

SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
AKUSTIK + MEDIEN-TECHNIK
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
UMWELTECHNOLOGIE

PEUTZ
CONSULT

**Bauvorhaben „Upper Nord Tower“ in Düsseldorf-
Derendorf -
Windkanalstudie zu den Auswirkungen der
Planung auf den Windkomfort**

Bericht VC 6055-5 vom 30.10.2015 / Druckdatum: 09.05.2016

Auftraggeber: - Anonymisierte Fassung -

Bericht-Nr.: VC 6055-5

Datum: 30.10.2015 / Druckdatum: 09.05.2016

Niederlassung: Düsseldorf

Ansprechpartner/in: Herr Streuber

**Peutz Consult GmbH
Beratende Ingenieure VBI**

Messstelle nach
§ 26 BImSchG zur
Ermittlung der Emissionen
und Immissionen von
Geräuschen und
Erschütterungen

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:

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

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

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Gerard Perquin
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: DUSSEDDXXX

Niederlassungen:

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

www.peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1 Situation und Aufgabenstellung..... 3

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien..... 4

3 Örtliche Gegebenheiten..... 5

4 Allgemeines zu Windkanaluntersuchungen..... 6

 4.1 Modellierungskriterien..... 6

 4.2 Luftströmungsverhalten / Windprofil..... 7

 4.3 Windkomfortmessungen..... 8

 4.4 Umrechnung der Modellergebnisse auf die Örtlichkeit..... 8

 4.5 Beurteilungskriterien und Einstufungen..... 9

 4.6 Einstufung der Messpunkte für den „Upper Nord Tower“..... 13

 4.7 Winddaten 14

 4.8 Fehlerdiskussion / Genauigkeit..... 15

5 Windkanaluntersuchung 16

 5.1 Windkanalmodell 16

 5.2 Ergebnisse der Windkanalmessungen..... 17

 5.2.1 Nullfall..... 17

 5.2.2 Planfall..... 18

6 Minderungsmaßnahmen..... 20

7 Zusammenfassung..... 21

1 Situation und Aufgabenstellung

Im Rahmen des rechtskräftigen Bebauungsplanes Nr. 5579/061 „Fishman-Tower“ [9] ist die Errichtung eines ca. 120 Meter hohen Hochhauses „Upper Nord Tower“ und eines 5-geschossigen Nebengebäudes festgesetzt. Für das Hochhaus ist eine Büronutzung und für das Nebengebäude eine Hotelnutzung vorgesehen.

Hierzu wurde im Jahre 2010 bereits eine Windkomfortuntersuchung im Windkanal durchgeführt [12]. Aufgrund von Veränderungen an der Kubatur und insbesondere der Planung von auskragenden Balkonen ist eine erneute Windkanalmessung erforderlich geworden.

Da im Einflussbereich des nun geplanten „Upper Nord Towers“ im Rahmen des Bebauungsplanes Nr. 5579/54 – Mercedesstraße [10] weitere Gebäude zeitgleich geplant werden, werden diese Gebäude im Rahmen der vorliegenden Windkomfortuntersuchung als bereits bestehend berücksichtigt.

Aktuell wird geplant, das Hochhaus „Upper Nord Tower“ als Wohnhochhaus zu nutzen. Aufgrund der Nutzungsänderung von einem Bürohochhaus in ein Wohnhochhaus ist eine Änderung des bestehenden Bebauungsplanes erforderlich.

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

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 sind Minderungsmaßnahmen vorzuschlagen.

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 der Jahre 1999-2009	Deutscher Wetterdienst	P 2010
[9]	B-Plan Nr. 5579/061 – Hochhaus Mercedesstraße (Fishman Tower)	Landeshauptstadt Düsseldorf	P 2011
[10]	B-Plan Nr. 5579/54 – Mercedesstraße	Landeshauptstadt Düsseldorf	P 2002
[11]	Ansichten, Grundrisse und Schnitte der geplanten Bebauung	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P Planstand 06.08.2015
[12]	Windkomfortuntersuchung zum B-Plan Nr. 5579/061 – Hochhaus „Fishman-Tower“ an der Mercedesstraße in Düsseldorf	Bericht G 6161-3.2 der Peutz Consult GmbH vom 10.03.2010	Lit. 10.03.2010

Kategorien:

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

3 Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet zum „Upper Nord Tower“ im Geltungsbereich des rechtswirksamen Bebauungsplanes Nr. 5579-061 befindet sich im Düsseldorfer Stadtteil Düsseldorf südwestlich der Mercedesstraße.

Östlich an das Plangebiet angrenzend befindet sich die Niederlassung eines Automobilkonzerns. Im Nordosten wird das Plangebiet durch Büro- und Wohnnutzungen sowie einem Hotel von der Münsterstraße getrennt. Westlich an das Plangebiet angrenzend befindet sich ein mehrgeschossiger Gebäudekomplex, welcher im überwiegenden Bereich als Hotel sowie in seinem nördlichen Teil als Wohngebäude genutzt wird.

Das Plangebiet liegt unmittelbar an der Mercedesstraße südlich des "Mörsenbroicher Ei". Ca. 200 m nordöstlich des Plangebietes verläuft die Grashofstraße (B7/B8).

In ca. 250 Meter Entfernung vom Plangebiet befindet sich das ARAG-Hochhaus mit einer Höhe von ca. 130 Metern.

Da im Einflussbereich des nun geplanten „Upper Nord Towers“ im Rahmen des Bebauungsplanes Nr. 5579/54 – Mercedesstraße [10] weitere Gebäude zeitgleich geplant werden, werden diese Gebäude im Rahmen der vorliegenden Windkomfortuntersuchung als bereits bestehend berücksichtigt.

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 Angaben von Laserscanhöhen bzw. durch in Augenscheinnahme während einer Ortsbesichtigung berücksichtigt.

Anlage 2 zeigt die Bestandssituation als Luftbild und das Windkanalmodell für den Nullfall. In Anlage 3 ist das Windkanalmodell 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 an Bedeutung. Dennoch gilt, je exakter die Gebäudekonturen des Vorhabens und der Umgebung nachgebildet werden, um so 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 hat man 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.

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

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

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 Seite 10).

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. Die Beurteilung erfolgt dabei anhand der Überschreitungshäufigkeit dieser mittleren Windgeschwindigkeit.

Bei Windkomfortuntersuchungen wird 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 ($v > 5\text{m/s}$)		
	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.

Gefahrenkriterium: Bei Überschreitungen der stundengemittelten Windgrenzgeschwindigkeit von 15 m/s (Böenwindgeschwindigkeit 18 bis 23 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.

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

Neben den Komfortkriterien beschreibt die Norm ein Gefahrenkriterium. Für die Beurteilung der Windgefahr wird die Häufigkeit des Auftretens einer Stundenmittelwindgeschwindigkeit von 15 m/s als Beurteilungskriterium herangezogen.

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 $> 15 \text{ m/s}$.

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 den „Upper Nord Tower“

Die Einstufungen der Messpunkte für die Windkomfortuntersuchung zum „Upper Nord Tower“ in Düsseldorf sind in der Anlage 5 dargestellt.

Der überwiegende Teil der Messpunkte wurde als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) eingestuft.

Die Eingangsbereiche zum Tower bzw. Hotel wurden als Bereichstyp II (Bewegungsfläche) eingestuft. Dies sind die Messpunkte 31, 32, 33, 35, 79, 80, 81 und 82.

Ebenso wurden die Messpunkte in den Balkonen (88 bis 92), der Skybar (86 und 87) und dem Innenhofbereich auf dem Dach (85) als Bereichstyp II eingestuft. Die Messpunkte befinden sich auf einer maßstäblichen Höhe von 1,2m, was einer sitzenden Person entspricht. Die Brüstungen der Balkone haben im Modellmaßstab eine Höhe von 1,1m bis 1,4m zunehmend mit der Gebäudehöhe.

4.7 Winddaten

In Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Düsseldorf erfolgt die Ermittlung der Überschreitungshäufigkeiten anhand der Windstatistik der DWD Messstation Düsseldorf-Flughafen der Jahre 1999 bis 2009 [8] um auch die stärkeren Sturmereignisse der letzten Jahre zu berücksichtigen. Die Station liegt in ebenem Gelände am Flughafen von Düsseldorf. Die Messstelle (Anemometerhöhe 10 m) ist unverbaut.

Die Kenngrößen der Windgeschwindigkeiten wurden auf Grundlage kontinuierlicher Windgeschwindigkeitsmessungen an der Station Düsseldorf-Flughafen des DWD 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 an 0,034% der Jahresstunden auf. Als Spitzenwindgeschwindigkeit treten sehr selten 20 m/s auf.

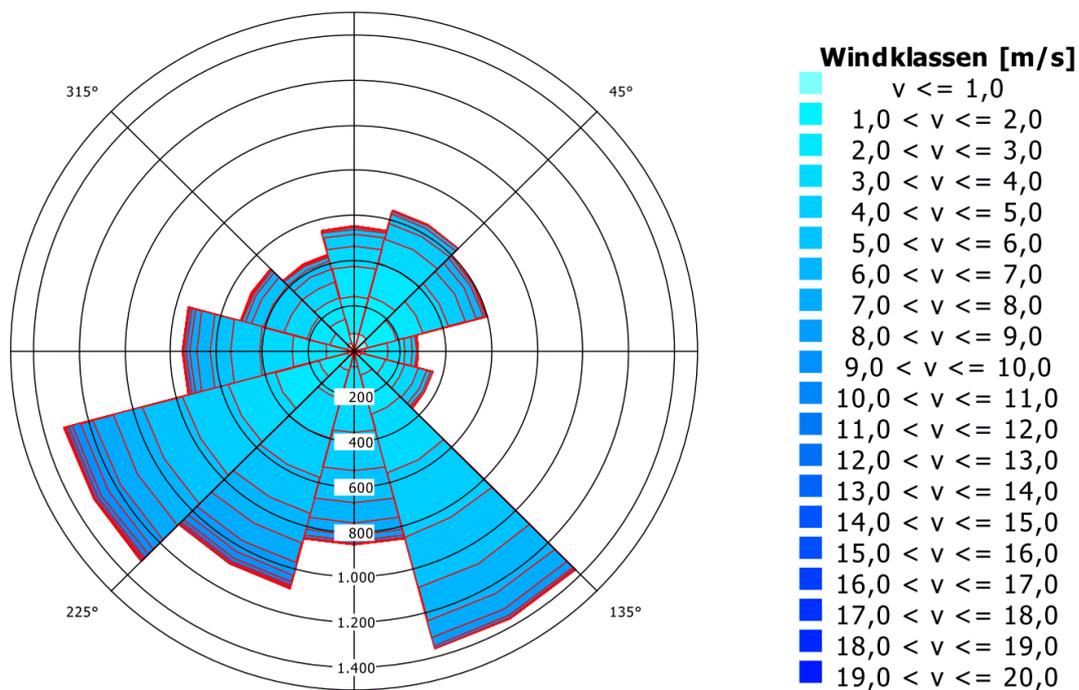


Bild 4.1: Windstatistik der DWD Messstation Düsseldorf-Flughafen der Jahre 1999 bis 2009

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 (10 Jahre) 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 „Upper Nord Tower“ wurde ein maßstabgerechtes Holzmodell im Maßstab 1:250 unter Einbeziehung der relevanten Umgebungsbebauung in einem Radius von ca. 300 m um das Plangebiet herum erstellt. Im Luftbild und Modellfoto der heutigen Situation in Anlage 2 und in der Modelldarstellung für die zukünftige Situation in Anlage 3 sind die örtlichen Gegebenheiten verdeutlicht.

Für die Windkomfortuntersuchung wurden bis zu 92 Messsonden zur Windgeschwindigkeitsmessung installiert (NTC-Sonden). Die Messpunkte auf Bodenniveau liegen in einer Höhe von ca. 1,75 m (Modellmaßstab) über der jeweiligen Fläche.

Die Messpunkte 85 bis 87 befinden sich im Bereich der Skybar und eines Innenhofbereiches auf dem Dach.

Die Messpunkte 88 bis 92 befinden sich an Balkonen an der Fassade des geplanten Hochhauses. Diese Messpunkte befinden sich auf einer maßstäblichen Höhe von 1,2m, was einer sitzenden Person entspricht. Die Brüstungen der Balkone haben im Modellmaßstab eine Höhe von 1,1m bis 1,4m zunehmend mit der Gebäudehöhe.

In der Anlage 5 sind die Messpunkte gekennzeichnet. Nach welchen Beurteilungskriterien die Messwerte an den einzelnen Messpunkten bewertet wurden, ist hier ebenfalls dargestellt. Die Messpunkte an Eingangsbereichen zum Hochhaus und Hotel wurden hierbei mit dem Bereichstyp II (Bewegungsfläche) eingestuft. Die übrigen Messpunkte werden als Bereichstyp I (Verkehrsfläche) beurteilt.

Die Ermittlung der Überschreitungsstunden pro Jahr wurde als Summierung der Messergebnisse für die bis zu 150 Messpunkte getrennt unter Berücksichtigung von jeweils 12 Windrichtungen (0° - 360° in 30°-Schritten) durchgeführt.

5.2 Ergebnisse der Windkanalmessungen

5.2.1 Nullfall

Gemäß dem rechtswirksamen Bebauungsplan Nr. 5579/061 Hochhaus Mercedesstraße (Fishman Tower) [9] besteht bereits seit 2011 Planrecht zur Errichtung eines 120 Meter hohen Hochhauses mit Nebengebäude. Um die Auswirkungen des Baus eines solchen Gebäudekomplexes besser darstellen zu können, erfolgt nachfolgend jedoch noch die Darstellung der heutigen Situation ohne die geplanten Gebäude als Nullfall.

Die Ergebnisse der Windgeschwindigkeitsmessungen im Windkanal für die Situation Nullfall sind unter Berücksichtigung der Windstatistik von 1999 bis 2009 in den Anlagen 7.1 und 7.2 dargestellt.

Für den Nullfall repräsentieren alle Messpunkte den Bereichstyp I (Verkehrsflächen).

An allen Messpunkten liegt mit einem maximalen Wert der Überschreitungshäufigkeit des Komfortkriteriums von 5 m/s im Stundenmittel mit bis zu 8,6% im Einflussbereich des ARAG-Hochhauses ein guter Windkomfort für Verkehrsflächen vor.

Innerhalb des Plangebietes werden maximal Werte von 2,9% erreicht.

Somit liegt an allen Messpunkten im Untersuchungsgebiet für den Nullfall, ohne Hochhaus, ein durchgehend guter Windkomfort für den Bereichstyp I (Verkehrsflächen) vor.

An keinem Messpunkt im Untersuchungsgebiet liegen für den Nullfall Hinweise auf Windgefahren (Stundenmittelwindgeschwindigkeiten ab 15 m/s) vor.

5.2.2 Planfall

Die Ergebnisse der Windgeschwindigkeitsmessungen im Windkanal für die neu geplante Situation unter Berücksichtigung der Windstatistik von 1999 bis 2009 sind in den Anlagen 8.1 und 8.2 dargestellt.

Durch die Errichtung des Hochhauses kommt es an fast allen Messpunkten im Untersuchungsgebiet zu Erhöhungen der Überschreitungshäufigkeiten des Komfortkriteriums von 5 m/s im Stundenmittel.

Außerhalb des Plangebietes liegt hierbei mit Überschreitungshäufigkeiten von bis zu 21,5% im Verlauf der Mercedesstraße nur noch ein unbefriedigender Windkomfort für den Bereichstyp I (Verkehrsflächen) vor.

Mit Überschreitungshäufigkeiten von bis zu 29,4% liegt im direkten Umfeld des Hochhauses ebenfalls nur ein unbefriedigender Windkomfort für den Bereichstyp I vor. Hiervon sind insbesondere die Bereiche um die „Stirnflächen“ des Hochhauses betroffen. An den Seiten liegt in Teilbereichen auch ein guter Windkomfort für den Bereichstyp I vor.

Mit Ausnahme des Messpunktes 35 liegt für die als Bereichstyp II (Bewegungsflächen) eingestuft Messpunkte ein guter Windkomfort vor. Somit sind die Eingangsbereiche zum Hochhaus und Hotelgebäude ausreichend geschützt. Der Messpunkt 35 weist mit 16,4% einen unbefriedigenden Windkomfort für den Bereichstyp II auf, liegt aber ausreichend weit weg von einem Eingangsbereich, sodass für die Eingangsbereiche insgesamt von einem guten Windkomfort ausgegangen werden kann.

Im Bereich des Messpunktes 35 sind jedoch Außensitzmöglichkeiten eines geplanten Coffeeshops vorgesehen (siehe Anlage 8.3). Da hier bereits für Verkehrsflächen ein unbefriedigender Windkomfort vorliegt, sollte von einer Nutzung dieses Bereichs als Außen-gastronomiebereich ohne Minderungsmaßnahmen abgesehen werden.

An den Messpunkten 36 und 30 an der nordöstlichen Stirnseite sowie am Messpunkt 45 im Bereich der südwestlichen Stirnseite liegen Windgefahren der Risikostufe 1 mit Messwerten zwischen 0,10% bis 0,12% der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 15 m/s vor.

Bereiche mit einer Überschreitungshäufigkeit größer 0,05 bis 0,30 %, entsprechend einer Windgefahr der Stufe 1, sind für den Bereichstyp I (Verkehrsflächen) noch akzeptabel. Da die Messpunkte nur Verkehrsflächen liegen und sich die Messwerte im unteren Wertebereich bewegen, kann auf bauliche Minderungsmaßnahmen in Bezug auf Windgefährdung verzichtet werden. Es sollte ggfs. auf dem Bürgersteig entlang der Mercedesstraße ein Hinweis auf mögliche starke Böen im Bereich des Hochhauses eingerichtet werden.

Es ist geplant, auf der Südfassade und den Stirnflächen des „Upper Nord Towers“ auskragende Balkone zu errichten. Da aufgrund der hierdurch erhöhten Rauigkeit der Fassade und der versetzt gegeneinander ausgeführten Anordnung Fallwinde abgebremst werden, ist durch von oben in die Balkonbereiche einfließenden Wind nur eine geringe Belästigungswirkung zu erwarten.

Der Wind wird sich eher horizontal um das Gebäude bewegen. Die Messpunkte in den Balkonen (88 bis 92) entsprechen einer sitzenden Person. In dieser Konstellation liegt im unteren Drittel des Hochhauses auf den Balkonen ein mäßiger bis unbefriedigender Windkomfort vor. Mit zunehmender Etagenhöhe ab ca. der Mitte des Hochhauses verbessert sich der Windkomfort bis hin zum guten Windkomfort, da im Modell die Höhe der Brüstung bis auf 1,4m ansteigt und somit dann über dem Kopf der sitzenden Person liegt. Für auf den Balkonen stehen Personen ist von einem mäßigen bis unbefriedigenden Windkomfort auszugehen, ungefähr entsprechend den Messergebnissen der Balkone im unteren Drittel des Hochhauses.

Im Bereich der Skybar und eines Innenhofes auf der obersten Etage des Hochhauses liegt ein guter Windkomfort vor, da dieser Bereiche durch die Planung windgeschützt ausgeführt werden.

Windgefahren liegen im Bereich der Balkone, der Skybar und des Innenhofes auf der obersten Etage mit Werten von maximal 0,04% der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 15 m/s nicht vor.

6 Minderungsmaßnahmen

Insbesondere im näheren Umfeld der südlichen und nördlichen Stirnseiten des „Upper Nord Towers“ liegt im Planfall nur mäßiger bis unbefriedigender Windkomfort vor. Ebenso liegen im Bereich der „Stirnflächen“ Bereiche mit Windgefahren der Risikostufe 1 vor.

Dies entspricht den Ergebnissen der Windkanaluntersuchungen zum Bebauungsplan Nr. 5579/061 „Fishman-Tower“ [12]. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden bereits Minderungsmaßnahmen angedacht und überprüft.

Eine mögliche Minderungsmaßnahme war das Anbringen von Vordächern an den Stirnseiten des Hochhauses. Diese führen zum einen nur zu einer relativ geringen Verbesserung des Windkomforts und zum anderen ragten die Vordächer in den öffentlichen Straßenraum hinein. Von daher war und ist diese Maßnahme hier nicht sinnvoll.

Alternativ hierzu sollten Flächen mit mäßigem bzw. unbefriedigendem Windkomfort daher soweit wie möglich als nicht begehbar ausgebildet werden. Ebenso ist eine Abschirmung durch höhere, dichte Bepflanzungen und/oder halbdurchlässige Windschutzwände denkbar. Hierfür sollte eine Höhe von 2,5 bis 3 Metern erreicht werden.

Eine Anordnung solcher Maßnahmen sollte im Bereich der nordöstlichen Stirnfläche des Hochhauses entlang der Mercedesstraße sowie entlang der südöstlichen Grundstücksgrenze erfolgen.

Grundsätzlich stellt sich die Realisierung von Windschutzmaßnahme aufgrund der geringen Plangebietsgröße als schwierig dar.

In Bezug auf die geplanten Balkone sollte, um einen guten Windkomfort zumindest für sitzende Personen zu erreichen, wird für alle Balkone eine Mindestbrüstungshöhe von 1,4m empfohlen.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen des rechtskräftigen Bebauungsplanes Nr. 5579/061 „Fishman-Tower“ [9] ist die Errichtung eines ca. 120 Meter hohen Hochhauses „Upper Nord Tower“ und eines 5-geschossigen Nebengebäudes festgesetzt. Für das Hochhaus ist eine Büronutzung und für das Nebengebäude eine Hotelnutzung vorgesehen.

Aktuell wird geplant, das Hochhaus „Upper Nord Tower“ als Wohnhochhaus zu nutzen. Aufgrund der Nutzungsänderung von einem Bürohochhaus in ein Wohnhochhaus ist eine Änderung des bestehenden Bebauungsplanes erforderlich.

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

Gemäß dem rechtswirksamen Bebauungsplan Nr. 5579/061 Hochhaus Mercedesstraße (Fishman Tower) [9] besteht bereits seit 2011 Planrecht zur Errichtung eines 120 Meter hohen Hochhauses mit Nebengebäude. Um die Auswirkungen des Baus eines solchen Gebäudekomplexes besser darstellen zu können, erfolgt nachfolgend jedoch noch die Darstellung der heutigen Situation ohne die geplanten Gebäude als Nullfall.

An allen Messpunkten liegt mit einem maximalen Wert der Überschreitungshäufigkeit des Komfortkriteriums von 5 m/s im Stundenmittel mit bis zu 8,6% im Einflussbereich des ARAG-Hochhauses ein guter Windkomfort für Verkehrsflächen vor. Innerhalb des Plangebietes werden maximal Werte von 2,9% erreicht. Somit liegt an allen Messpunkten im Untersuchungsgebiet für den Nullfall, ohne Hochhaus, ein durchgehend guter Windkomfort für den Bereichstyp I (Verkehrsflächen) vor.

An keinem Messpunkt im Untersuchungsgebiet liegen für den Nullfall Hinweise auf Windgefahren (Stundenmittelwindgeschwindigkeiten ab 15 m/s) vor.

Durch die Errichtung des Hochhauses kommt es im Planfall an fast allen Messpunkten im Untersuchungsgebiet zu Erhöhungen der Überschreitungshäufigkeiten des Komfortkriteriums von 5 m/s im Stundenmittel.

Außerhalb des Plangebietes liegt hierbei mit Überschreitungshäufigkeiten von bis zu 21,5% im Verlauf der Mercedesstraße nur noch ein unbefriedigender Windkomfort für den Bereichstyp I (Verkehrsflächen) vor. Mit Überschreitungshäufigkeiten von bis zu 29,4% liegt im direkten Umfeld des Hochhauses ebenfalls nur ein unbefriedigender Windkomfort für den Bereichstyp I vor. Hiervon sind insbesondere die Bereiche um die „Stirnflächen“ des Hoch-

hauses betroffen. An den Seiten liegt in Teilbereichen auch ein guter Windkomfort für den Bereichstyp I vor.

Mit Ausnahme des Messpunktes 35 liegt für die als Bereichstyp II (Bewegungsflächen) eingestuften Messpunkte ein guter Windkomfort vor. Somit sind die Eingangsbereiche zum Hochhaus und Hotelgebäude ausreichend geschützt. Der Messpunkt 35 weist mit 16,4% einen unbefriedigenden Windkomfort für den Bereichstyp II auf, liegt aber ausreichend weit weg von einem Eingangsbereich, sodass für die Eingangsbereiche insgesamt von einem guten Windkomfort ausgegangen werden kann.

Im Bereich eines Messpunktes sind jedoch Außensitzmöglichkeiten eines geplanten Coffeeshops vorgesehen. Da hier bereits für Verkehrsflächen ein unbefriedigender Windkomfort vorliegt, sollte von einer Nutzung dieses Bereichs als Außengastronomiebereich ohne Minderungsmaßnahmen abgesehen werden.

An einzelnen Messpunkten an der nordöstlichen Stirnseite sowie im Bereich der südwestlichen Stirnseite liegen Windgefahren der Risikostufe 1 mit Messwerten zwischen 0,10% bis 0,12% der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 15 m/s vor. Bereiche mit einer Überschreitungshäufigkeit größer 0,05 bis 0,30 %, entsprechend einer Windgefahr der Stufe 1, sind für den Bereichstyp I (Verkehrsflächen) noch akzeptabel.

Es ist geplant, auf der Südfassade und den Stirnflächen des „Upper Nord Towers“ auskragende Balkone zu errichten. Da aufgrund der hierdurch erhöhten Rauigkeit der Fassade und der versetzt gegeneinander ausgeführten Anordnung Fallwinde abgebremst werden, ist durch von oben in die Balkonbereiche einfließenden Wind nur eine geringe Belästigungswirkung zu erwarten.

Der Wind wird sich eher horizontal um das Gebäude bewegen. Die Messpunkte in den Balkonen entsprechen einer sitzenden Person. In dieser Konstellation liegt im unteren Drittel des Hochhauses auf den Balkonen ein mäßiger bis unbefriedigender Windkomfort vor. Mit zunehmender Etagenhöhe ab ca. der Mitte des Hochhauses verbessert sich der Windkomfort bis hin zum guten Windkomfort, da im Modell die Höhe der Brüstung bis auf 1,4m ansteigt und somit dann über dem Kopf der sitzenden Person liegt. Für auf den Balkonen stehen Personen ist von einem mäßigen bis unbefriedigenden Windkomfort auszugehen, ungefähr entsprechend den Messergebnissen der Balkone im unteren Drittel des Hochhauses.

Im Bereich der Skybar und eines Innenhofes auf der obersten Etage des Hochhauses liegt ein guter Windkomfort vor, da dieser Bereiche durch die Planung windgeschützt ausgeführt werden.

Windgefahren liegen im Bereich der Balkone, der Skybar und des Innenhofes auf der obersten Etage mit Werten von maximal 0,04% der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 15 m/s vor nicht vor.

Grundsätzlich stellt sich die Realisierung von Windschutzmaßnahme aufgrund der geringen Plangebietsgröße als schwierig dar.

Flächen mit mäßigem bzw. unbefriedigendem Windkomfort sollten soweit wie möglich als nicht begehbar ausgebildet werden. Ebenso ist eine Abschirmung durch höhere, dichte Bepflanzungen und/oder halbdurchlässige Windschutzwände denkbar. Hierfür sollte eine Höhe von 2,5 bis 3 Metern erreicht werden. Eine Anordnung solcher Maßnahmen sollte im Bereich der nordöstlichen Stirnfläche des Hochhauses entlang der Mercedesstraße sowie entlang der südöstlichen Grundstücksgrenze erfolgen.

In Bezug auf die geplanten Balkone sollte, um einen guten Windkomfort zumindest für sitzende Personen zu erreichen, wird für alle Balkone eine Mindestbrüstungshöhe von 1,4m empfohlen.

Dieser Bericht besteht aus 23 Seiten und 8 Anlagen.

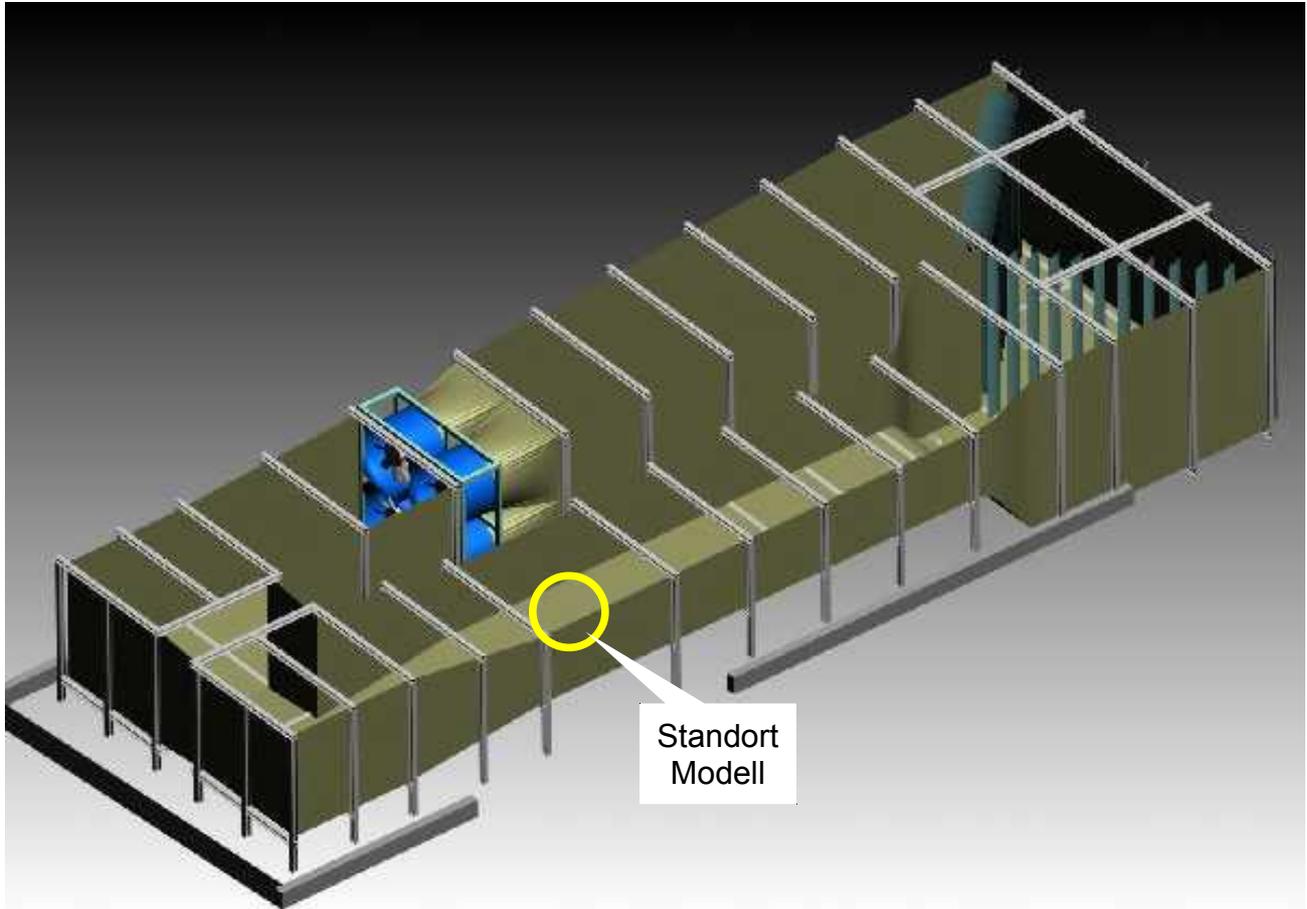
Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram

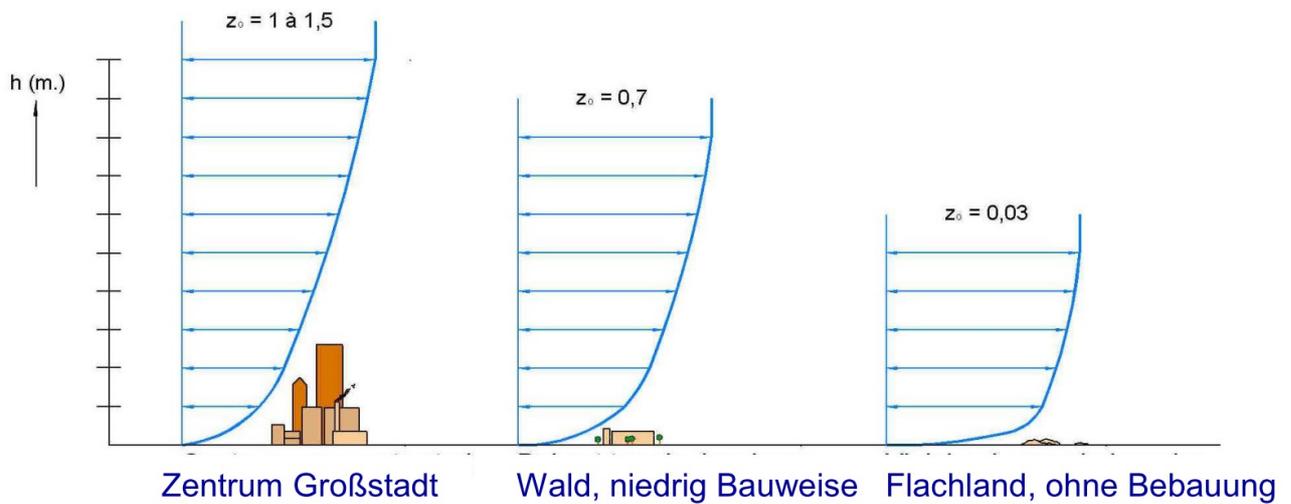
i.A. Dipl.-Ing. Oliver Streuber

Anlagenverzeichnis

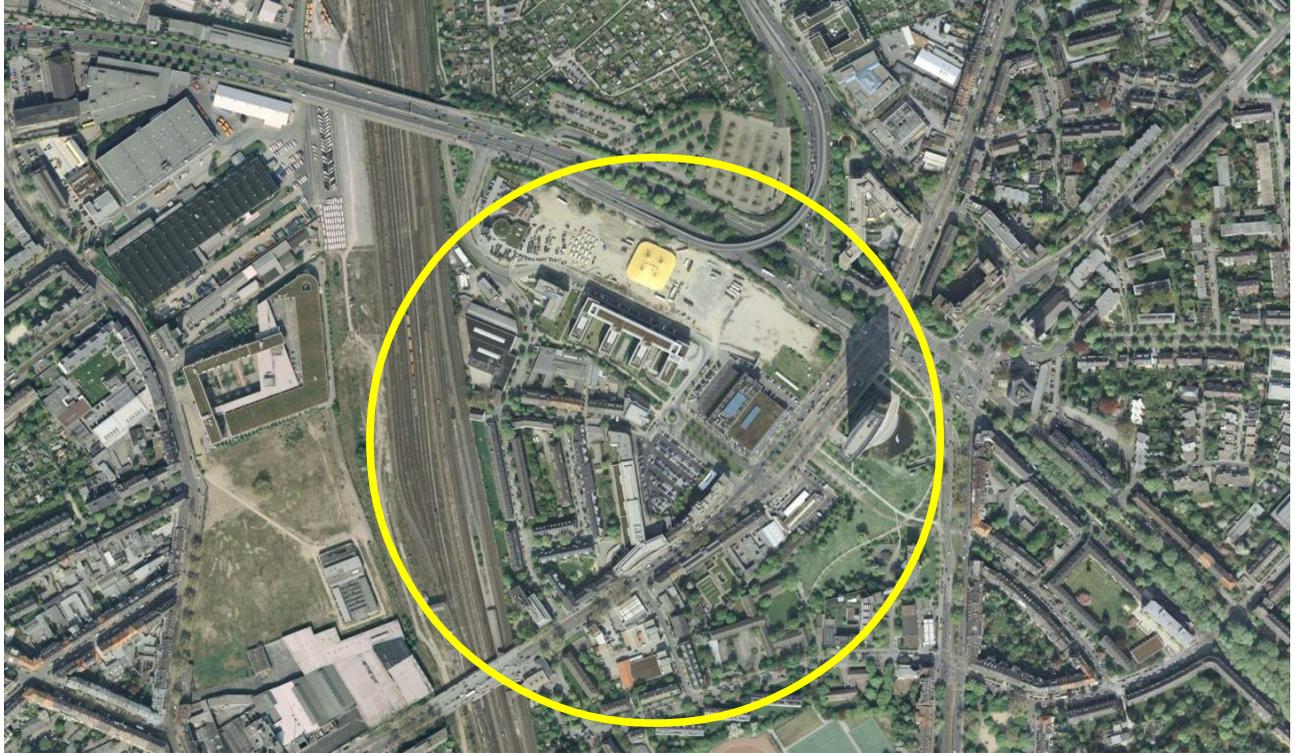
- Anlage 1 Schematische Darstellung des Peutz-Grenzschichtwindkanals und der Windprofile für verschiedene Bebauungshöhen
- Anlage 2 Luftbild und Windkanalmodell des Nullfalls
- Anlage 3 Windkanalmodell Planfall
- Anlage 4 Übersicht über das geplante Bauvorhaben
- Anlage 5 Lage und Bereichstypen der Windkomfortmesspunkte im Windkanalmodell für den Planfall
- Anlage 6 Erläuterungen zur Interpretation der folgenden Anlagensätze zum Windkomfort
- Anlage 7.1 Ergebnis der Windkomfortmessung für den Nullfall mit der Windstatistik für Düsseldorf der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr
- Anlage 7.2 Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für den Nullfall mit der Windstatistik für Düsseldorf der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr
- Anlage 8.1 Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall mit der Windstatistik für Düsseldorf der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr
- Anlage 8.2 Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für den Planfall mit der Windstatistik für Düsseldorf der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr
- Anlage 8.3 Ausschnitt aus dem Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall und Überlagerung mit dem Planstand 06.08.15
- Anlage 8.4 Ausschnitt aus dem Ergebnis der Windgefahrmessung für den Planfall und Überlagerung mit dem Planstand 06.08.15



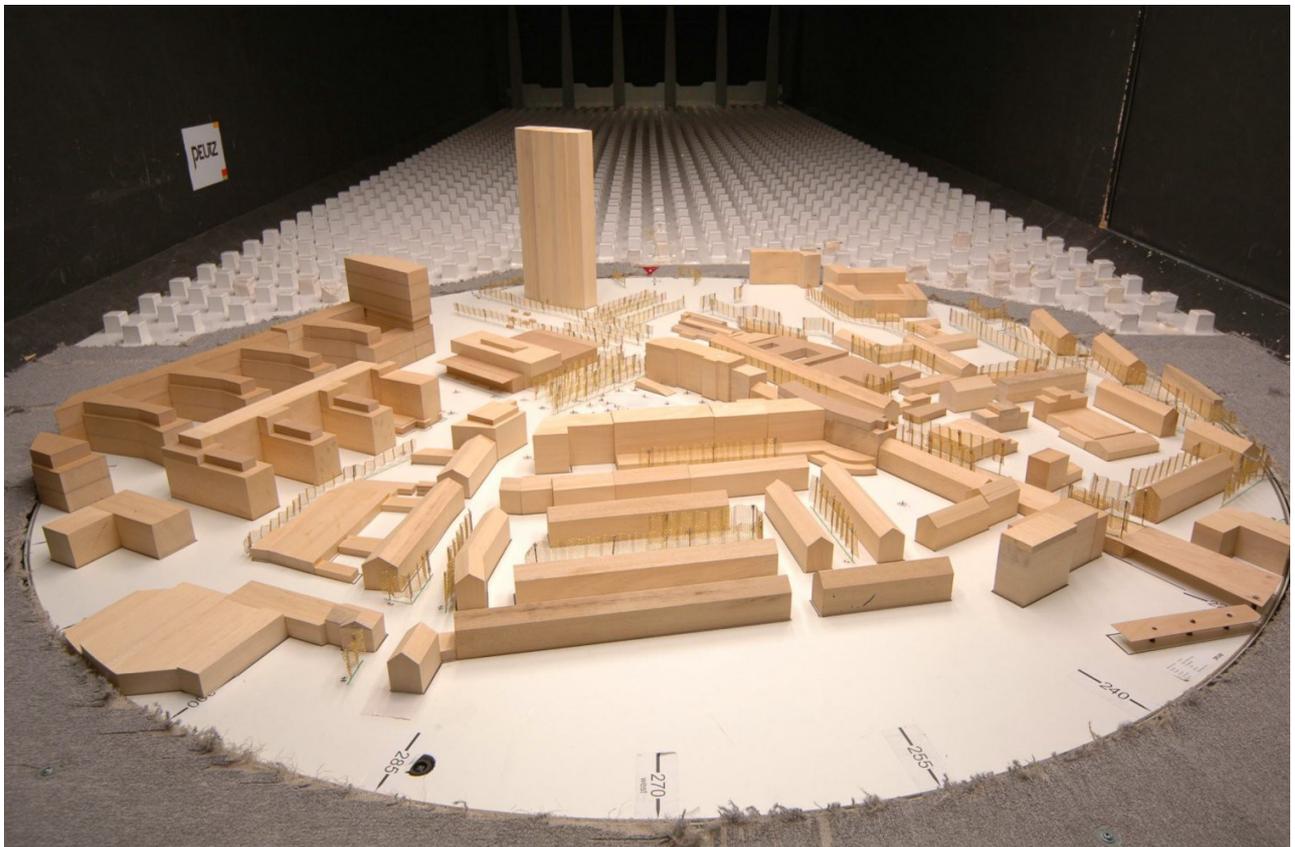
Peutz-Windkanal

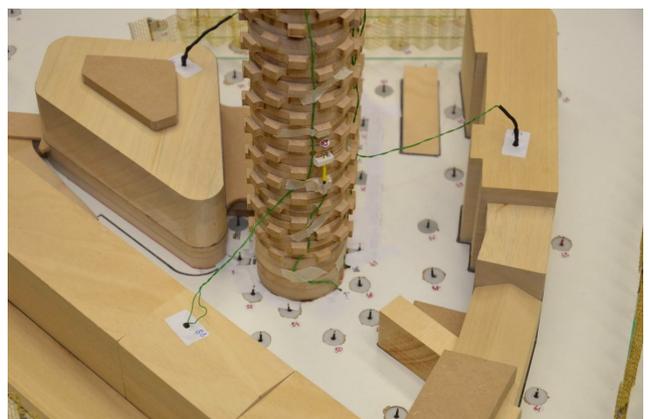


Windprofile im Windkanal

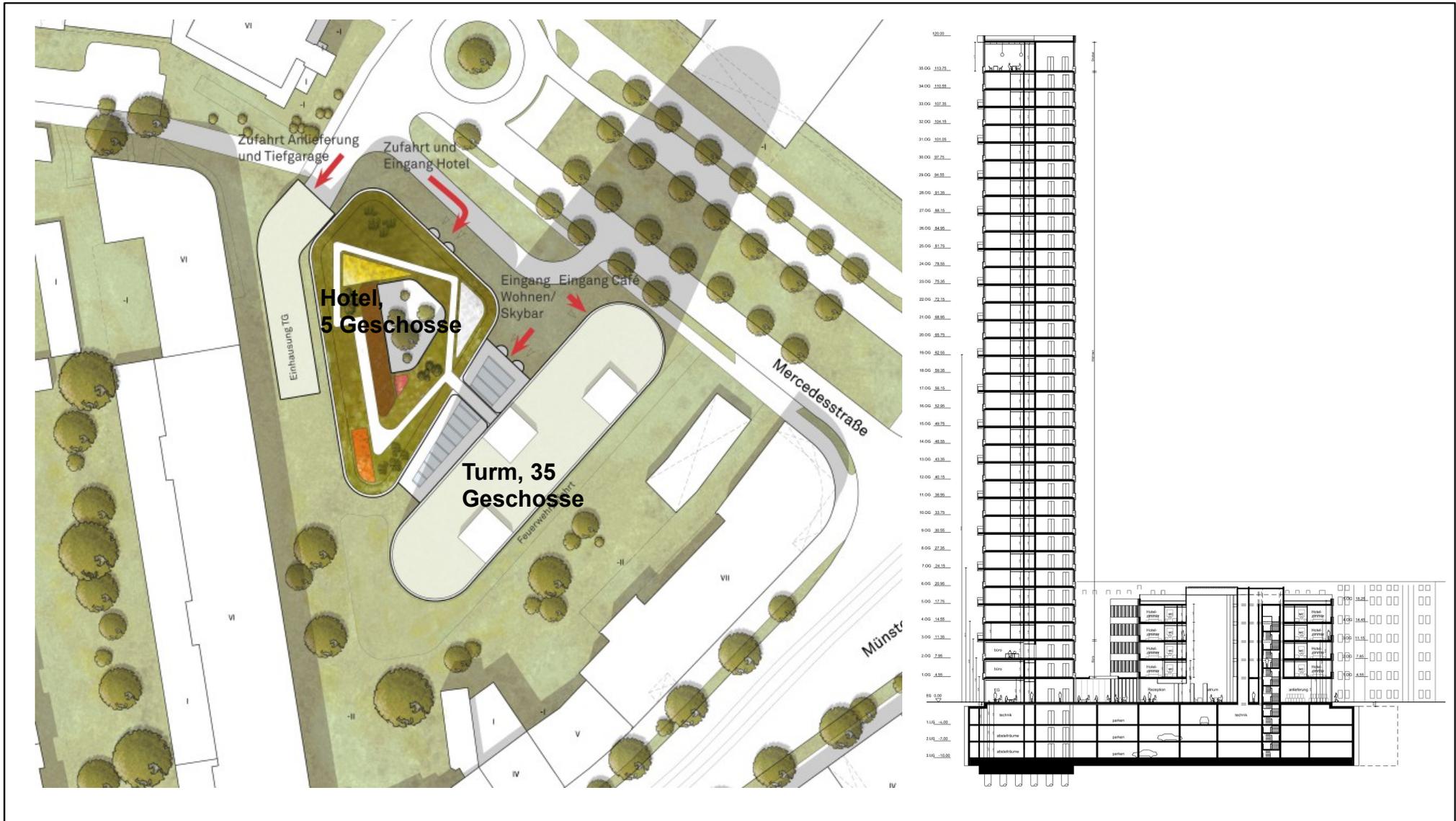


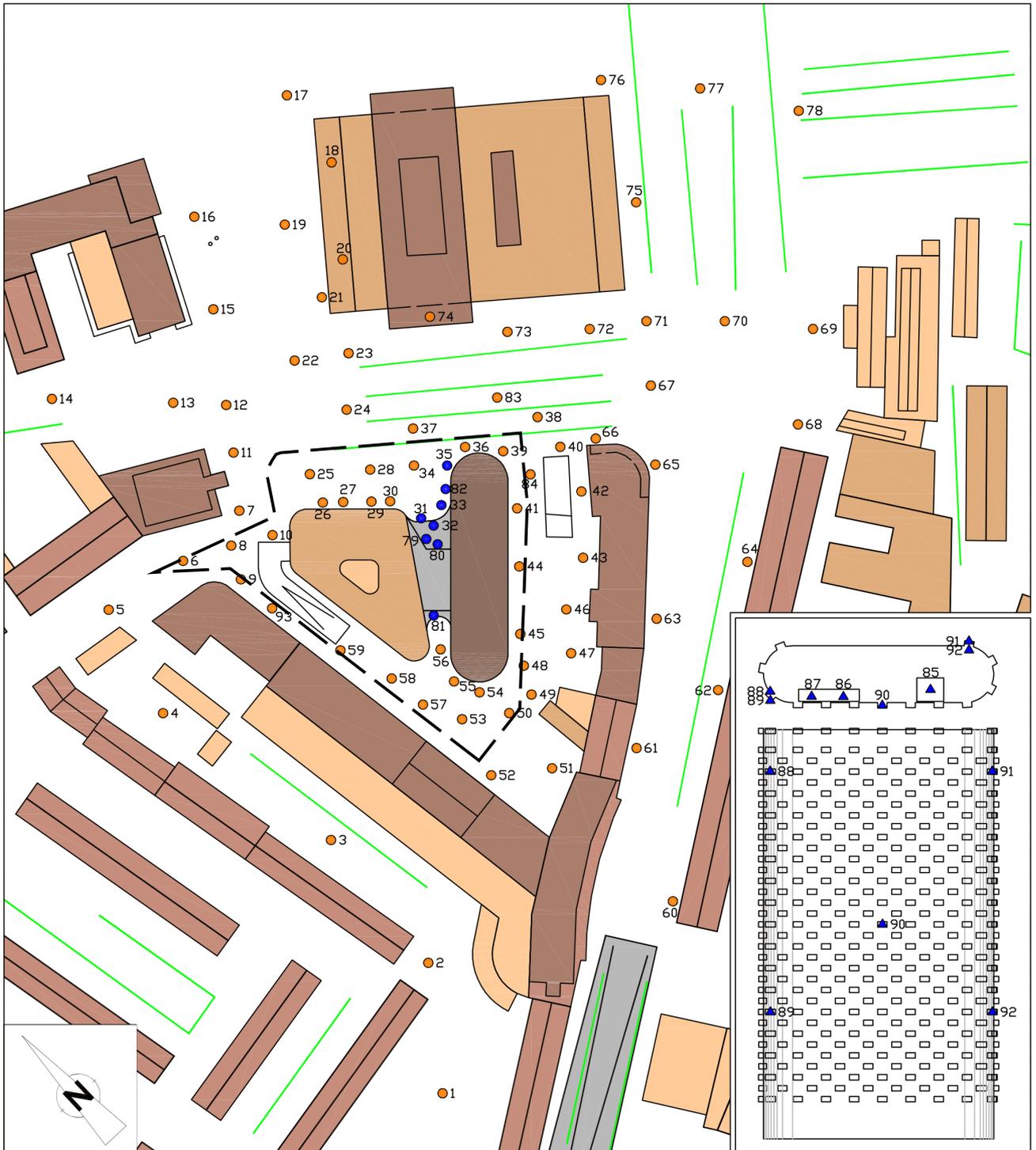
Luftbild: Google Earth Pro





Übersicht über das geplante Bauvorhaben





- = Messpunkt Bereichstyp I (Verkehrsfläche, durchlaufen)
- = Messpunkt Bereichstyp II (Bewegungsfläche, schlendern)
- △ = Messpunkt höher
- = Bäume

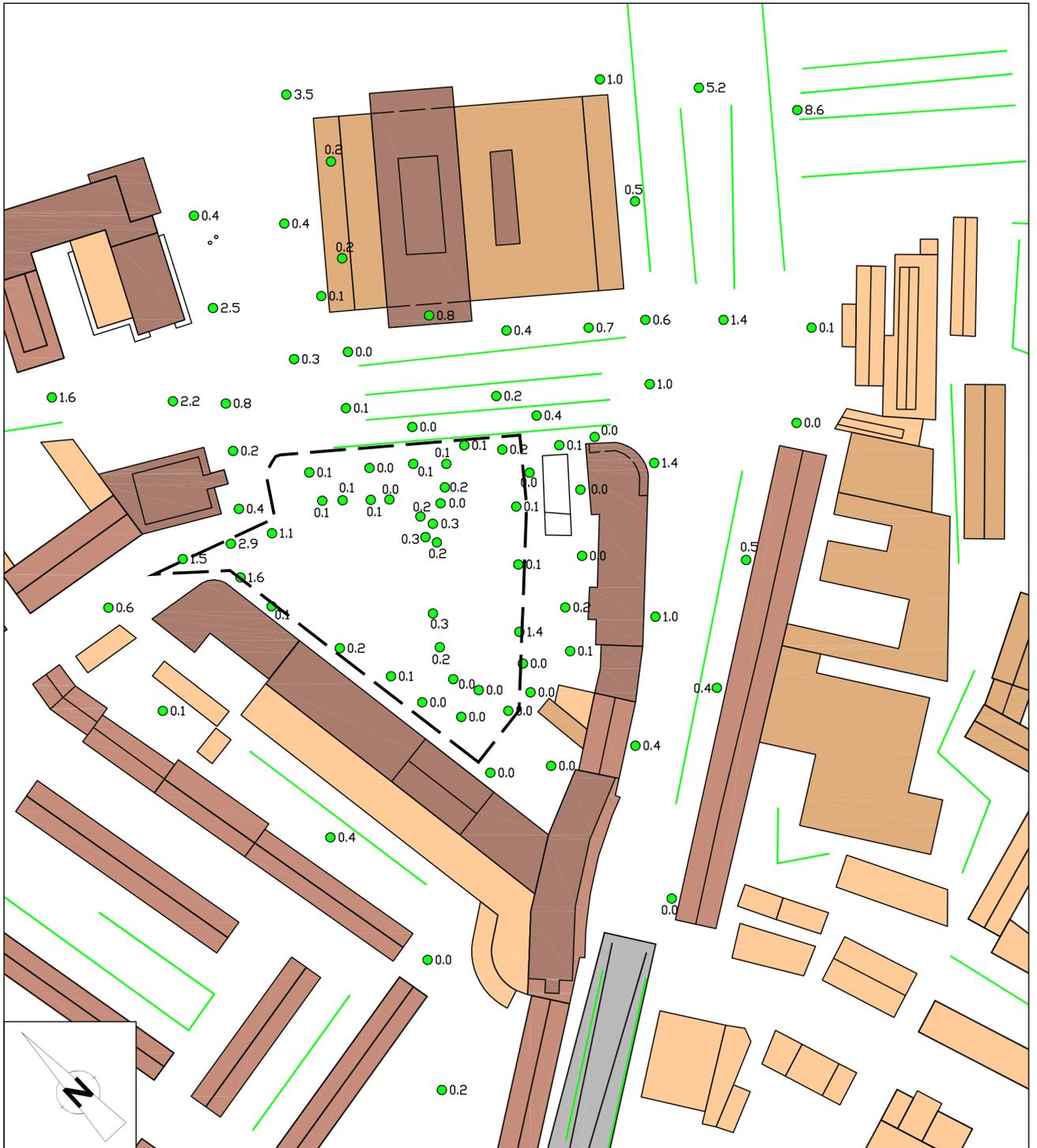
Upper North Tower, Düsseldorf
Messpunktnumerierung und Bereichstypen
für die geplante Bausituation

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%)

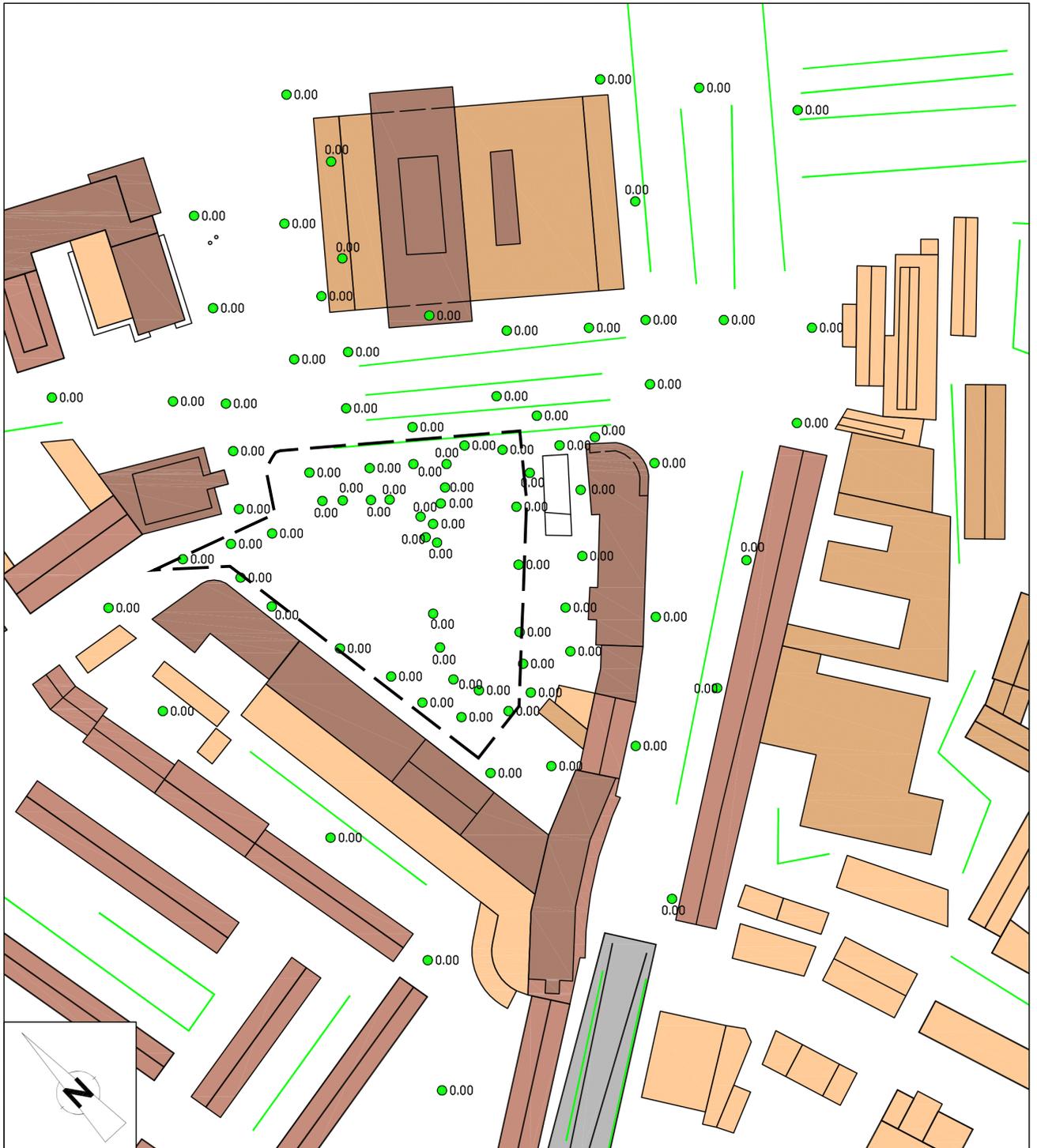
Prozent der Jahresstunden mit Windgeschwindigkeiten > 5m/s	Bereichstyp / Aktivität		
	I – Durchlaufen	II – Schlendern	III – Verweilen
< 2,5%	Gut	Gut	Gut
2,5 – 5%	Gut	Gut	Mäßig
5 – 10%	Gut	Mäßig	Unbefriedigend
10 – 20%	Mäßig	Unbefriedigend	Unbefriedigend
> 20%	Unbefriedigend	Unbefriedigend	Unbefriedigend



- = 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%)

Upper North Tower, Düsseldorf
Ergebnisse der Windkomfortmessung für die aktuelle Bausituation

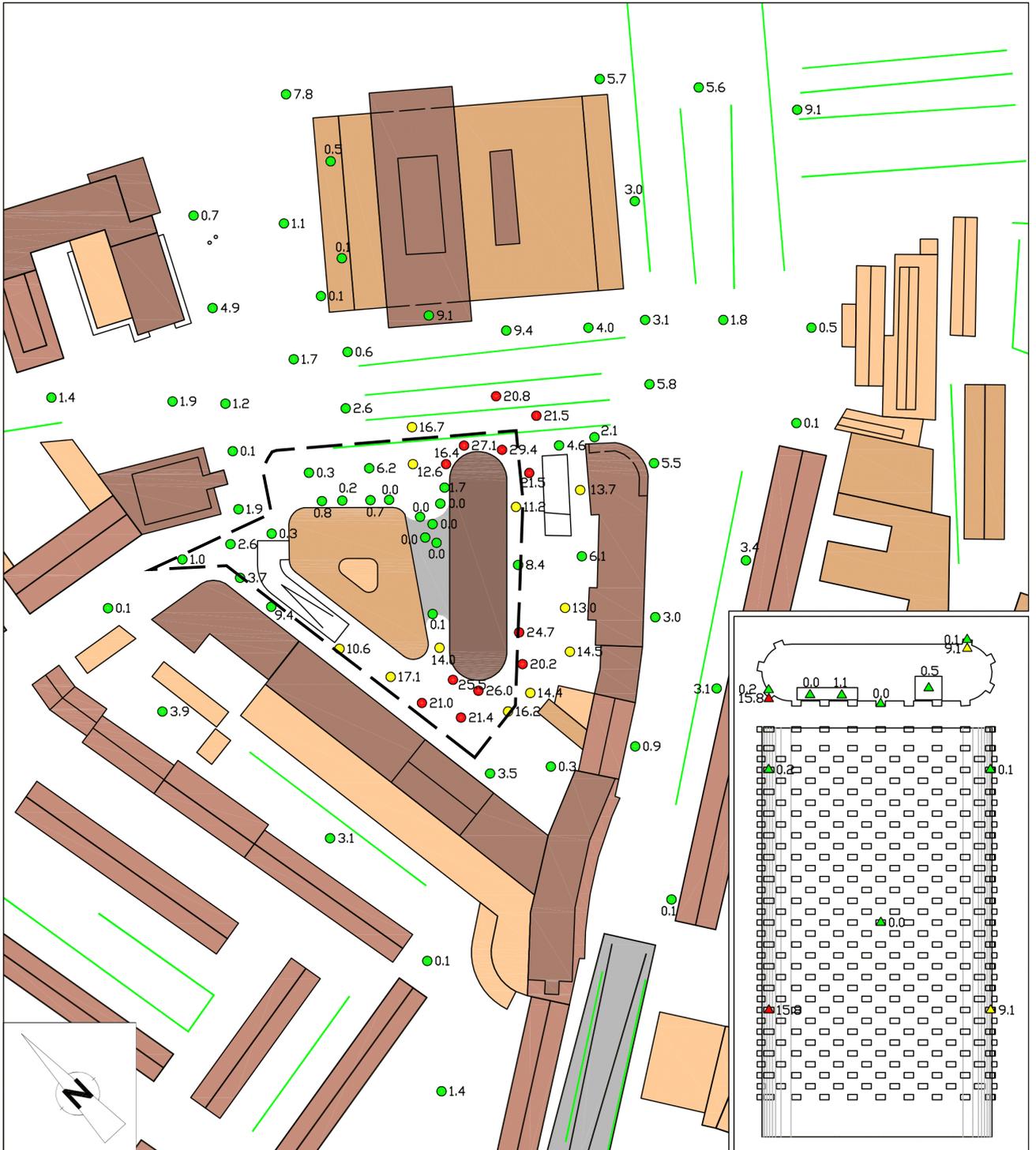
Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für den Nullfall mit der Windstatistik für Düsseldorf der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr



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

Upper North Tower, Düsseldorf
Ergebnisse der Messungen zur Windgefahr für die aktuelle Bausituation

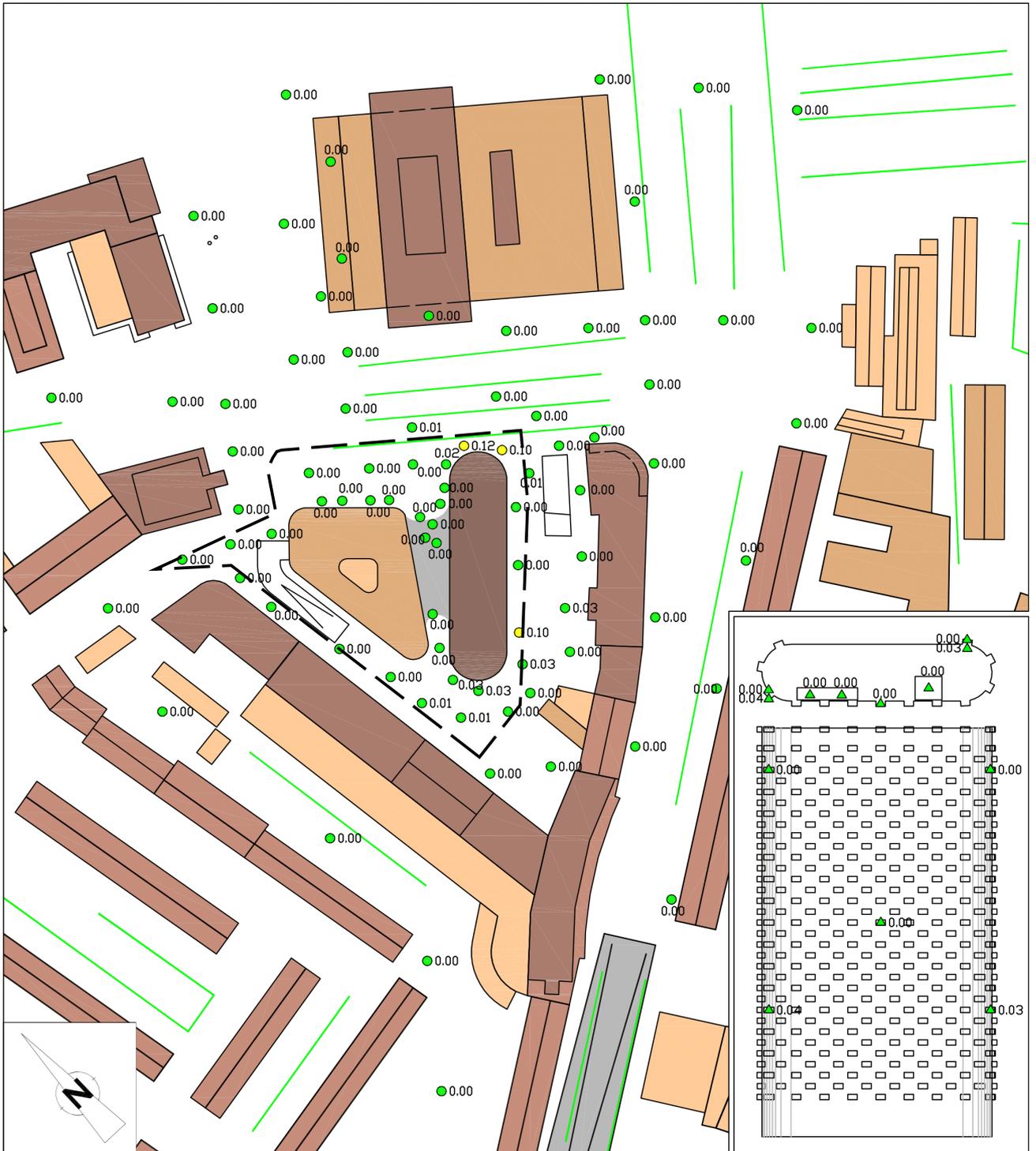
Ergebnis der Windkomfortmessung für den Planfall mit der Windstatistik für Düsseldorf der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr



Upper North Tower, Düsseldorf
Ergebnisse der Windkomfortmessung für die geplante Bausituation

- = 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 Messungen zur Windgefahr für den Planfall mit der Windstatistik für Düsseldorf der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr



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

Upper North Tower, Düsseldorf
Ergebnisse der Messungen zur Windgefahr für die geplante Bausituation

