.

Die Bewertung des Windkomforts basiert auf einer statistischen Auswertung des jeweiligen Betrachtungszeitraumes. Als Ergebnis wird der betrachtete Bereich einer Windkomfortklasse zugeordnet. Einzelereignisse (z.B. Sturmereignisse) können hiervon jedoch abweichen.

Sollten in Bereichen, in welchen fassadennah die Komfortstufe D erreicht wird, Ausgänge mit nach außen öffnenden Drehflügeltüren realisiert werden, so sollte geprüft werden, ob diese mit Antrieben ausgestattet werden sollten (Windeinwirkung auf die Türflügel).

## **7 VERWENDETE DOKUMENTE**

**DIN EN 1991-1-4, 2010:** Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten;

**DIN EN 1991-1-4/NA, 2010:** Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten;

**ESDU 83045, 1983:** „Strong winds in the atmospheric boundary layer - Part 2: discrete gust speeds“. Engineering Sciences Data Unit.

**Gandemer, J., 1982:** „Simulation and Measurement of the Local Wind Environment“. In: T.A. Reinhold (ed), Wind Tunnel Modelling for Civil Engineering Applications, Cambridge University Press.

**HafenCity, 2022-2025:** "Pläne und Informationen zum Funktionsplan Stadtteil Kleiner Grasbrook Hamburg“, HafenCity Hamburg GmbH, Hamburg.

**Körting, 2022-2025:** "Pläne und Informationen zum Funktionsplan Stadtteil Kleiner Grasbrook Hamburg“, Körting Ingenieure GmbH, Hamburg.

**Plate, E.J., 1982:** "Wind tunnel modelling of wind effects in engineering". In E.J. Plate (ed.), Engineering Meteorology, Chapter 13, Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York, pp. 573-639;

**ROBERTNEUN, 2025:** "Pläne und Informationen zum Funktionsplan Stadtteil Kleiner Grasbrook Hamburg“, ROBERTNEUN ARCHITEKTEN GMBH, Berlin.

**VDI 3787 Blatt4, 2020:** "Umweltmeteorologie - Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung“, VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss - Fachbereich Umweltmeteorologie.

**Vogt, 2023:** "Pläne und Informationen zur Freiflächenplanung beim Stadtteil Grasbrook Hamburg“, Vogt Landschaftsarchitekten AG, Zürich, Schweiz.

**WI, 2021:** " Funktionsplan Stadtteil Grasbrook (Hamburg, Deutschland); Fachberatung zum Thema Windkomfort / Windsicherheit: Einschätzungen zum Funktionsplan vom 31.05.2021 unter Berücksichtigung von CFD-Simulationen; Beschreibung von möglichen Verbesserungsmaßnahmen für zukünftige Wettbewerbe“, Wacker Ingenieure GmbH, Birkenfeld.

**WI, 2022:** " Funktionsplan Stadtteil Grasbrook (Hamburg, Deutschland) Fachberatung zum Thema Windkomfort / Windsicherheit: Bewertung von in Stufe 1 zwischenzeitlich erfolgten baulichen Modifikationen (Baufeld 15); Addendum zum Bericht vom 25.06.2021“, Wacker Ingenieure GmbH, Birkenfeld.

**WTG, 1996:** "Windkanaluntersuchungen in der Gebäudeaerodynamik", Windtechnologische Gesellschaft, 1996.