

## Windkanaluntersuchung zum Bebauungsplan „Niederkasseler Lohweg 20“ in Düsseldorf

Hier: Windkomfort, Windgefahren

Bericht F 7910-6.1 vom 31.01.2018 / Druckdatum: 01.02.2018

Auftraggeber: Anonymisierte Fassung

Bericht-Nr.: F 7910-6.1

Datum: 31.01.2018 / Druckdatum: 01.02.2018

Ansprechpartner/in: Herr Streuber

VMPA anerkannte  
Schallschutzprüfstelle  
nach DIN 4109

### Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel  
Dipl.-Ing. Heiko Kremer-  
Bertram  
Staatlich anerkannter  
Sachverständiger für  
Schall- und Wärmeschutz  
Dipl.-Ing. Mark Bless

### Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19  
40599 Düsseldorf  
Tel. +49 211 999 582 60  
Fax +49 211 999 582 70  
dus@peutz.de

Martener Straße 525  
44379 Dortmund  
Tel. +49 231 725 499 10  
Fax +49 231 725 499 19  
dortmund@peutz.de

Carmerstraße 5  
10623 Berlin  
Tel. +49 30 310 172 16  
Fax +49 30 310 172 40  
berlin@peutz.de

### Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen  
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans  
AG Düsseldorf  
HRB Nr. 22586  
Ust-IdNr.: DE 119424700  
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

### Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf  
Konto-Nr.: 220 241 94  
BLZ 300 501 10  
DE79300501100022024194  
BIC: DUSSEDEDDXXX

### Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL  
Zoetermeer / Den Haag, NL  
Groningen, NL  
Paris, F  
Lyon, F  
Leuven, B

[www.peutz.de](http://www.peutz.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	4
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	5
3	Örtliche Gegebenheiten.....	6
4	Allgemeines zu Windkanaluntersuchungen.....	7
4.1	Modellierungskriterien.....	7
4.2	Luftströmungsverhalten / Windprofil.....	8
4.3	Windkomfortmessungen.....	9
4.4	Umrechnung der Modellergebnisse auf die Örtlichkeit.....	9
4.5	Beurteilungskriterien und Einstufungen.....	10
4.5.1	Beurteilungskriterien Windkomfort.....	10
4.5.2	Beurteilungskriterien Windgefahr.....	13
4.6	Einstufung der Messpunkte für „Niederkasseler Lohweg 20“.....	14
4.7	Winddaten.....	15
4.8	Fehlerdiskussion / Genauigkeit.....	17
5	Windkanaluntersuchung.....	18
5.1	Windkanalmodell.....	18
5.2	Ergebnisse der Windkanalmessungen.....	19
5.2.1	Beurteilungsmatrix.....	19
5.2.2	Nullfall.....	19
5.2.3	Planfall.....	19
5.2.3.1	Allgemeines.....	19
5.2.3.2	Bauteil A – Wohnen.....	20
5.2.3.3	Bauteil B – Wohnhochhaus.....	21
5.2.3.4	Bauteil C – Wohnen.....	22
5.2.3.5	Bauteil D – Wohnen.....	23
5.2.3.6	Innenbereich / Spielfläche.....	24
5.2.3.7	Messpunkte außerhalb des Plangebietes.....	24
5.2.4	Auswirkung der Planung.....	25
6	Minderungsmaßnahmen.....	25
6.1	Grundsätzliche Maßnahmen zur Verbesserung des Windkomforts.....	25
6.2	Mögliche Minderungsmaßnahmen für die Planung.....	26
6.3	Ergebnisse mit verdichtetem Messnetz ohne Minderungsmaßnahmen.....	27
6.3.1	Balkone Bauteil B – ohne Minderungsmaßnahmen.....	27

6.4	Balkone Bauteil B mit Minderungsmaßnahmen.....	28
6.5	Eingangsbereich Bauteil D mit Minderungsmaßnahme.....	29
7	Auswirkung einer Erhöhung von Bauteil B um ca. 1,8 Meter.....	29
8	Zusammenfassung.....	30

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans „Niederkasseler Lohweg 20“ in Düsseldorf ist die Ausweisung eines heute gewerblich genutzten Geländes als Wohngebiet geplant. Einen Übersichtslageplan des Bauvorhabens zeigt die Anlage 3.1.

Das geplante Gebiet wird im Süden durch den Niederkasseler Lohweg, im Norden durch ein Bürogebäude sowie ein Hotel und im Westen durch bestehende Wohnbebauung entlang der Straße „Am Kirschbaumwäldchen“ begrenzt. Des Weiteren befindet sich im Norden die Sportanlage des Düsseldorfer Hockey-Club 1905 e.V. und des TuS 95 sowie ein Fitnesscenter.

Hierzu sind die Auswirkungen des Planvorhabens auf den Windkomfort der umliegenden Gebäude und vor allem der vorhandenen und geplanten Gebäude innerhalb des Plangebietes mittels einer Windkanaluntersuchung zu untersuchen und zu beurteilen.

Eine deutsche bzw. europäische Norm bzw. gesetzliche Regelungen zur Beurteilung des Windkomforts existieren bisher nicht. Die Beurteilung des Windkomforts und möglicher Windgefahren erfolgt daher gemäß der niederländischen Norm NEN 8100 (Windkomfort und Windgefahren in der Umgebung von Gebäuden) [1], welche zurzeit weltweit das einzige Normenwerk darstellt.

Sollte sich ein ungünstiger Windkomfort oder Windgefahren ergeben, so werden potenzielle Minderungsmaßnahmen vorgeschlagen und deren Wirksamkeit durch Messungen im Windkanal überprüft.

Die vorliegende Windkanaluntersuchung befasst sich mit dem Planstand Februar 2017. Ende 2017 / Anfang 2018 wurde angedacht, das Wohnhochhaus (Bauteil B) von 18 auf 19 Geschosse zu erhöhen. Da gleichzeitig die lichten Geschosshöhen hierbei auf ca. 2,60 Meter reduziert wurden ergibt sich hierdurch jedoch lediglich eine Erhöhung des Gebäudes um ca. 1,80 Meter [13]. Die hieraus resultierenden Auswirkungen auf die Ergebnisse der vorliegenden Windkanaluntersuchung werden in Kapitel 7 beschrieben.

## 2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	Niederländische Norm NEN 8100 – Wind comfort and wind danger in the built environment	Nederlands Normalisatie Institut	N Februar 2006
[2]	Integration du phenomene vent dans la conception du milieu bait	Gandemeyer, J.; Guyot, A.	Lit. 1976
[3]	The Effects of Wind on People; New Criteria Based on Wind Tunnel Experiments	Hunt, J.C.R.	Lit. 1976
[4]	La protection contre le vent	Gandemeyer, J	Lit. 1981
[5]	Simulation and Measurement of the local Wind Environment	Gandemeyer, J	Lit. 1982
[6]	Comparison of Pedestrian Wind Acceptability Criteria	Ratcliff, M.A.; Peterka, J.A.	Lit. 1990
[7]	Criteria for Assessing the Pedestrian Wind Environment	Williams, C.J.; Hunter, M.A.; Waechter, W.F.	Lit. 1990
[8]	Langjährige Windstatistik der DWD-Messstation Düsseldorf-Flughafen	Deutscher Wetterdienst	P 2006 - 2015
[9]	Bebauungsplanentwurf „Nieder-kasseler Lohweg 20“	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P Stand: 25.03.2017
[10]	Lagepläne, Grundrisse, Ansichten Schnitte der Bauteile A bis D	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber und die Architekten	P Berücksichtigter Planstand: 16.02.2017
[11]	Außenanlagenplanung VORPLANUNG	Landschaftsarchitekten	P Planstand: 16.02.2017
[12]	Lageplan Bestand	Vermesser	P Stand: 20.06.2016
[13]	Ansichten Bauteil B	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber und die Architekten	P Stand: 30.01.2018

### Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie
VV	Verwaltungsvorschrift	Lit	Buch, Aufsatz, Bericht
RdErl.	Runderlass	P	Planunterlagen / Betriebsangaben

### **3 Örtliche Gegebenheiten**

Am „Niederkasseler Lohweg 20“ in Düsseldorf soll eine Neubebauung in Form von Wohngebäuden errichtet werden. Hierzu soll die vorhandene Bebauung mit bis zu sieben Vollgeschossen plus Staffelgeschoss abgebrochen werden.

Es handelt sich bei der Neubebauung um Gebäude mit vier bis sieben Vollgeschossen plus Staffelgeschoss, sowie einem Hochhaus mit achtzehn Geschossen. Die Planung ist in 4 Bauteile (A bis D) eingeteilt (siehe Anlage 3.2 ff).

Die Bestandsbebauung innerhalb des Plangebietes und der umliegenden Umgebung wird mit seiner bestehenden Kubatur und Lage entsprechend abgebildet. Die Gebäudehöhen wurden entsprechend der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Gebäudehöhenangaben sowie durch in Augenscheinnahme während einer Ortsbesichtigung und Luftbildaufnahmen berücksichtigt.

In Anlage 2 ist das Windkanalmodell für den Nullfall, in Anlage 3.3 für den Planfall dargestellt.

## 4 Allgemeines zu Windkanaluntersuchungen

### 4.1 Modellierungskriterien

Windkanaluntersuchungen werden bei der Peutz-Unternehmensgruppe im konzerneigenen Windkanal durchgeführt. Hierbei wird ein maßstäbliches Holzmodell des zu prüfenden Bauvorhabens erstellt und die nähere Umgebung des Bauvorhabens nachgebildet.

Für die Strömungsuntersuchung im Windkanal sind hierbei in erster Linie die äußeren Gebäudekonturen geplanter und vorhandener Gebäude maßgebend. Es sind also weniger detaillierte Gestaltungsdetails von Bedeutung; diese gewinnen bei weiterführenden Strömungsberechnungen oder Messungen an Detailmodellen mit kleinerem Maßstab an Bedeutung. Dennoch gilt, je exakter die Gebäudekonturen des Vorhabens und der Umgebung nachgebildet werden, umso genauer sind auch die Aussagen über die Windkomfortverhältnisse.

Die für die Windkanalstudie erstellten Modelle werden dabei nicht allein hinsichtlich ausreichend detaillierter Gebäudekonturen, sondern auch unter Berücksichtigung relevanter Grünzonen und der Geländetopografie im Modellmaßstab nachgebildet. In Abhängigkeit der zu erwartenden Strömungseinflüsse und Auswirkungen wird die das Bauvorhaben umgebende Bebauung in einem Radius von ca. 250 m bis 500 m um das Zentrum des Planobjektes herum nachgebildet.

Es wird immer angestrebt, das Windkanalmodell so groß wie möglich zu erstellen. Der maximal mögliche Modellmaßstab ergibt sich dabei u.a. aus der begrenzten zulässigen Querschnittsminderung, die das Modell im Windkanal besitzen darf.

Im Windkanal der Peutz-Unternehmensgruppe können Modellmaßstäbe von ca. 1:200 bis 1:400 realisiert werden. Die für die Windkanalstudie verwendeten maßstäblichen Modelle werden dabei in der Detaillierung den Erfordernissen der Windströmungsuntersuchung angepasst. Hierdurch kann es bei strömungstechnisch nicht relevanten Details zu Modellabweichungen von der Planung kommen, die jedoch keinen Einfluss auf die aus der Untersuchung resultierenden Ergebnisse haben.

## 4.2 Luftströmungsverhalten / Windprofil

Die Windströmung wird in der Realität in bodennahen Bereichen durch Bebauung und Bewuchs etc. verwirbelt. In Abhängigkeit der Rauigkeit und Struktur dieser oberflächennahen Hindernisse wirken sich diese Verwirbelung auch für höhere Luftschichten aus. Erst in Höhen von ca. 500 m und höher kann man davon ausgehen, dass eine verwirbelungsfreie gleichmäßige Windströmung vorhanden ist.

Um diesem Effekt auch in der Modellnachbildung gerecht zu werden, ist der eigentlichen Prüfzone des Windkanals eine sogenannte Turbulenzstrecke vorgeschaltet, welche die natürlichen bodennahen Turbulenzströmungen nachbildet. In der Anlage 1 ist der prinzipielle Aufbau des Windkanals dargestellt.

International wurde sich darauf geeinigt, die in der Praxis vorkommenden sehr vielfältigen Windprofile in drei Kategorien einzuteilen. Diese Kategorien umfassen:

- Zentren von Großstädten
- Bebaute Bereiche mit niedriger Bebauung
- Freies Feld ohne Bebauung in der Ebene, Wasserflächen o.ä.

Die natürlichen bodennahen Turbulenzen in solchen Gebieten sind dabei in Zentren von Großstädten am höchsten und im freien Feld am niedrigsten. In der Anlage 1 ist ebenfalls der Einfluss der Turbulenzen im Bodenbereich auf die höheren Luftschichten verdeutlicht.

Naturgemäß kommt Wind aus allen Himmelsrichtungen. An jedem Standort existieren im langjährigen Mittel zwar immer vorherrschende Windrichtungen, so in Deutschland z.B. typischerweise Wind aus Süd-West. Ob diese vorherrschende Windrichtung im Hinblick auf die Strömungssituation im Umfeld eines Bauvorhabens jedoch von entscheidender Bedeutung ist oder eher untergeordnete Windrichtungen zu größeren Windkomfortauswirkungen führen, kann im vorhinein im Regelfall nicht ohne Weiteres bestimmt werden.

Um in der Modellnachbildung alle Windrichtungen und deren Einfluss auf das Modell bzw. Bauvorhaben prüfen zu können, wird deshalb das Windkanalmodell und seine Umgebung auf einer drehbaren Scheibe (Durchmesser 2,3 m) installiert, und während der Messungen im Windkanal typischerweise 12 Windrichtungen in 30°-Schritten erfasst.

### **4.3 Windkomfortmessungen**

Die eigentliche Modellmessung der Windkomfortsituation am geplanten Bauvorhaben bzw. in der Umgebung des Bauvorhabens erfolgt an den windströmungstechnisch relevanten Stellen, wie Zugängen, auf Bahnsteigen, auf Vorplätzen, in (teilgeschlossenen) Hallen, und für Geh- und Radwege usw.

An diesen Stellen werden spezielle Messfühler installiert, mit denen in Abhängigkeit der Aufgabenstellung entweder die Windgeschwindigkeiten oder die Winddrücke am Messort ermittelt werden.

Die am Modell ermittelten Windgeschwindigkeiten bzw. Winddrücke werden mit einem im Modellmaßstab in 10 m Höhe liegenden Referenzpunkt korreliert. Man erhält sogenannte Strömungs- bzw. Druckkoeffizienten.

Mithilfe dieser Koeffizienten, die unter Beachtung der Randbedingungen der Modellbildung wie der geometrischen Ähnlichkeit, der Ähnlichkeit der Anströmungsverhältnisse, der Ähnlichkeit der Umströmungsverhältnisse und des maximal zulässigen Versperrungsgrades ermittelt wurden, wird dann das Messergebnis aus dem Windkanal in die Praxis übertragen.

### **4.4 Umrechnung der Modellergebnisse auf die Örtlichkeit**

Der Bezug auf die natürlichen Verhältnisse erfolgt mittels der meteorologischen Wetterdaten für den Standort des Bauvorhabens.

Diese meteorologischen Wetterdaten werden in der Regel in strömungshindernisfreien Zonen z.B. an Flughäfen in 10 m Höhe über Gelände aufgenommen. Im Windkanal werden das Verhältnis zwischen dem Windgeschwindigkeitsprofil in der bebauten Umgebung und das ungestörte Geschwindigkeitsprofil in 10 m Höhe ermittelt. Durch Faltung der ermittelten Modellkoeffizienten mit der Windstatistik bzw. den meteorologischen Wetterdaten erhält man dann die natürlichen Windströmungs- bzw. Winddruckverhältnisse für den untersuchten Standort.

Bedingt durch die vereinheitlichte Darstellung der Wetterdaten in Form von Häufigkeitsverteilungen ergeben sich für die einzelnen Messpunkte Häufigkeitsverteilungen (Stunden/Jahr) der zu erwartenden stundengemittelten Windgeschwindigkeiten bzw. Winddruckwerte. Diese Häufigkeitsverteilungen werden hinsichtlich der strömungstechnischen Qualität bewertet.

## **4.5 Beurteilungskriterien und Einstufungen**

Es erfolgt eine Beurteilung der Messergebnisse im Bezug auf Windkomfort und Windgefährdung.

### **4.5.1 Beurteilungskriterien Windkomfort**

Für den Windkomfort wird beurteilt, wie oft eine Stundenmittelwindgeschwindigkeit von 5 m/s überschritten wird. Bei diesen Stundenmittelwerten können Windböen bis zu 8 m/s auftreten. Wenn dies häufig auftritt, liegt ein schlechter Windkomfort vor. Dieser schlechte Windkomfort birgt jedoch keine Gefahren für Passanten, welche sich in solchen Bereichen bewegen. Es liegt lediglich eine Belästigung durch höhere Windgeschwindigkeiten vor. Für die Beurteilung des Windkomforts wird zwischen drei verschiedenen Bereichstypen bzw. Nutzungsarten unterschieden. Diese sind Verkehrsflächen, Bewegungsflächen und Verweilflächen (siehe nachfolgende Seite).

Die Beurteilungskriterien und Beurteilungsmaßstäbe berücksichtigen das Empfindungsvermögen des Menschen auf Windbewegungen, das stark abhängig vom Aktivitätsgrad der Person und ebenso abhängig von der Umgebung ist, in der die Person sich aufhält.

Bei geringer Aktivität, beispielsweise im Sitzen auf einer Außenterrasse oder beim Verweilen auf Bahnsteigen, werden bereits geringe Windgeschwindigkeiten als störend empfunden. Beim Radfahren, etwa unter warmen sommerlichen Bedingungen, werden selbst größere Windbewegungen eher angenehm beurteilt.

Identische Windgeschwindigkeiten werden als erheblich störender innerhalb als außerhalb eines Raumes empfunden. Das menschliche Empfinden wird in den Beurteilungskriterien in Form der unterschiedlich festgelegten zulässigen Überschreitungen der Windgrenzgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Aufenthaltssituation berücksichtigt.

Windströmungen sind fluktuierend, das heißt, die Windgeschwindigkeit setzt sich zusammen aus einem Mittelwert sowie einer fluktuierenden Komponente. Diese turbulenten Geschwindigkeitsschwankungen werden als Böen bezeichnet.

Weltweit existiert nur in den Niederlanden eine Norm zur Beurteilung von Windkomfort (Niederländische NEN 8100 [1]). Da die niederländische Norm auf lange Erfahrung gründet und auch in Deutschland zur Beurteilung des Windkomforts Verwendung findet, erfolgt die Beurteilung auch hier gemäß dieser Norm.

Beurteilungskriterium im Fall von Windgeschwindigkeitsmessungen sind dabei Windgrenzgeschwindigkeiten im Stundenmittel, die zur Einordnung in einer bestimmten Qualitätsstufe nur zu einer bestimmten Anzahl von Stunden im Jahr überschritten werden sollten.

Die Windgrenzgeschwindigkeiten werden dabei für unterschiedliche Nutzungsrandbedingungen (Bereichstypen) verschieden festgelegt. So sind die zulässigen Windgrenzgeschwindigkeiten auf Fuß- und Radwegen z.B. weniger streng als etwa innerhalb überdachter Passagen. Die unter Windkomfortgesichtspunkten definierten Bereichstypen gliedern sich in:

Bereichstyp I: In den Bereichstyp I fallen die (öffentlichen) Flächen, auf denen sich Personen als Fußgänger oder Radfahrer o.ä. mit dem vordringlichen Ziel bewegen, voranzukommen. Die Kurzbezeichnung des Bereichstyps I ist daher Verkehrsfläche. Verkehrsflächen sind z.B. Parkplätze, Parkdecks, Geh- und Radwege, öffentliche Straßen.

Bereichstyp II: In den Bereichstyp II fallen die Flächen, die Personen zum Schlendern oder zum kurzzeitigen Verweilen im Freien aufsuchen. Diese Flächen erfordern eine höhere Aufenthaltsqualität als diejenigen des Bereichstyps I. Bereichstyp II schließt Flächen wie Bus- und Bahnsteige oder auch (strömungstechnisch offene bzw. halb offene) Bahnhofshallen ein. Als Kurzbezeichnung für den Bereichstyp II wurde Bewegungsfläche gewählt. Bewegungsflächen sind z.B. Bus- und Bahnsteige, Plätze und Parks, Fußgängerzonen, Gebäudezugänge, überdachte Straßen, Bahnhofshallen.

Bereichstyp III: An Flächen, die in den Bereichstyp III eingestuft werden, sind die höchsten Ansprüche an die Aufenthaltsqualität zu stellen. Sie sollen ein Behaglichkeitsgefühl auch bei längerem Verweilen ermöglichen. Windzugerscheinungen werden auf solchen Flächen häufig als sehr problematisch eingestuft, da das angestrebte Behaglichkeitsgefühl dadurch maßgeblich beeinträchtigt wird. Viele Flächen des Bereichstyps III werden deshalb standortbedingt häufig als (strömungstechnisch) geschlossene Bereiche wie etwa bei Einkaufsmalls oder (überwiegend) überdachten Stadien o.ä. ausgebildet. Unter Bereichstyp III fallen aber auch solche Flächen, auf denen aufgrund ihrer spezifischen Nutzung größere Windbewegungen nicht akzeptabel sind wie bei Freibädern oder Sommerterrassen zum hochwertigen Verweilen, für die daher die Standortwahl von großer Bedeutung ist. Die Kurzbezeichnung für den Bereichstyp III ist Verweilfläche. Beispiele für Verweilflächen sind Terrassen mit Sitzplätzen, Sportstadien und Schwimmbäder, überdachte Einkaufspassagen.

International haben sich für die Beurteilung von Windkomfortverhältnissen die mittleren Windgrenzgeschwindigkeiten von 5 m/s stundengemittelt etabliert. Ab dieser Windgeschwin-

digkeit kann Staub aufgewirbelt werden oder können Türen durch den Windzug ungewollt geöffnet oder geschlossen werden und es liegt ein schlechter Windkomfort vor. Die Beurteilung gemäß der NEN 8100 erfolgt dabei anhand der Überschreitungshäufigkeit dieser mittleren Windgeschwindigkeit.

Bei Windkomfortuntersuchungen wird somit geprüft, in wie vielen Stunden pro Jahr Windgrenzgeschwindigkeiten von 5 m/s überschritten werden. Die ermittelten Überschreitungsstunden pro Jahr werden anschließend anhand eines 3-stufigen Komfortkriteriums bewertet. Die Komfortstufen umfassen dabei die Kategorien:

- Kategorie A - Bewertung: gut
- Kategorie B - Bewertung: mäßig
- Kategorie C - Bewertung: unbefriedigend, verbesserungswürdig.

Für die Beurteilungskriterien ergibt sich somit die in der nachfolgenden Tabelle 4.1 erläuterte Bewertungsmatrix aus Bereichstypen und Kategorien.

Tabelle 4.1: Beurteilung des Windkomforts anhand der Überschreitungshäufigkeit mittlerer Stunden-Grenz-Windgeschwindigkeiten gemäß NEN 8100 [1]

Bereichstyp / Kategorie	Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr		
	Komfortkriterium ( $v > 5$ m/s)		
	A (gut)	B (mäßig)	C (Unbefriedigend)
Verkehrsflächen [I, Durchlaufen]	5 – 10 %	10 – 20 %	> 20 %
Bewegungsflächen [II, Schlendern]	2,5 – 5 %	5 – 10 %	> 10 %
Verweilflächen [III, Sitzen]	< 2,5 %	2,5 – 5 %	> 5 %

Zur inhaltlichen Bewertung des Komfortkriteriums gilt Folgendes (siehe auch Anlage 6):

**Kategorie A:** In der Bewertungskategorie A (gut) ist mit einer Behinderung oder Belästigung durch zu häufig auftretende größere Windgeschwindigkeiten nicht zu rechnen. Der Windkomfort ist grundsätzlich als gut anzusehen.

**Kategorie B:** In die Kategorie B (mäßig) sind Bereiche einzuordnen, die hinsichtlich des gewünschten bzw. erforderlichen Komforts geringer als gut aber immer noch als ausreichend (mäßig) beurteilt werden. Sofern durch einfache Maßnahmen umsetzbar, sollten Verbesserungen des Windkomforts angestrebt werden.

Kategorie C: Für die Kategorie C (verbesserungswürdig) kann von "Komfort" nur noch sehr eingeschränkt gesprochen werden, da hier im Allgemeinen regelmäßig störende Windgeschwindigkeiten auftreten. An Messpunkten, die der Kategorie C zugeordnet werden, sollten Verbesserungsmaßnahmen zur Herstellung eines günstigeren Windkomforts durchgeführt werden.

Anmerkung: Die in Tabelle 4.1 aufgeführten Beurteilungskriterien beziehen sich auf Binnenlandverhältnisse. In Küstenregionen werden erfahrungsgemäß Windempfindungen als geringer störend wahrgenommen als im Binnenland.

#### 4.5.2 Beurteilungskriterien Windgefahr

Neben den Komfortkriterien beschreibt die Norm ein Gefahrenkriterium. Bei höheren Windgeschwindigkeiten können gefährliche Situationen auftreten, welche z.B. zum Verlust des Gleichgewichtes beim Passieren einer Gebäudeecke führen können. Zur Beurteilung von möglichen Windgefahren wird ein Schwellenwert der Windgeschwindigkeit im Stundenmittel von 15 m/s (Böenwindgeschwindigkeit 18 bis 23 m/s) herangezogen.

Gefahrenkriterium: Bei Überschreitungen der stundengemittelten Windgrenzgeschwindigkeit von 15 m/s muss grundsätzlich mit der Gefährdung von Personen gerechnet werden. Wird das Gefahrenkriterium überschritten, so sind Maßnahmen zur Verbesserung der Windgeschwindigkeitssituation erforderlich. Diese Maßnahmen sollten dann gezielt auf die Vermeidung der Gefährdung von Personen, wie Fußgängern oder Radfahrern, abgestimmt werden.

Bei dieser stundengemittelten Windgeschwindigkeit können Böen bis zu etwa 23 m/s (80-85 km/h) auftreten. Diese Böen bergen ein mögliches Gefahrenpotenzial für Passanten. Personen z.B. mit Kinderwagen, ältere Personen, Radfahrer und Personen mit Regenschirmen können durch solche Böen ihr Gleichgewicht verlieren und stürzen. Da das Auftreten einzelner Böen nur schwer zu untersuchen ist, wird im Sinne einer empirisch abgesicherten Konstruktion auf die Beurteilung einer Stundenmittelwindgeschwindigkeit von 15 m/s zurückgegriffen (siehe Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Beurteilung der Windgefahr anhand der Überschreitungshäufigkeit einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s im Stundenmittel gemäß NEN 8100 [1]

Prozent der Überschreitungsstunden p pro Jahr; Gefahrenkriterium ( $v > 15\text{m/s}$ )	Einstufung
$0,05 < p < 0,30 \%$	Stufe 1: beschränktes Risiko
$p \geq 0,30 \%$	Stufe 2: gefährlich

Bereiche mit einer Überschreitungshäufigkeit größer 0,05 bis 0,30 %, entsprechend einer Windgefahr der Stufe 1, sind für den Bereichstyp I (Verkehrsflächen) noch akzeptabel. Für die Bereichstypen II (Bewegungsflächen) bzw. III (Verweilflächen) gilt die Anforderung bis maximal 0,05 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 15 m/s.

Hierbei ist zu beachten, dass die untere Grenze von 0,05 % der Jahresstunden ca. 4,5 Stunden pro Jahr entspricht. Die obere Grenze von 0,30 % entspricht rund 26 Stunden pro Jahr.

Treten an 0,3 % der Jahresstunden oder mehr Windgeschwindigkeiten im Stundenmittel von 15 m/s auf (Stufe 2), so sind solche Bereiche unzugänglich zu gestalten oder durch Minderungsmaßnahmen zu schützen [1].

#### **4.6 Einstufung der Messpunkte für „Niederkasseler Lohweg 20“**

Die Einstufungen der Messpunkte für die Windkomfortuntersuchung zum Bebauungsplan „Niederkasseler Lohweg 20“ in Düsseldorf sind für den Nullfall in der Anlage 4.1 und für den Planfall in Anlage 4.2 dargestellt.

Die Messpunkte im Untersuchungsgebiet für den Nullfall wurden alle als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) eingestuft.

Für den Planfall wurden die Messpunkte differenzierter eingestuft. Eingangsbereiche sowie die Spielfläche in der Mitte des Bauvorhabens wurden als Bereichstyp II (Bewegungsfläche), Balkone und Terrassen als Bereichstyp III (Verweilfläche) eingestuft. Die übrigen Messpunkte wurden als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) eingestuft.

Die Messpunkte auf Bodenniveau liegen in einer Höhe von ca. 1,75 m (Modellmaßstab) über der jeweiligen Fläche.

Neben den Messpunkten auf der Bodenebene wurden Messpunkte auf einigen Balkonen und der Dachterrasse von Bauteil A (Messpunkte 89 bis 91 und 102), auf Balkonen und den Dachterrassen von Bauteil B (Messpunkte 92 bis 97), auf Balkone von Bauteil C (Messpunkte 98 bis 100) sowie auf Balkone und der Terrasse von Bauteil D (Messpunkte 87, 88 und 101) angebracht.

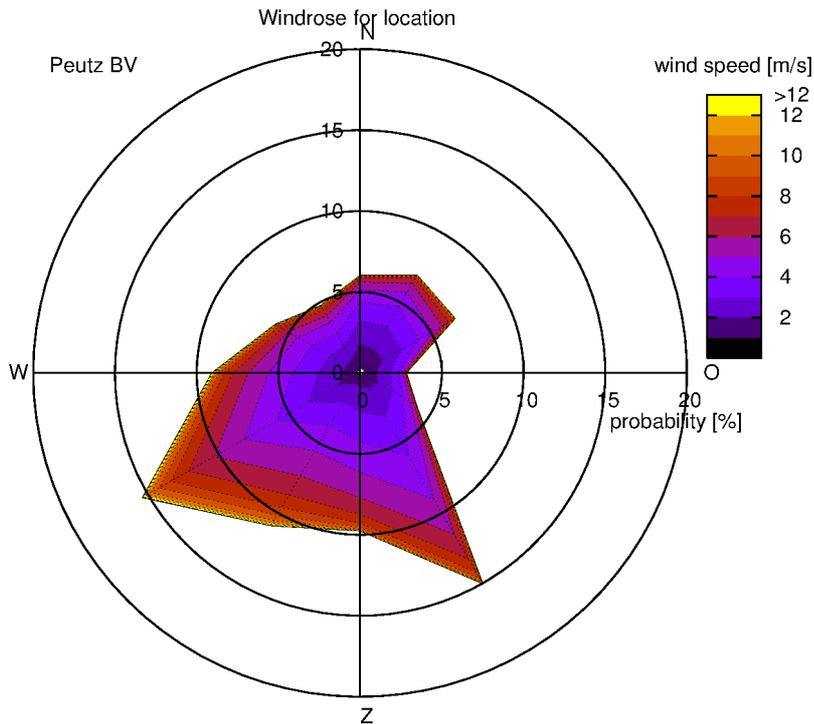
#### 4.7 Winddaten

Zur Beurteilung des Windkomforts und der Windgefahren im Untersuchungsgebiet wird auf die Windstatistik der DWD-Messstation Düsseldorf-Flughafen zurückgegriffen.

Die Kenngrößen der Windgeschwindigkeiten wurden auf Grundlage kontinuierlicher Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Düsseldorf-Flughafen des DWD [8] ermittelt. Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten in 30°-Sektoren sind in der folgenden Abbildung 4.1 dargestellt. Es dominieren südwestliche, südöstliche und nordöstliche Windrichtungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von ca. 3,9 m/s (Jahresmittelwert).

Windgeschwindigkeiten >15 m/s treten im Jahresdurchschnitt in Messhöhe an ca. 7 Stunden im Jahr auf. Als Spitzenwindgeschwindigkeit treten sehr selten 23 m/s (83 km/h) auf.

Bild 4.1: Windstatistik der DWD Messstation Düsseldorf-Flughafen der Jahre 2006 bis 2015



wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°
0.0 - 0.9	24.3	27.5	17.0	15.7	9.9	9.2	7.8	15.1	13.7	16.5	15.4	31.4
1.0 - 1.9	124.6	110.3	72.0	91.7	83.9	67.7	57.5	114.4	81.2	65.7	73.3	127.3
2.0 - 2.9	143.0	122.6	73.0	91.8	178.5	135.2	116.0	190.7	131.2	106.4	84.9	125.7
3.0 - 3.9	122.5	101.5	43.7	64.1	248.7	160.7	147.8	194.5	137.4	109.1	76.7	98.9
4.0 - 4.9	89.7	86.7	23.6	44.0	269.7	167.0	158.6	201.2	129.3	89.9	65.9	67.5
5.0 - 5.9	56.0	58.0	11.3	25.0	219.2	135.2	155.8	187.7	107.5	57.6	42.9	41.5
6.0 - 6.9	30.4	43.3	5.7	12.9	152.1	90.8	119.1	159.4	80.7	38.7	32.4	20.8
7.0 - 7.9	14.5	22.2	2.0	4.3	84.7	46.9	78.6	109.3	47.8	19.6	15.0	10.0
8.0 - 8.9	5.2	9.7	0.8	1.5	39.7	23.2	48.4	71.1	26.8	9.2	6.8	3.9
9.0 - 9.9	2.3	6.5	0.4	0.6	21.7	12.2	32.8	50.1	18.5	8.1	5.0	2.6
10.0 - 10.9	0.5	1.4	0.1	0.1	6.8	5.3	16.8	26.4	9.5	2.7	1.5	0.6
11.0 - 11.9	0.1	0.4	0.0	0.0	2.3	2.3	7.9	13.9	5.0	0.8	0.6	0.1
12.0 - 12.9	0.2	0.7	0.1	0.1	2.3	0.9	4.7	8.9	4.0	2.1	1.0	0.2
13.0 - 13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	2.2	3.6	1.7	0.4	0.1	0.0
14.0 - 14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.3	0.9	0.1	0.1	0.0
15.0 - 15.9	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	1.2	0.8	0.8	0.4	0.0
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0 - 22.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31.0 - 31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32.0 - 32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33.0 - 33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34.0 - 34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0 - 35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36.0 - 36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37.0 - 37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38.0 - 38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39.0 - 39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
aantal uren	613.3	591.0	249.7	351.8	1319.8	856.8	955.5	1350.3	796.7	527.9	422.3	530.5
gemiddelde snelheid	3.4	3.7	2.7	3.1	4.7	4.5	5.2	5.1	4.6	4.0	3.8	3.2

Bild 4.2: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten an der DWD Messstation  
Düsseldorf-Flughafen

#### **4.8 Fehlerdiskussion / Genauigkeit**

Windkanaluntersuchungen im Grenzschicht-Windkanal sind heute die genaueste Prognosemethode für bodennahe Windgeschwindigkeiten und in der Fachwelt allgemein anerkannt. Naturgemäß gibt es aber gewisse Abweichungen zwischen dem Modell und dem realen Bauvorhaben, die nachfolgend beschrieben werden.

Zunächst ist das zu prognostizierende Windfeld turbulent und schwankt zeitlich und örtlich (instationäres Feld). Daher ist eine Prognose nur mit Hilfe von statistischen Angaben – hier der Grenzwindgeschwindigkeiten für Windkomfort und Windgefahr möglich. Windböen und mittlere Windgeschwindigkeiten gehen hier über Mittelwerte und Standardabweichungen in die Bewertung ein. Unterschiede können sich auch bei Zugrundelegung unterschiedlicher Windstatistiken ergeben. Im vorliegenden Fall wurde eine langjährige Windstatistik verwendet.

Wie bei allen Modelluntersuchungen müssen zur Modellbildung einige Vereinfachungen vorgenommen werden. So können aufgrund des gewählten Maßstabes kleinformatige Oberflächenstrukturen der Gebäude und der Topografie im Modell nicht abgebildet werden.

Des Weiteren werden die Modellmessungen im Modellmaßstab durchgeführt, das Medium (Luft) kann aber nicht in den Modellmaßstab übertragen werden. Die Fluideigenschaften (insbesondere die Reynolds-Zahl) sind somit nicht in den Modellmaßstab übertragbar. Umfangreiche Untersuchungen an Windkanälen in der Fachliteratur haben aber gezeigt, dass die hiermit verbundenen Ungenauigkeiten im Allgemeinen gering sind.

Im Versuchsaufbau wird das bodennahe Windprofil mit der vorgeschalteten Turbulenzstrecke erzeugt. Dies kann jedoch immer nur eine Näherung an die Natur darstellen. Die konkrete Bebauungsstruktur im Umfeld des Untersuchungsraumes hat in Realität ebenfalls einen Einfluss auf das Windfeld, wird bei der Versuchsdurchführung aber idealisiert angenähert. Dies führt auch dazu, dass die Prognosegenauigkeit im Rand des Untersuchungsraumes im Allgemeinen niedriger als im zentralen Bereich in der Mitte des Untersuchungsraumes ist.

Schließlich hat auch die eingesetzte Messtechnik einen Einfluss auf die Genauigkeit der Ergebnisse. Die Messkette wird vor jeder Messung kalibriert. Das Windlabor erfüllt die Qualitätsanforderungen der NEN 8100.

Eine Abschätzung der Einflüsse der einzelnen vorgenannten Parameter auf die Prognosegenauigkeit ist nur schwer zu treffen. Aufgrund von Vergleichsmessungen und Angaben der anerkannten Fachliteratur ist insgesamt mit einer Prognoseungenauigkeit von ca. 10 – 15 % bezogen auf die prognostizierten Überschreitungshäufigkeiten der Grenzwindgeschwindigkeiten zu rechnen.

## **5 Windkanaluntersuchung**

### **5.1 Windkanalmodell**

Für die Windkanalstudie zum Bebauungsplan „Niederkasseler Lohweg 20“ wurde ein maßstabgerechtes Holzmodell im Maßstab 1:250 unter Einbeziehung der relevanten Umgebungsbebauung in einem Radius von ca. 250 m um das Plangebiet herum erstellt. In der Modelldarstellung für die heutige Situation in Anlage 2 und die zukünftige Situation in Anlage 3.3 sind die örtlichen Gegebenheiten verdeutlicht.

Bepflanzungen innerhalb des Plangebietes wurden für den Planfall zunächst nicht berücksichtigt, da die Planungen hierzu noch nicht verfestigt waren und sich in der Regel im weiteren Planungsverlauf ändern.

Für die Windkomfortuntersuchung wurden bis zu 105 Messsonden zur Windgeschwindigkeitsmessung installiert (NTC-Sonden). Die Messpunkte auf Bodenniveau liegen in einer Höhe von ca. 1,75 m (Modellmaßstab) über der jeweiligen Fläche.

In der Anlage 4.1 und 4.2 sind die Messpunkte für den Nullfall und den Planfall gekennzeichnet. Nach welchen Beurteilungskriterien die Messwerte an den einzelnen Messpunkten bewertet wurden, ist hier ebenfalls dargestellt.

Neben den Messpunkten auf der Bodenebene wurden Messpunkte auf einigen Balkonen und der Dachterrasse von Bauteil A (Messpunkte 89 bis 91 und 102), auf Balkonen und den Dachterrassen von Bauteil B (Messpunkte 92 bis 97), auf Balkone von Bauteil C (Messpunkte 98 bis 100) sowie auf Balkone und der Terrasse von Bauteil D (Messpunkte 87, 88 und 101) angebracht.

Die Messpunkte im Untersuchungsgebiet für den Nullfall wurden alle als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) eingestuft.

Für den Planfall wurden die Messpunkte differenzierter eingestuft. Eingangsbereiche sowie die Spielfläche in der Mitte des Bauvorhabens wurden als Bereichstyp II (Bewegungsfläche), Balkone und Terrassen als Bereichstyp III (Verweilfläche) eingestuft. Die übrigen Messpunkte wurden als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) eingestuft.

Die Ermittlung der Überschreitungsstunden pro Jahr wurde als Summierung der Messergebnisse für die bis zu 105 Messpunkte getrennt unter Berücksichtigung von jeweils 12 Windrichtungen ( $0^\circ - 360^\circ$  in  $30^\circ$ -Schritten) durchgeführt.

## **5.2 Ergebnisse der Windkanalmessungen**

### **5.2.1 Beurteilungsmatrix**

Die verwendete Beurteilungsmatrix mit einer Kennzeichnung in Ampelfarben ist in der jeweiligen Legende der Anlage sowie detailliert in Anlage 5 dargestellt.

Die Farben (Grün, Gelb, Rot) geben dabei die Qualität des Windkomforts in Abhängigkeit des Bereichstypens des Messpunktes, wie er in den Anlagen 4.1 und 4.2 gekennzeichnet ist in den Stufen von gut (Grün), mäßig (Gelb) und unbefriedigend (Rot) wieder.

Die Zahl neben einem Messpunkt gibt die Anzahl der Überschreitungsstunden mit einer stundengemittelten Windgeschwindigkeit von 5 m/s in Prozent der Jahresstunden an. Mit dieser Zahl und der Tabelle 4.1 in Kapitel 4.5.1 sowie Anlage 5 kann grundsätzlich eine Beurteilung für jeden Bereichstyp erfolgen, indem in der Tabelle das dem gewünschten Bereichstyp und der gegebenen Häufigkeit entsprechende Feld gesucht wird.

Windgefahren werden zum einen kombiniert in den Anlagen zum Windkomfort durch unterstrichene Messpunkte gekennzeichnet bzw. in gesonderten Anlagen dargestellt. Gestrichelte Linien stellen dabei Windgefahren der Stufe 1, durchgängige Linien der Stufe 2 dar. Die Einstufung der Windgefahr ist unabhängig von Bereichstypen.

### **5.2.2 Nullfall**

Für den Nullfall liegt für eine Beurteilung aller Messpunkte als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) mit Messwerten bis maximal 8,2 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel überall innerhalb und außerhalb des Plangebietes ein guter Windkomfort vor (siehe Anlage 6.1). Windgefahren liegen an keinem Messpunkt vor (siehe Anlage 6.2).

### **5.2.3 Planfall**

#### **5.2.3.1 Allgemeines**

Die Beurteilung des Windkomforts im Plangebiet erfolgt nachfolgend für jedes Bauteil einzeln.

Die Ergebnisse der Windkanalmessungen für den Planfall zum Windkomfort sind in den Anlagen 7.1 und 7.2 dargestellt. Hier erfolgte ebenfalls eine Überlagerung der Ergebnisse der Windkomfortmessung mit der bisherigen Außenanlagenplanung (Anlage 7.3). Die Ergebnisse der Windkanalmessungen zu Windgefahren sind in den Anlagen 7.4 und 7.5 dargestellt.

### 5.2.3.2 Bauteil A – Wohnen

Im Nahbereich in Bodennähe um das Bauteil A herum werden Windgeschwindigkeiten  $> 5 \text{ m/s}$  im Stundenmittel in 0,1 bis 6,9 % der Jahresstunden erreicht. Für Verkehrsflächen (Bereichstyp I) sowie Bewegungsflächen (Messpunkte 29 bis 31, Eingangsbereiche – Bereichstyp II) liegt hier somit ein guter Windkomfort vor.

Die Messpunkte 74, 80 und 84 befinden sich im Bereich von Privatgärten der Wohnungen von Bauteil A. Hier liegen Messwerte zwischen 1,0 bis 6,9 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten  $> 5 \text{ m/s}$  im Stundenmittel vor. Wird für diese Messpunkte die strengste Beurteilung des Windkomforts mit einer Einstufung als Bereichstyp III – Verweilfläche berücksichtigt so liegt am Messpunkt 84 ein guter, am Messpunkt 80 ein mäßiger und am Messpunkt 74 ein unbefriedigender Windkomfort vor. Im Modell wurden hierbei noch nicht die gemäß der Außenanlagenplanung vorgesehenen Hecken und Bäume berücksichtigt. Hierdurch ist eine Verbesserung des Windkomforts in den Privatgärten zu erwarten.

Auf den Balkonen im Südosten von Bauteil A (Messpunkt 90) sowie einer ggfs. vorhandenen Dachterrasse (Messpunkt 91) liegt für eine Beurteilung als Bereichstyp III – Verweilfläche liegt ein guter Windkomfort vor.

Ein unbefriedigender Windkomfort liegt an der südwestlichen Gebäudeecke sowohl auf den Balkonen als auch auf der Dachterrasse vor. Um eine Verbesserung des Windkomforts zu erreichen, wären Windschirme an den Seiten der Balkone bzw. der Terrasse an der jeweils südöstlichen Seite erforderlich. Ursächlich für den unbefriedigenden Windkomfort hier sind Winde aus Windrichtung  $210^\circ$ .

Windgefahren liegen im Bereich von Bauteil A nicht vor.

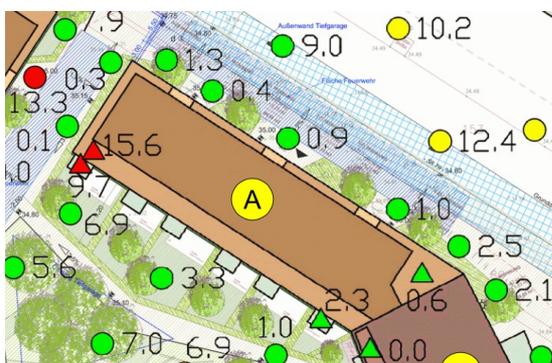


Bild 5.1: Windkomfort im Bereich Bauteil A

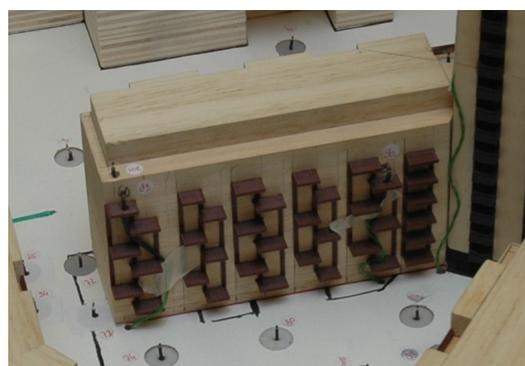


Bild 5.2: Photo des Windkanalmodells für den Bereich Bauteil A

### 5.2.3.3 Bauteil B – Wohnhochhaus

Im Nahbereich in Bodennähe um das Bauteil B herum werden Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel in 0,6 bis 8,5 % der Jahresstunden erreicht. Für Verkehrsflächen (Bereichstyp I) sowie Bewegungsflächen (Messpunkt 26, Eingangsbereich – Bereichstyp II) liegt hier somit ein guter Windkomfort vor.

Auf den beiden Dachterrassen an der Südwestfassade (Messpunkte 92 und 93) liegt ein guter Windkomfort für eine Beurteilung als Bereichstyp III – Verweilfläche vor. Windgefahren bestehen hier nicht. Gleiches gilt für den Balkonmesspunkt 97 an der Südostecke des Hochhauses im 9. Obergeschoss.

Die Messpunkte an den Balkonen im 9. und 14. Obergeschoss an der Südwestecke des Gebäudes (Messpunkte 94 und 96) zeigen mit Messwerten von 11,3 und 11,5 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel einen unbefriedigenden Windkomfort für eine Verweilfläche. Windgefahren liegen hier nicht vor. Um eine Verbesserung des Windkomforts zu erreichen, wären hier seitliche Windschirme an der Südseite sowie für die oberen Stockwerke an der Westseite oder Süd- und Ostseite der Balkone erforderlich. Auf den Balkonen an der Ostseite liegt ein guter Windkomfort vor, da sie vergleichbar einer Loggia ausgeführt sind.

Der Messpunkt mit dem ungünstigen Windkomfort und auch einer Windgefahr befindet sich im 14. Obergeschoss an der Südostecke des Hochhauses (Messpunkt 95). Ursächlich hierfür sind Winde aus 150°, 180° und 210°. Zur Vermeidung von Windgefahren und der gleichzeitigen Verbesserung des Windkomforts sind hier Windschirme an der Süd- und Westseite der Balkone erforderlich.

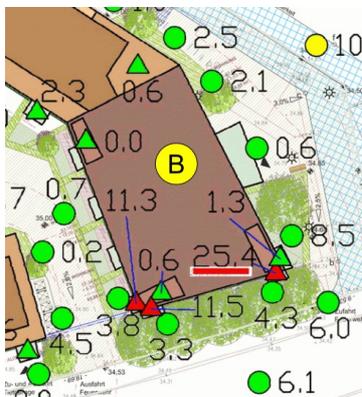


Bild 5.3: Windkomfort im Bereich Bauteil B

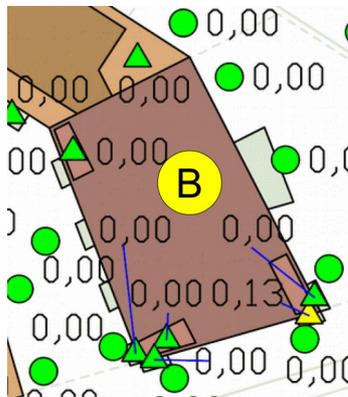


Bild 5.4: Windgefahren im Bereich Bauteil B



Bild 5.5: Photo des Windkanalmodells für den Bereich Bauteil B

### 5.2.3.4 Bauteil C – Wohnen

Im Nahbereich in Bodennähe um das Bauteil C herum werden Windgeschwindigkeiten  $> 5 \text{ m/s}$  im Stundenmittel in 0,0 bis 4,5 % der Jahresstunden erreicht. Für Verkehrsflächen (Bereichstyp I) sowie Bewegungsflächen (Messpunkte 56, 61 und 82, Eingangsbereiche – Bereichstyp II) liegt hier somit ein guter Windkomfort vor.

Auch auf den Balkonen der Südfassade (Messpunkte 98 bis 100) liegt mit Messwerten zwischen 0,2 bis 0,6 % für den Bereichstyp III – Verweilfläche ein guter Windkomfort vor.

Windgefahren liegen im Bereich von Bauteil C nicht vor.

Minderungsmaßnahmen zur Erreichung eines guten Windkomforts oder zur Vermeidung von Windgefahren sind für das Bauteil C nicht erforderlich.

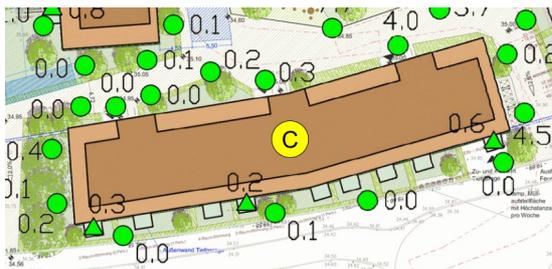


Bild 5.6: Windkomfort im Bereich Bauteil C



Bild 5.7: Photo des Windkanalmodells für den Bereich Bauteil C

### 5.2.3.5 Bauteil D – Wohnen

Im Nahbereich in Bodennähe um das Bauteil D herum werden Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel in 0,0 bis 13,3 % der Jahresstunden erreicht. Für Verkehrsflächen (Bereichstyp I) liegt mit Ausnahme des Messpunktes 34 mit 13,3 % bei ansonsten maximal 7,9 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel ein guter Windkomfort vor.

An den Eingangsbereichen (Messpunkte 33, 76 und 77) liegen mit Messwerten zwischen 0,0 bis 0,2 % für Eingangsbereiche – Bereichstyp II ein guter Windkomfort vor. Ausnahme ist hier der Messpunkt 34 mit 13,3 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel welcher ebenfalls in einem Eingangsbereich liegt. Ursächlich hierfür sind Winde aus 210°. Als Minderungsmaßnahme könnte hier ein Windschirm vorgesehen werden oder alternativ der Eingang in das Gebäude hinein verlegt werden.

Auf den Balkonen an der Westfassade von Bauteil D liegt mit 0,8 % ein guter Windkomfort für den Bereichstyp III – Verweilfläche vor (Messpunkt 88).

An den Balkonen sowie der Dachterrasse an der nördlichen Gebäudeecke (Messpunkte 87 und 101) liegt mit Messwerten von 6,1 bzw. 7,9 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel nur ein unbefriedigender Windkomfort für Verweilflächen vor. Um eine Verbesserung des Windkomforts zu erreichen, wären als Minderungsmaßnahmen Windschirme an den Südseiten erforderlich.

Windgefahren liegen im Bereich von Bauteil D nicht vor.

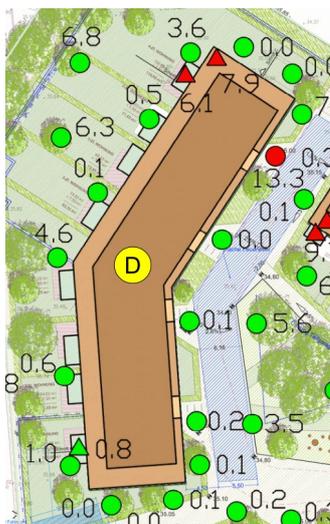


Bild 5.8: Windkomfort im Bereich Bauteil D



Bild 5.9: Photo des Windkanalmodells für den Bereich Bauteil D

### 5.2.3.6 Innenbereich / Spielfläche

Im Innenbereich zwischen den Bauteilen A bis D werden Windgeschwindigkeiten  $> 5$  m/s im Stundenmittel in 3,5 bis 7,7 % der Jahresstunden erreicht. Für Verkehrsflächen (Bereichstyp I) liegt somit ein guter Windkomfort vor.

Für die Spielfläche (Messpunkt 105) wurde eine Einstufung als Bereichstyp II (Bewegungsfläche) vorgenommen. Hierfür ergibt sich mit einem Messwert von 6,9 % ein mäßiger Windkomfort vor. Wie bereits erwähnt wurden Bäume innerhalb des Plangebietes in Rahmen der vorliegenden Untersuchung noch nicht berücksichtigt. Im Innenbereich und den Bereich der Spielfläche sind mehrere Bäume vorgesehen. Hierdurch ist eine Verbesserung des Windkomforts zu erwarten.

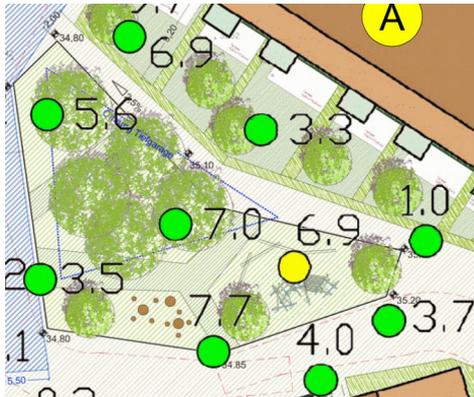


Bild 5.8: Windkomfort im Innenbereich

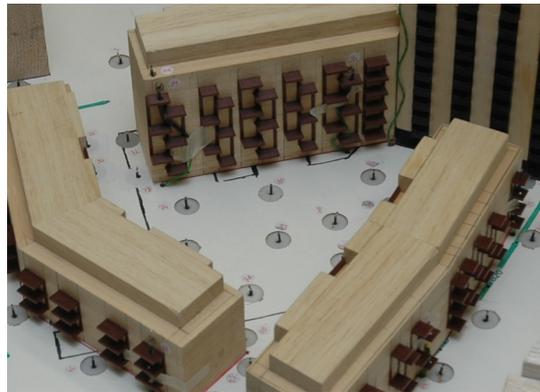


Bild 5.9: Photo des Windkanalmodells für den Innenbereich

### 5.2.3.7 Messpunkte außerhalb des Plangebietes

Außerhalb des Plangebietes liegt im Norden, Westen und Süden mit Messwerten zwischen 0,0 bis 9,0 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten  $> 5$  m/s im Stundenmittel für Verkehrsflächen (Bereichstyp I) ein guter Windkomfort vor.

Nordöstlich des Bauteils B zeigt sich der Einfluss des Hochhauses auf das Windfeld derart, das der Windkomfort hier außerhalb des Plangebietes mit Messwerten zwischen 5,3 bis 12,4 % für den Bereichstyp I gegenüber dem Nullfall nur noch mäßig ist.

Windgefahren liegen hier nicht vor.



Vordächer haben einen ähnlichen Effekt, aber es kann hierbei immer noch zu hohen Windgeschwindigkeiten an Gebäudeecken kommen (siehe Bild 6.2)

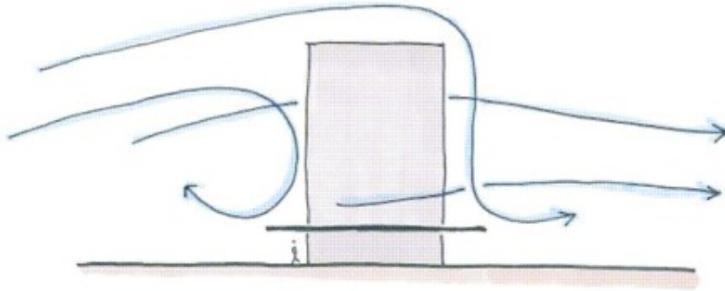


Bild 6.2: Effekt eines Vordaches

Auf den Freiflächen mit mäßigem und unbefriedigendem Windkomfort sollten Windschirme und Bäume errichtet werden. Als eine Faustregel kann gesagt werden, dass ein Strömungshindernis einen Bereich ungefähr 3 bis 4 mal der Höhe des Hindernisses in Strömungsrichtung abschirmen kann (siehe Bild 6.3).

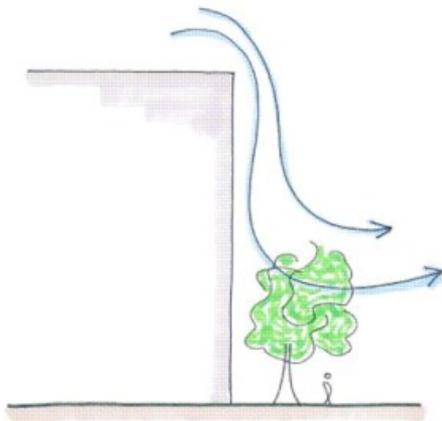


Bild 6.3: Effekt von Bäumen

## 6.2 Mögliche Minderungsmaßnahmen für die Planung

Mögliche Minderungsmaßnahmen für die einzelnen Bauteile sind in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben und beschränken sich auf zusätzliche Windschirme an den Seiten der Balkone und Terrassen, welche ja nach Windrichtung entsprechend ausgerichtet werden müssen. Die dargestellten Minderungsmaßnahmen wurden durch Messungen im Windkanal auf Ihre Wirksamkeit hin überprüft. Die Ergebnisse dieser Messungen werden nachfolgend erläutert.

### 6.3 Ergebnisse mit verdichtetem Messnetz ohne Minderungsmaßnahmen

Zur Beurteilung der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Minderungsmaßnahmen und zur Eingrenzung der Balkone am Bauteil B an denen Maßnahmen durchgeführt werden müssen, erfolgten zunächst Messungen der Windgefahren an zusätzlichen Balkonen am Bauteil B ohne Minderungsmaßnahmen.

#### 6.3.1 Balkone Bauteil B – ohne Minderungsmaßnahmen

Auf den Balkonen von Bauteil B liegen ohne Minderungsmaßnahmen Windgefahren an den Messpunkten auf Balkonen im 12. und 14. Obergeschoss an der südöstlichen Gebäudeecke vor. An den Balkonen zwischen und unmittelbar über und unter den Messpunkten, also im 11., 13. und 15. Obergeschoss, sind Windgefahren nicht auszuschließen. Daher sollten vorsorglich auch Minderungsmaßnahmen an den Eckbalkonen von 11. bis zum 15. Obergeschoss vorgesehen werden.

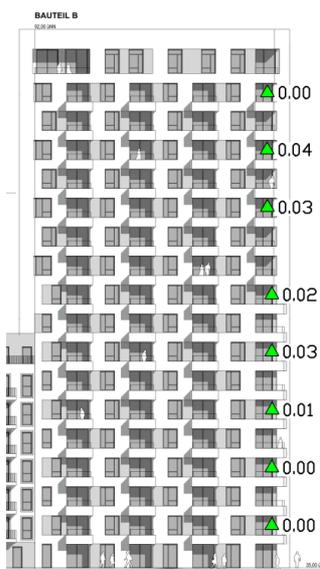


Bild 6.4: Windgefahren auf Balkonen von Bauteil B ohne Maßnahmen, Westfassade

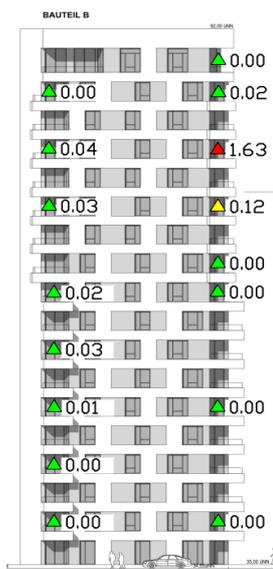


Bild 6.5: Windgefahren auf Balkonen von Bauteil B ohne Maßnahmen, Südfassade

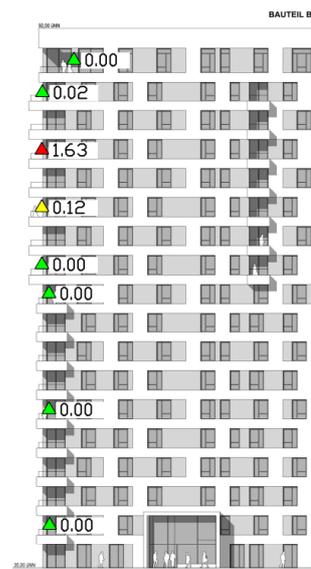


Bild 6.6: Windgefahren auf Balkonen von Bauteil B ohne Maßnahmen, Ostfassade

## 6.4 Balkone Bauteil B mit Minderungsmaßnahmen

Wie die nachfolgenden Bilder 6.7 bis 6.9 zeigen, sind zur Vermeidung von Windgefahren auf fünf Balkonen von Bauteil B Windschirme in den auskragenden Bereichen der Balkone auf der Südseite der südöstlichen Gebäudeecke erforderlich (11. bis 15. Obergeschoss).

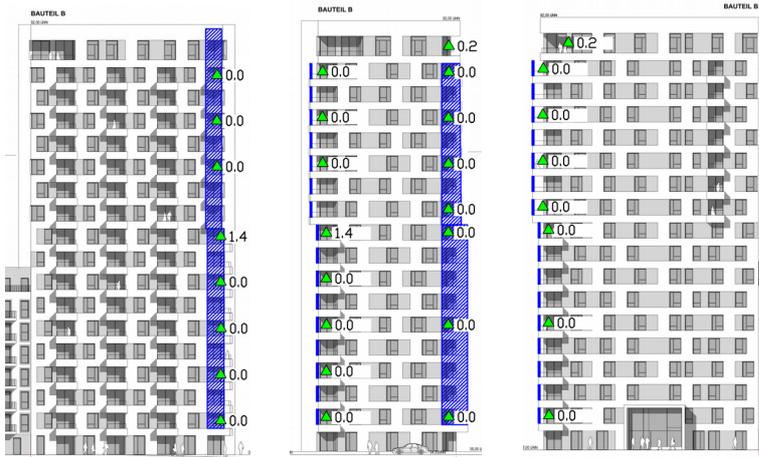
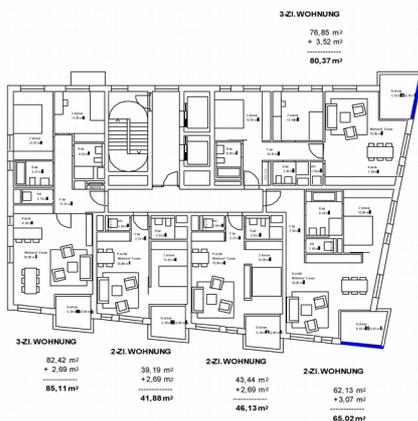


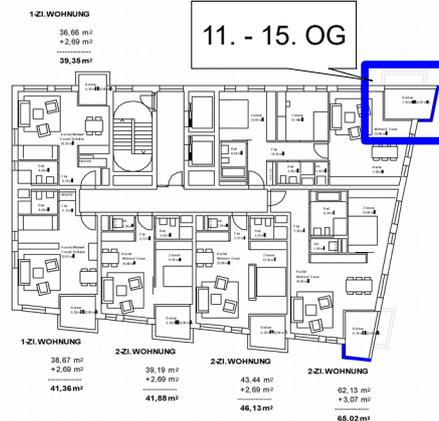
Bild 6.7: Windkomfort auf Balkonen von Bauteil B – Mit Minderungsmaßnahmen



Bild 6.8: Photo Modell mit Maßnahmen



1. OG bis 9. OG



10. OG bis 17. OG

Bild 6.9: Anordnung der Windschirme an den Balkonen von Bauteil B

Bei den übrigen Balkonen von Bauteil B könnte durch vergleichbare Windschirme eine Verbesserung des Windkomforts erreicht werden.

## 6.5 Eingangsbereich Bauteil D mit Minderungsmaßnahme

Am Eingangsbereich (Messpunkte 34) zum Bauteil D liegt mit einem Messwert von 13,3 % der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Stundenmittel ein unbefriedigender Windkomfort vor. Durch Anbringen eines Windschirmes mit 2,4 m Höhe und 1,5 m Tiefe südlich des Eingangsbereiches liegt mit 1,0 % ein guter Windkomfort vor. Windgefahren liegen im Eingangsbereich nicht vor.

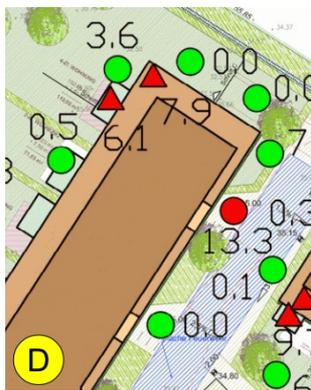


Bild 6.10: Windkomfort im Bereich Bauteil D ohne Maßnahmen

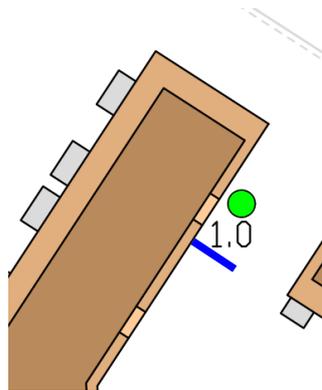


Bild 6.11: Windkomfort im Eingangsbereich von Bauteil D

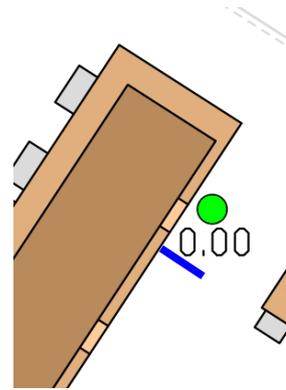


Bild 6.12: Windgefahren im Eingangsbereich von Bauteil D

Alternativ zu einem Windschirm kann der Eingang in das Gebäude zurückgesetzt ausgeführt werden.

## 7 Auswirkung einer Erhöhung von Bauteil B um ca. 1,8 Meter

Die vorliegende Windkanaluntersuchung befasst sich mit dem Planstand Februar 2017. Ende 2017 / Anfang 2018 wurde angedacht, das Wohnhochhaus (Bauteil B) von 18 auf 19 Geschosse zu erhöhen. Da gleichzeitig die lichten Geschosshöhen hierbei auf ca. 2,60 Meter reduziert wurden ergibt sich hierdurch jedoch lediglich eine Erhöhung des Gebäudes um ca. 1,80 Meter.

Eine solche Erhöhung wirkt sich auf die Ergebnisse der Windkanaluntersuchung nur marginal aus. Die Veränderung der Messergebnisse würde sich im Bereich der Messungenauigkeit (siehe Kapitel 4.8) bewegen. Somit sind die in den vorangegangenen Kapiteln getroffenen Aussagen auch für ein um ca. 1,8 Meter erhöhtes Bauteil B gültig.

Der Bereich mit Windgefahren erstreckt sich auch für die aktuelle Planung [13] auf die Eckbalkone vom 11. bis zum 15. Obergeschoss.

## 8 Zusammenfassung

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans „Niederkasseler Lohweg 20“ in Düsseldorf ist die Ausweisung eines heute gewerblich genutzten Geländes als Wohngebiet geplant.

Am „Niederkasseler Lohweg 20“ in Düsseldorf soll eine Neubebauung in Form von Wohngebäuden errichtet werden. Hierzu soll die vorhandene Bebauung mit bis zu sieben Vollgeschossen plus Staffelgeschoss abgebrochen werden. Es handelt sich bei der Neubebauung um Gebäude mit vier bis sieben Vollgeschossen plus Staffelgeschoss, sowie einem Hochhaus mit achtzehn Geschossen. Die Planung ist in 4 Bauteile (A bis D) eingeteilt

Hierzu waren die Auswirkungen des Planvorhabens auf den Windkomfort der umliegenden Gebäude und vor allem der geplanten Gebäude innerhalb des Plangebietes mittels einer Windkanaluntersuchung zu untersuchen und zu beurteilen.

Für den Nullfall liegt für eine Beurteilung aller Messpunkte als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) überall innerhalb und außerhalb des Plangebietes ein guter Windkomfort vor. Windgefahren liegen an keinem Messpunkt vor.

Die Auswirkungen der Planung auf die Umgebung des Plangebiets sind vergleichsweise gering. Lediglich nordöstlich des Bauteils B zeigt sich der Einfluss des Hochhauses auf das Windfeld derart, dass der Windkomfort hier außerhalb des Plangebietes mit Messwerten zwischen gegenüber dem Nullfall nur noch mäßig ist. Innerhalb des Plangebietes liegt mit Ausnahme einiger Balkon- und Terrassenbereiche sowie einem Eingangsbereich zu Bauteil D überall ein guter Windkomfort vor. Messpunkte mit dem ungünstigen Windkomfort und auch einer Windgefahr befinden sich im 12. und 14. Obergeschoss an der Südostecke des Hochhauses Bauteil B. Ursächlich hierfür sind Winde aus 150°, 180° und 210°. Zur Vermeidung von Windgefahren und der gleichzeitigen Verbesserung des Windkomforts sind hier Windschirme an der Süd- und Westseite der Balkone erforderlich.

Mögliche Minderungsmaßnahmen für die einzelnen Bauteile sind in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben und beschränken sich auf zusätzliche Windschirme an den Seiten der Balkone und Terrassen, welche ja nach Windrichtung entsprechend ausgerichtet werden müssen. Zur Vermeidung einer Windgefahr am Bauteil B und zur Verbesserung des Windkomforts im Eingangsbereich von Bauteil D wurden Varianten mit Minderungsmaßnahmen im Windkanal auf Ihre Wirksamkeit hin untersucht.

Die Ergebnisse dieser Messungen sowie der hieraus resultierende Umfang von Minderungsmaßnahmen sind in den Kapiteln 6.4 und 6.5 beschrieben.

Die vorliegende Windkanaluntersuchung befasst sich mit dem Planstand Februar 2017. Ende 2017 / Anfang 2018 wurde angedacht, das Wohnhochhaus (Bauteil B) von 18 auf 19 Geschosse zu erhöhen. Da gleichzeitig die lichten Geschosshöhen hierbei auf ca. 2,60 Meter reduziert wurden ergibt sich hierdurch jedoch lediglich eine Erhöhung des Gebäudes um ca. 1,80 Meter.

Eine solche Erhöhung wirkt sich auf die Ergebnisse der Windkanaluntersuchung nur marginal aus. Die Veränderung der Messergebnisse würde sich im Bereich der Messungenauigkeit bewegen. Somit sind die in den vorangegangenen Kapiteln getroffenen Aussagen auch für ein um ca. 1,8 Meter erhöhtes Bauteil B gültig.

Der Bereich mit Windgefahren erstreckt sich auch für die aktuelle Planung auf die südöstlichen Eckbalkone vom 11. bis zum 15. Obergeschoss. Hier sollten Minderungsmaßnahmen umgesetzt werden.

Dieser Bericht besteht aus 33 Seiten und 7 Anlagen.

Peutz Consult GmbH

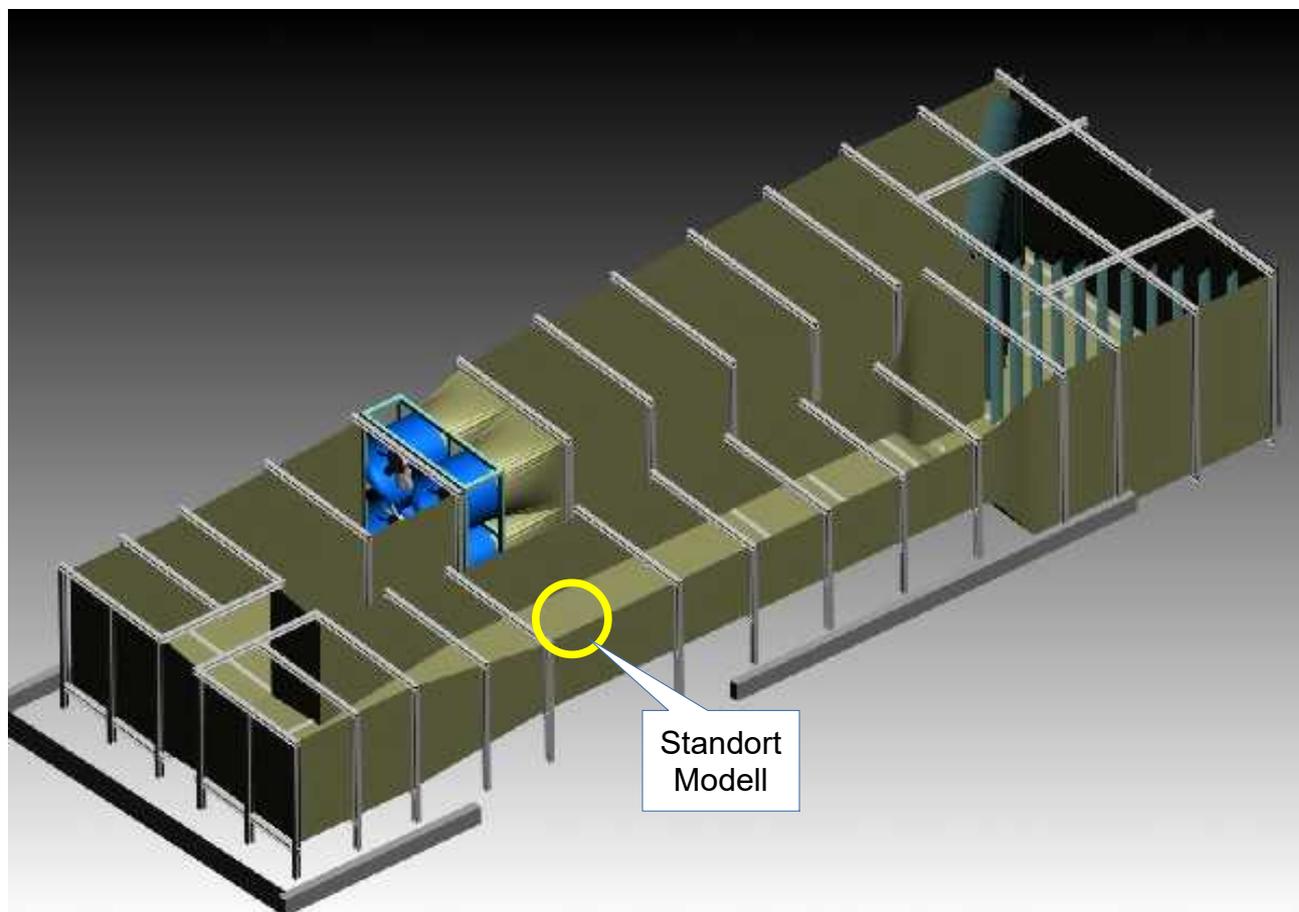
i.V. Dipl.-Ing. Mark Bless

i.A. Dipl.-Ing. Oliver Streuber

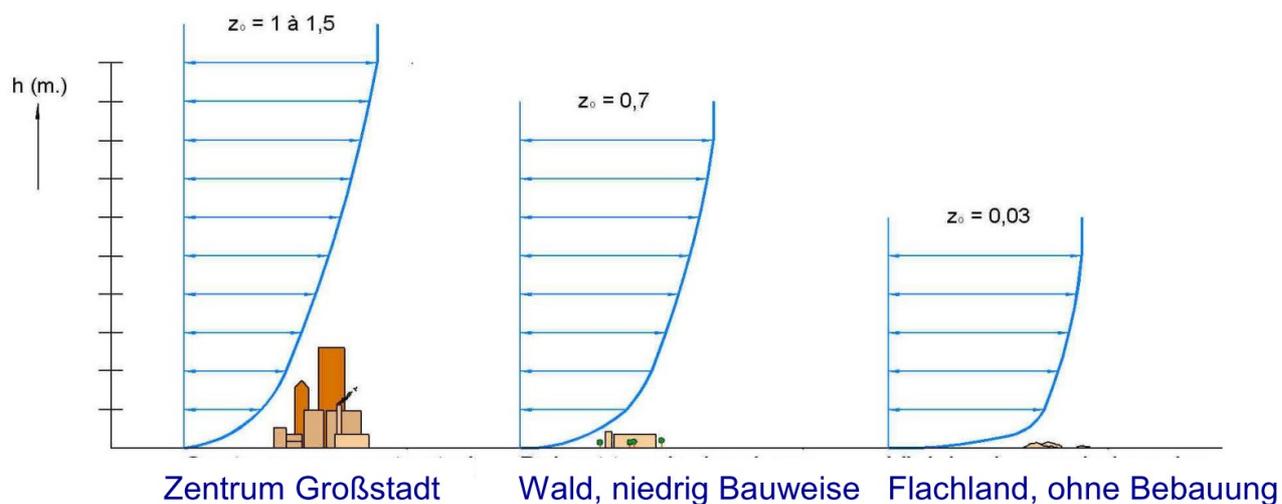
Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Schematische Darstellung des Peutz-Grenzschichtwindkanals und der Windprofile für verschiedene Bebauungshöhen
- Anlage 2 Luftbild und Windkanalmodell des Nullfalls
- Anlage 3.1 Lageplan des Bauvorhabens
- Anlage 3.2 Übersicht über das geplante Bauvorhaben mit Bauteilkennzeichnung
- Anlage 3.3 Windkanalmodell Planfall
- Anlage 4.1 Lage und Bereichstypen der Windkomfortmesspunkte im Windkanalmodell für den Nullfall
- Anlage 4.2 Lage und Bereichstypen der Windkomfortmesspunkte im Windkanalmodell für den Planfall
- Anlage 4.3 Lage und Bereichstypen der Windkomfortmesspunkte im Windkanalmodell für den Planfall (Seitenansichten)
- Anlage 5 Erläuterungen zur Interpretation der folgenden Anlagensätze zum Windkomfort gemäß NEN 8100
- Anlage 6.1 Ergebnis der Windkomfortmessung für den Nullfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung)
- Anlage 6.2 Ergebnis der Windgefahrenmessung für den Nullfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 15 m/s pro Jahr
- Anlage 7.1 Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung)

- Anlage 7.2 Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung) (Seitenansichten)
- Anlage 7.3 Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung) – Überlagerung mit der Außenanlagenplanung (Stand: 16.02.2017)
- Anlage 7.4 Ergebnis der Windgefahrenmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 15 m/s pro Jahr
- Anlage 7.5 Ergebnis der Windgefahrenmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 15 m/s pro Jahr (Seitenansichten)



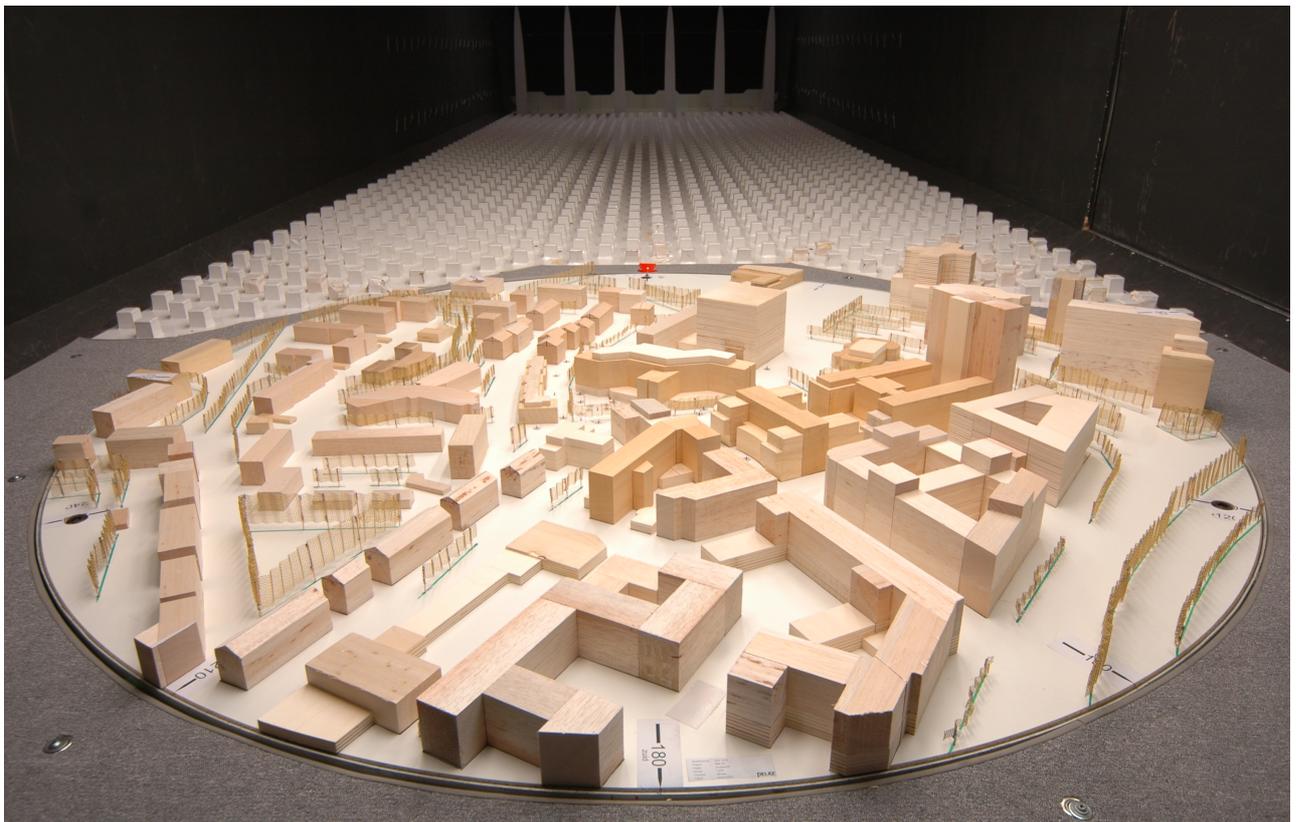
Peutz-Windkanal



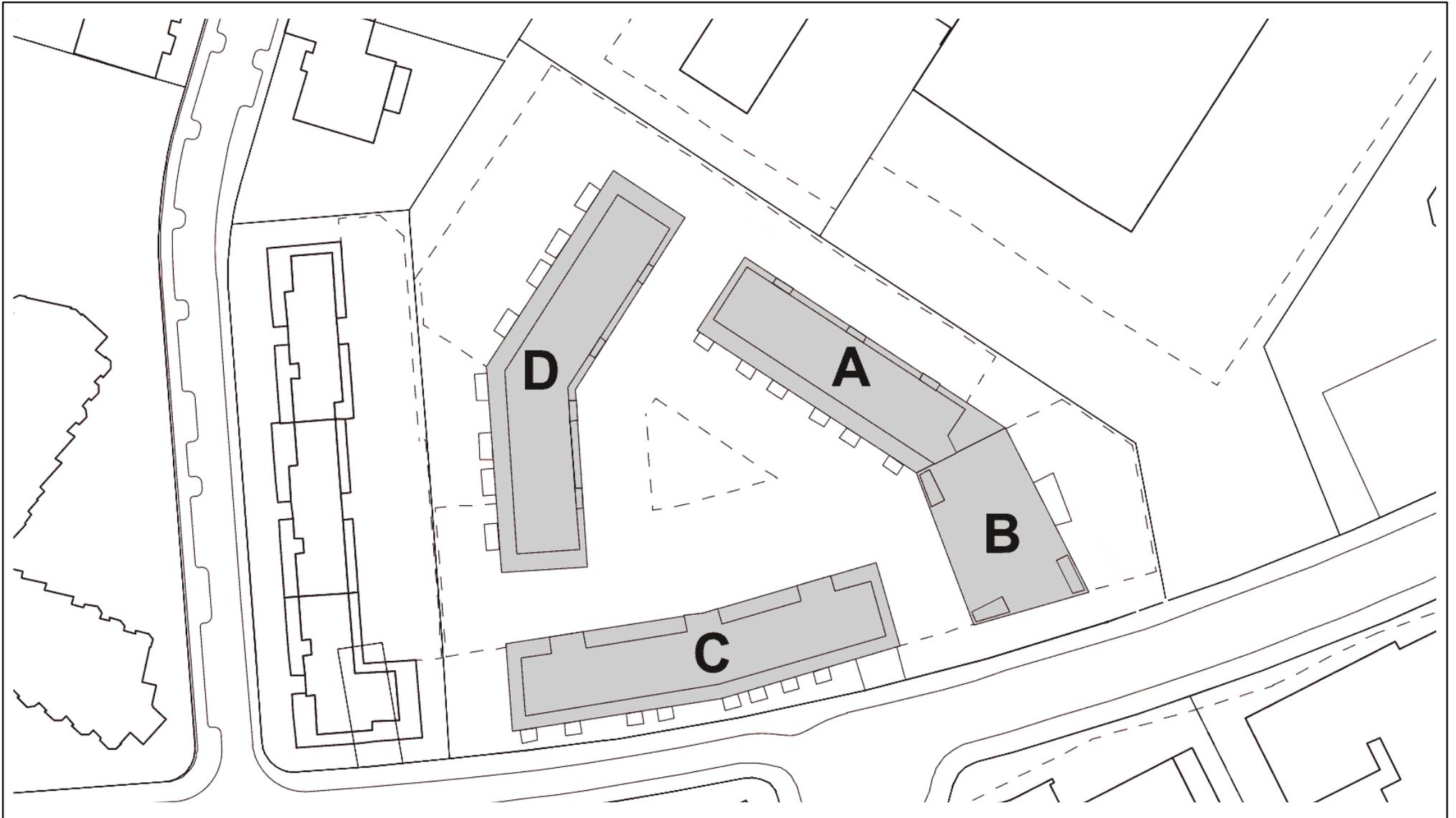
Windprofile im Windkanal

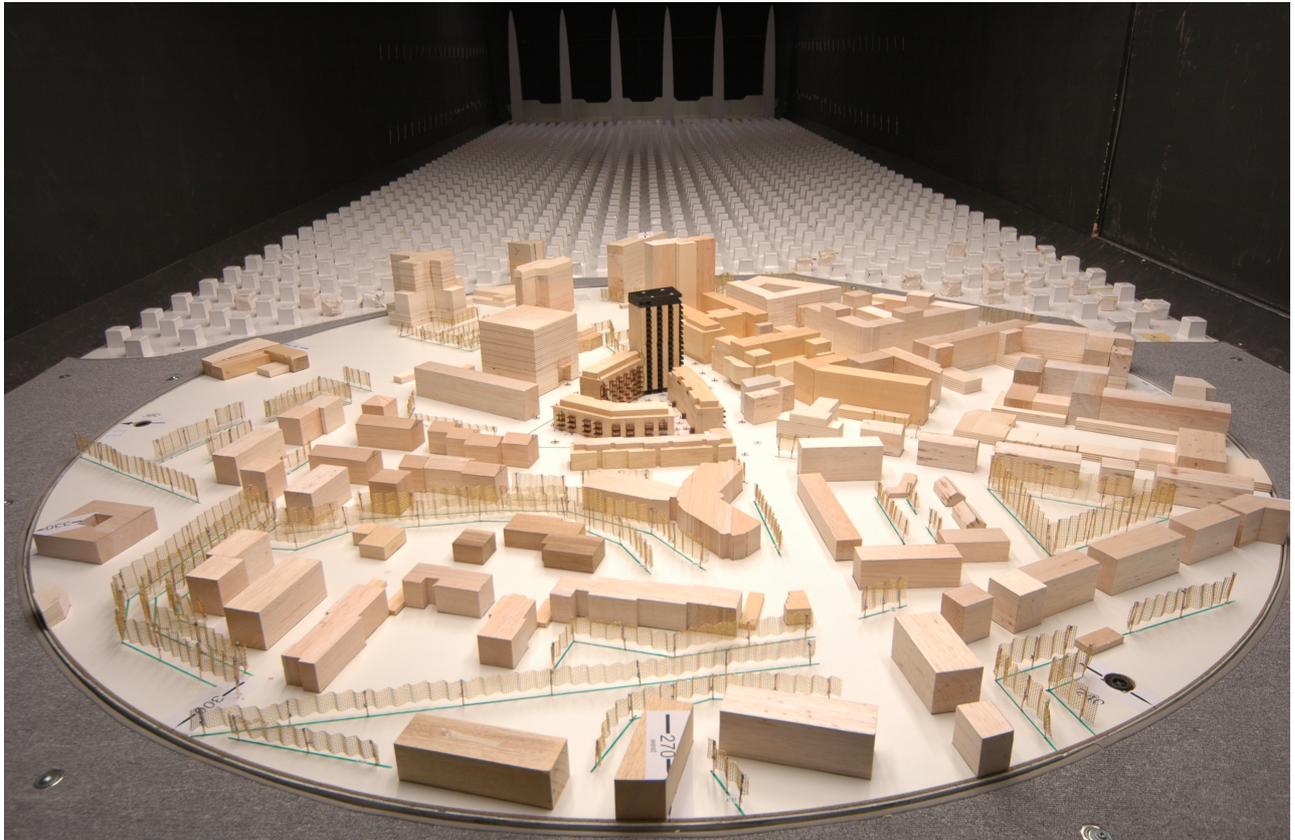


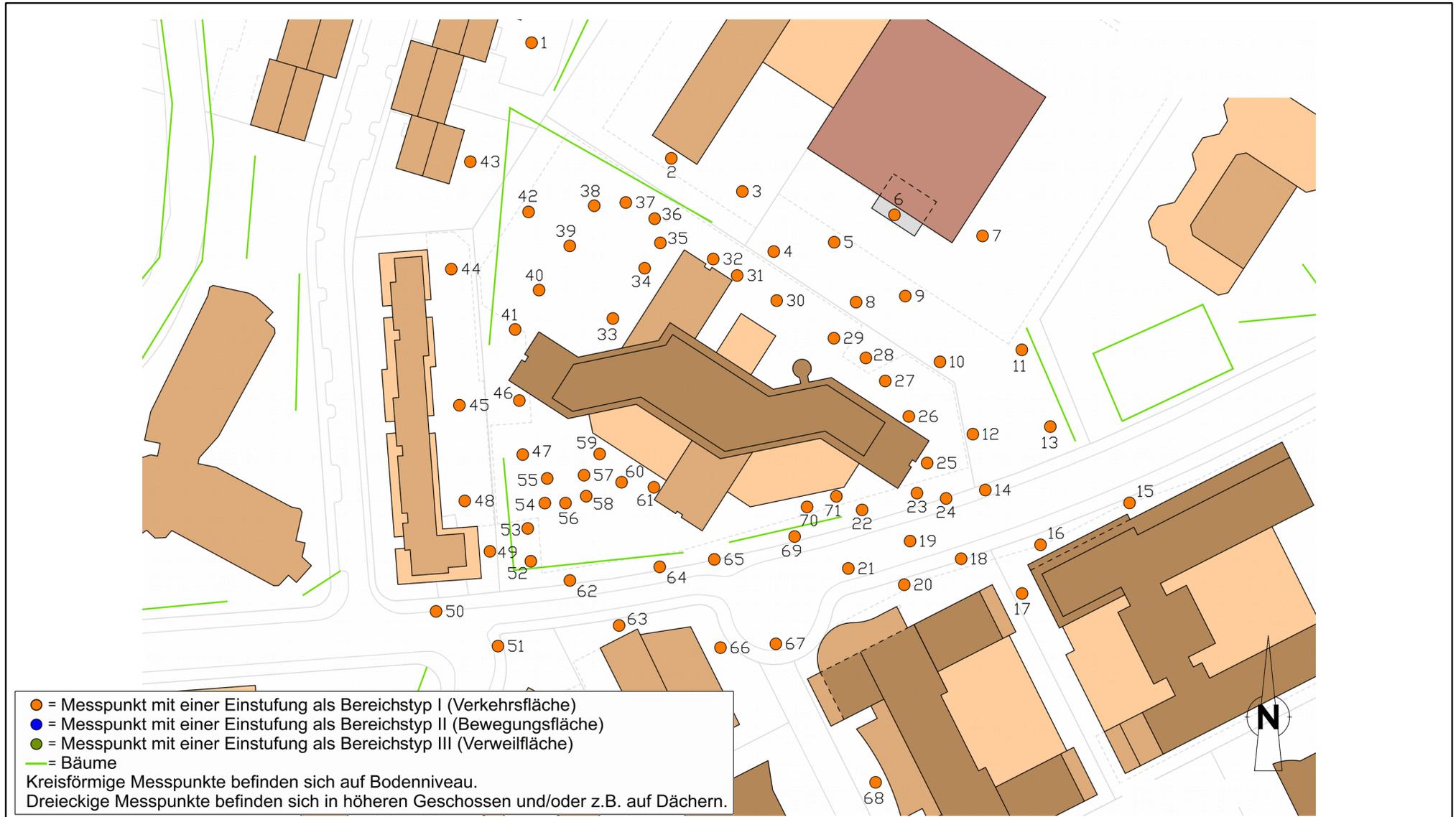
Luftbild: Google Earth Pro

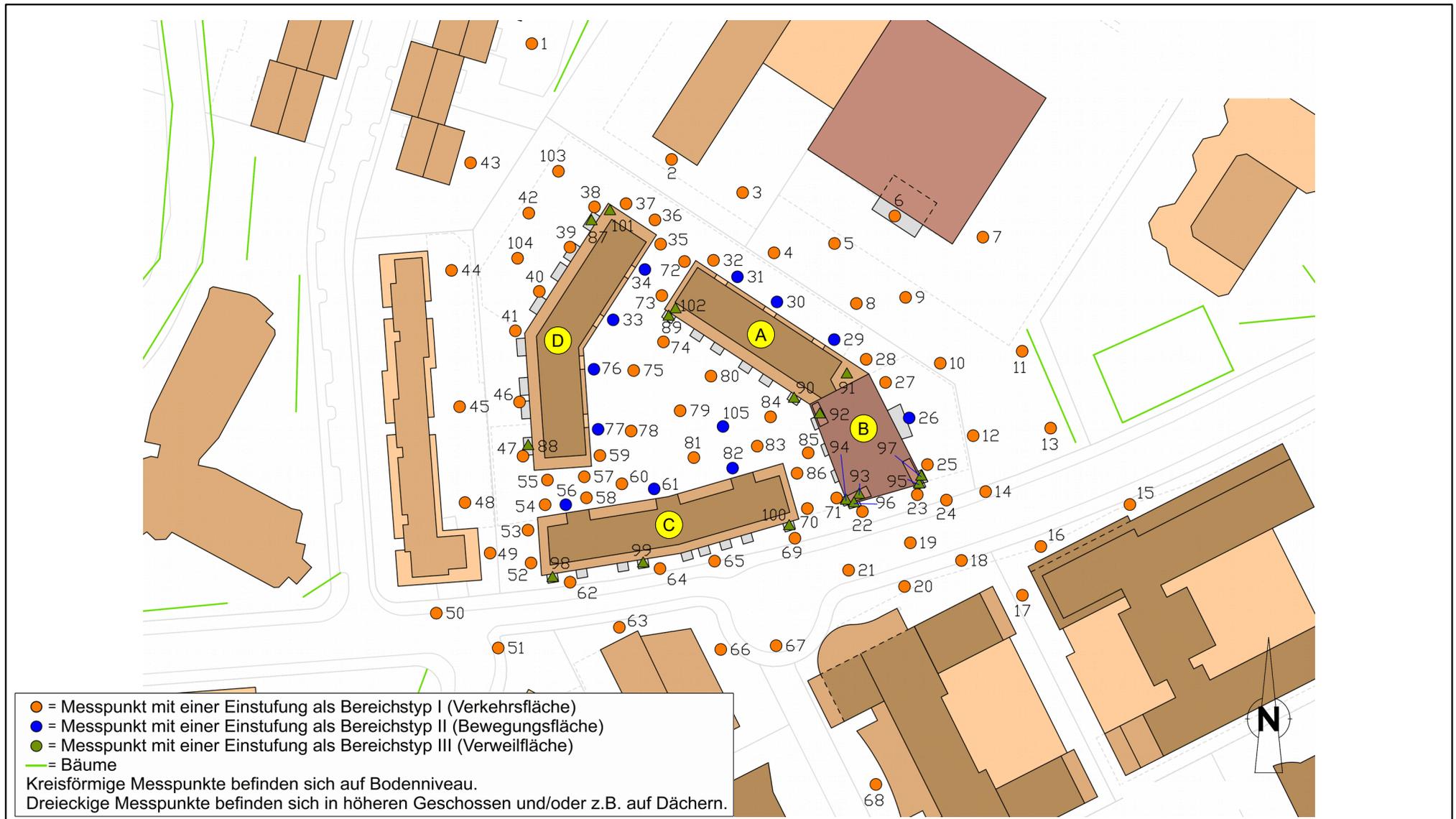














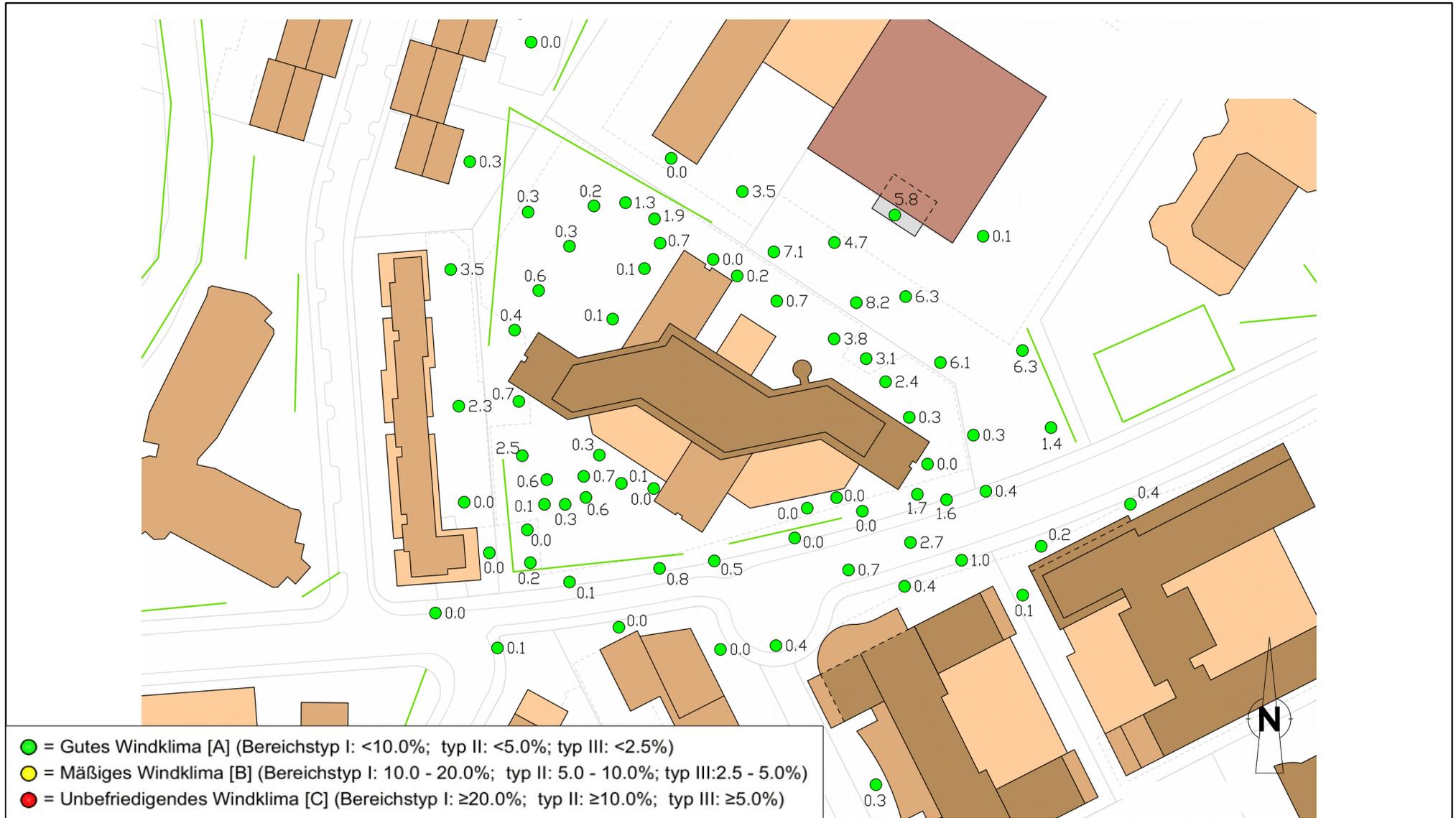
Die Beurteilung des **Windkomforts** hängt vom jeweiligen Bereichstyp (I bis III) ab, welcher jedem Messpunkt entsprechend der geplanten Nutzung zugeordnet ist. Flächen mit einer Außengastronomie gehören somit dem Bereichstyp III – [Verweilen] an. Hiermit sind die höchsten Anforderungen an den Windkomfort verbunden. Entsprechend gehören Flächen wie z.B. Bürgersteige, welche nur dem Durchlaufen eines Bereiches dienen dem Bereichstyp I – [Durchlaufen] mit den geringsten Anforderungen an den Windkomfort an.

Hieraus ergibt sich auch, dass die gleiche prozentuale Anzahl von Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5m/s für unterschiedliche Bereichstypen unterschiedliche Beurteilungen des Windkomforts ergeben:

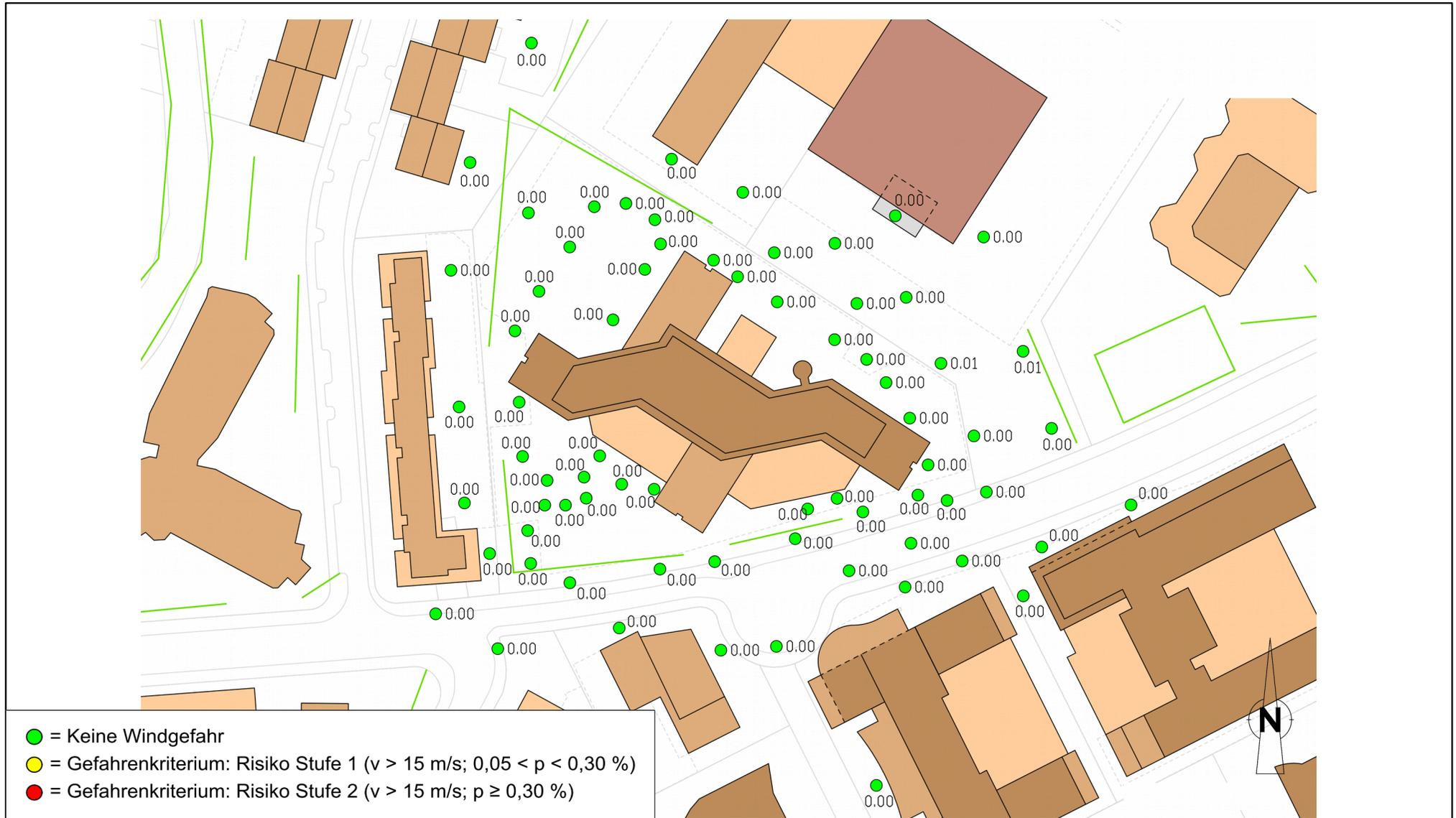
-  = Gutes Windklima [A] (Bereichstyp I: <10,0%; Typ II: <5,0%; Typ III: <2,5%)
-  = Mäßiges Windklima [B] (Bereichstyp I: 10,0-20,0%; Typ II: 5,0-10,0%; Typ III: 2,5-5,0%)
-  = Unbefriedigendes Windklima [C] (Bereichstyp I: >20,0%; Typ II: >10,0%; Typ III: >5%)

Prozent der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5m/s	Bereichstyp / Aktivität		
	I – Durchlaufen	II – Schlendern	III – Verweilen
< 2,5%	Gut	Gut	Gut
2,5 – 5%	Gut	Gut	Mäßig
5 – 10%	Gut	Mäßig	Unbefriedigend
10 – 20%	Mäßig	Unbefriedigend	Unbefriedigend
> 20%	Unbefriedigend	Unbefriedigend	Unbefriedigend

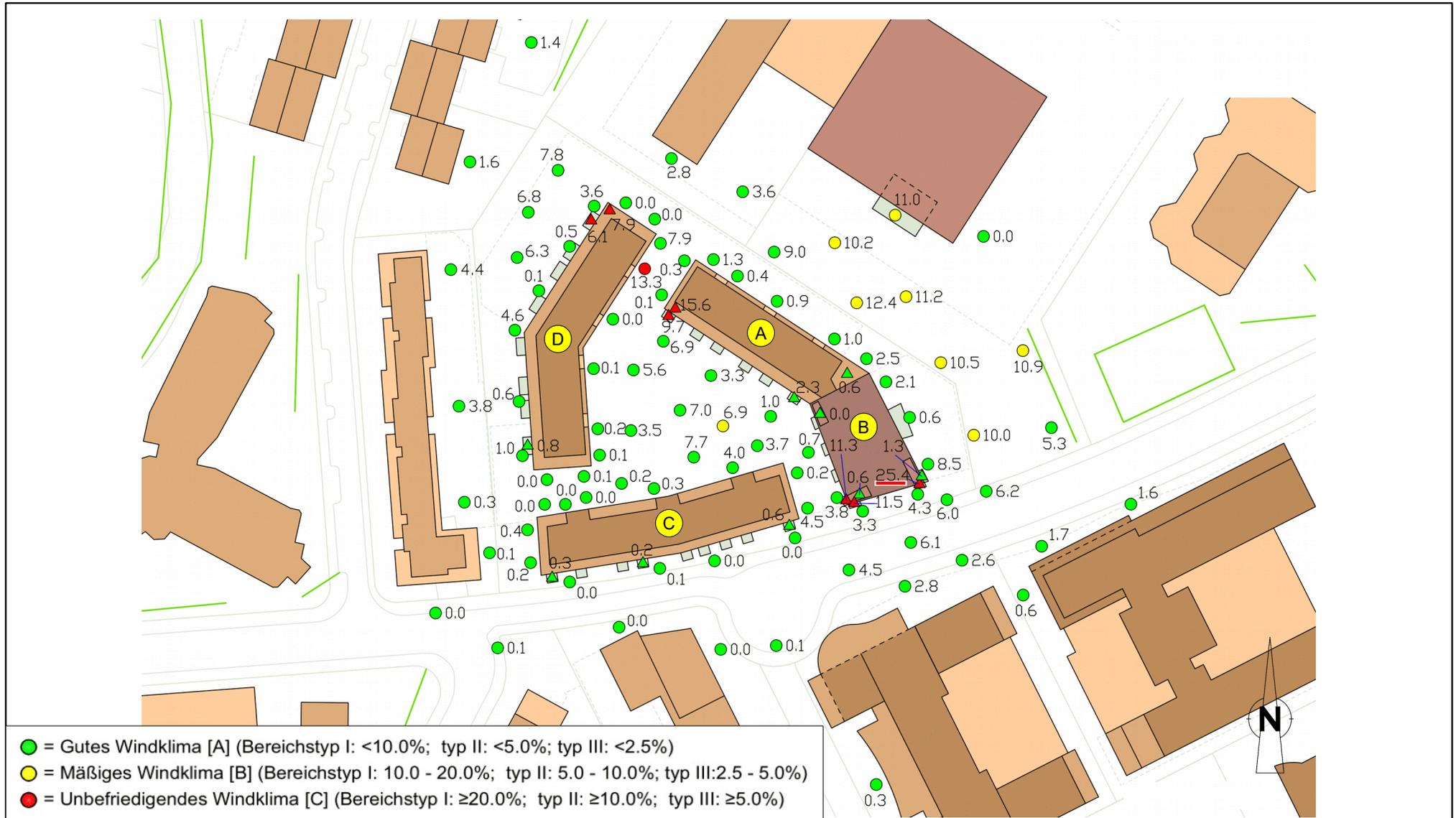
Ergebnis der Windkomfortmessung für den Nullfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr  
und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung)



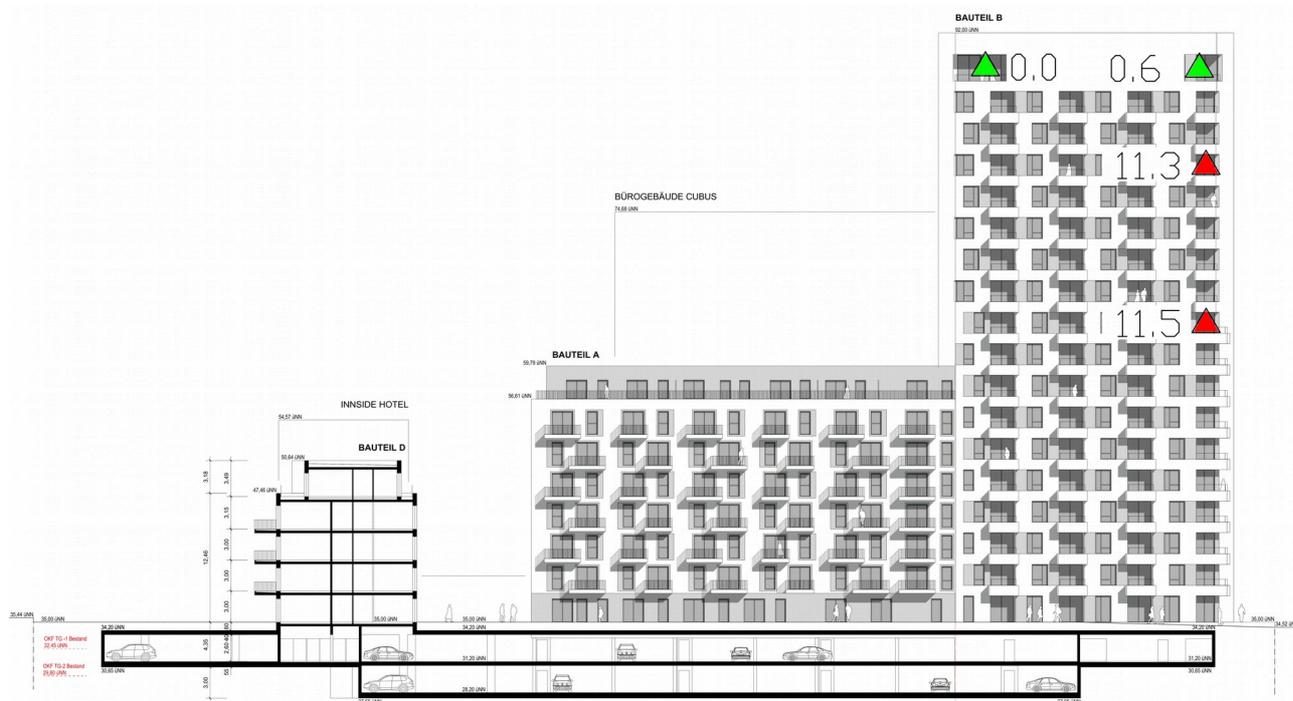
Ergebnis der Windgefahrenmessung für den Nullfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 15 m/s pro Jahr



Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung)

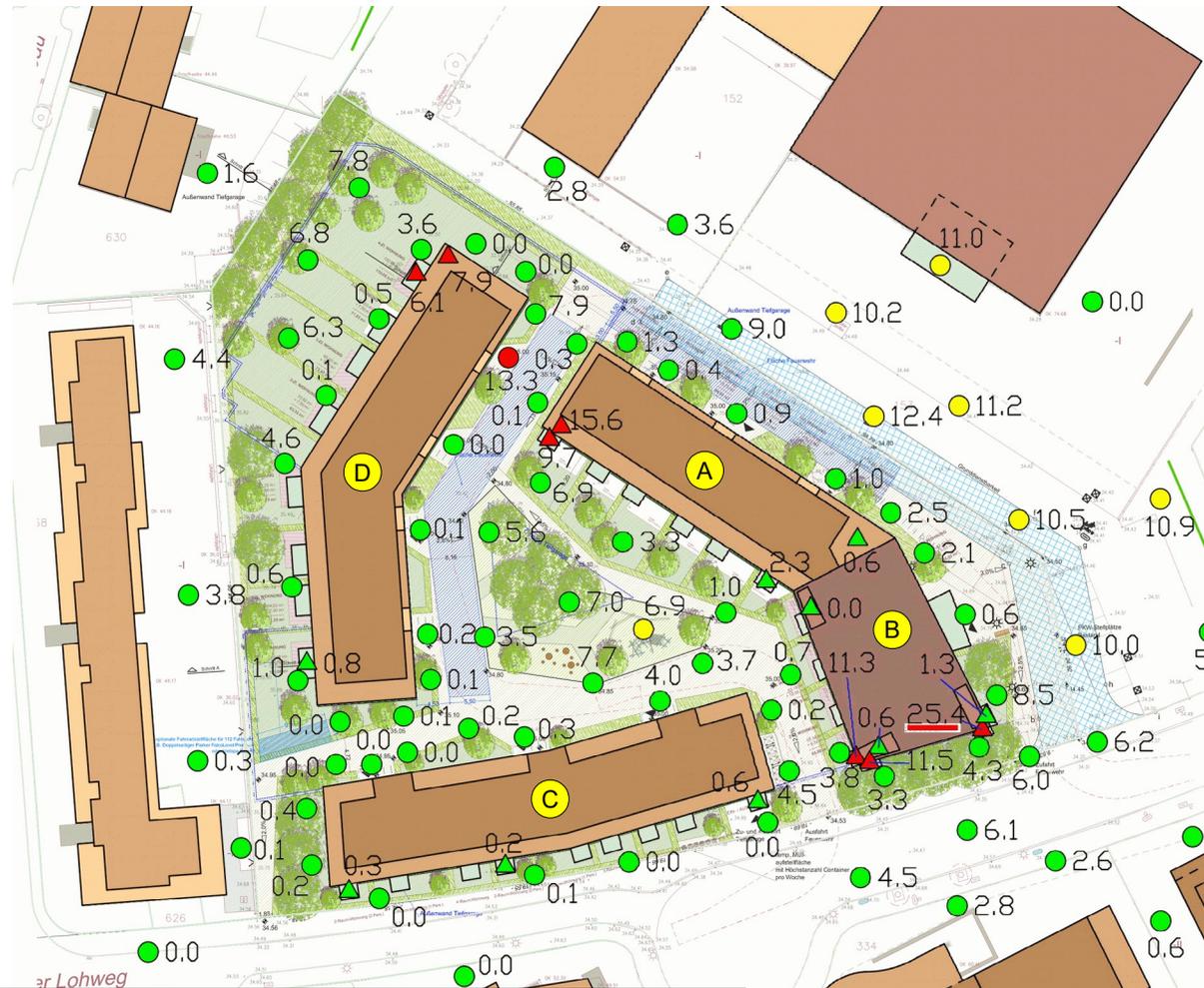


Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung) (Seitenansichten)

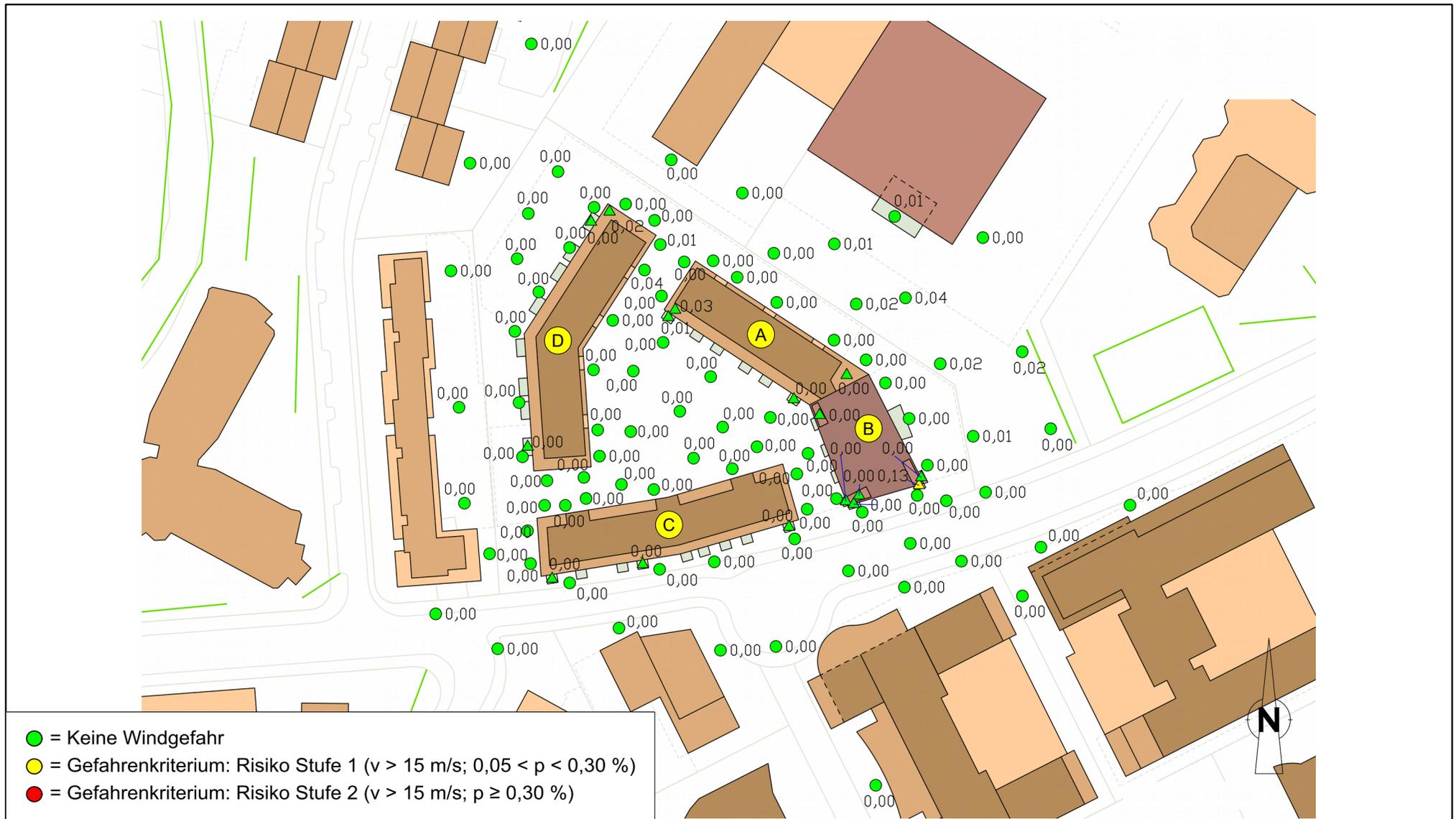


- = Gutes Windklima [A] (Bereichstyp I: <10.0%; typ II: <5.0%; typ III: <2.5%)
- = Mäßiges Windklima [B] (Bereichstyp I: 10.0 - 20.0%; typ II: 5.0 - 10.0%; typ III: 2.5 - 5.0%)
- = Unbefriedigendes Windklima [C] (Bereichstyp I: ≥20.0%; typ II: ≥10.0%; typ III: ≥5.0%)

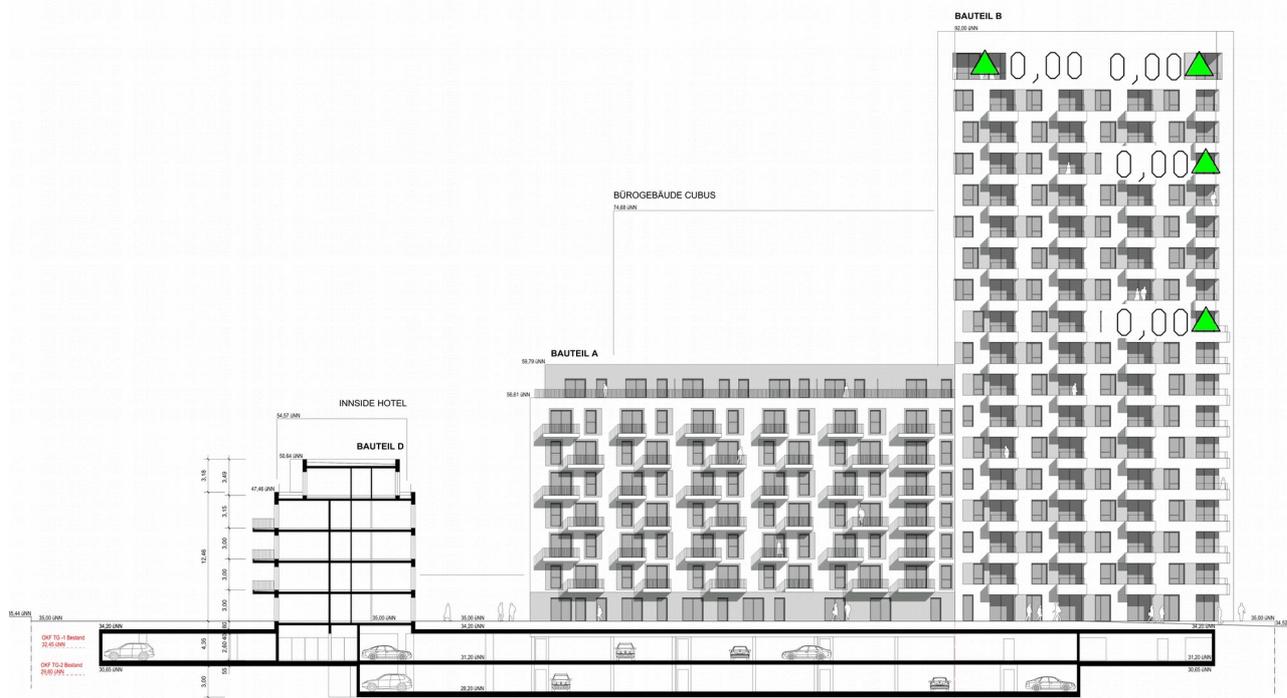
Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 5 m/s pro Jahr  
 und Kennzeichnung von Messpunkten mit Windgefahren (Unterstreichung)  
 Überlagerung mit der Außenanlagenplanung (Stand: 16.02.2017)



- = Gutes Windklima [A] (Bereichstyp I: <10.0%; typ II: <5.0%; typ III: <2.5%)
- = Mäßiges Windklima [B] (Bereichstyp I: 10.0 - 20.0%; typ II: 5.0 - 10.0%; typ III: 2.5 - 5.0%)
- = Unbefriedigendes Windklima [C] (Bereichstyp I: ≥20.0%; typ II: ≥10.0%; typ III: ≥5.0%)



Ergebnis der Windgefahrenmessung für den Planfall in Prozent der Überschreitungsstunden > 15 m/s pro Jahr (Seitenansichten)



- = Keine Windgefahr
- = Gefahrenkriterium: Risiko Stufe 1 ( $v > 15 \text{ m/s}$ ;  $0,05 < p < 0,30 \%$ )
- = Gefahrenkriterium: Risiko Stufe 2 ( $v > 15 \text{ m/s}$ ;  $p \geq 0,30 \%$ )