

SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
AKUSTIK + MEDIEN-TECHNIK
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
UMWELTECHNOLOGIE

PEUTZ
CONSULT

Gutachten zum Windkomfort / zur Windgefahr für das Hochhaus im Bebauungsplangebiet "Am Heerdter Krankenhaus" in Düsseldorf

Bericht FB 6713-1 vom 23.04.2013

Bericht-Nr.: FB 6713-1
Datum: 23.04.2013
Niederlassung: Dortmund
Ref.: HK / OS

Peutz Consult GmbH Beratende Ingenieure VBI

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

VMPA Güteprüfstelle
für den Schallschutz
im Hochbau

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel
Dipl.-Ing. Heiko Kremer
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 535
44379 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Knesebeckstraße 3
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.....	5
4.1	Modellierungskriterien.....	5
4.2	Luftströmungsverhalten / Windprofil.....	6
4.3	Windkomfortmessungen.....	7
4.4	Umrechnung der Modellergebnisse auf die Örtlichkeit.....	7
4.5	Beurteilungskriterien und Einstufungen.....	8
4.6	Winddaten	12
5	Windkomfortuntersuchung „Am Heerdter Krankenhaus“	13
5.1	Windkanalmodell.....	13
5.2	Ergebnisse der Windkomfortmessungen.....	14
5.2.1	Situation Planung mit und ohne Übergang	14
5.2.1.1	Windkomfort.....	14
5.2.1.2	Windgefahren.....	16
5.2.2	Situation Planung ohne Hochhaus	17
6	Zusammenfassung.....	18

1 Situation und Aufgabenstellung

In Düsseldorf - Heerdthaus soll mit Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 5077 / 56 „Am Heerdthaus Krankenhaus“ die Errichtung von Mischgebiets- und Wohngebietsflächen planungsrechtlich abgesichert und das bestehende Dominikus-Krankenhaus überplant werden.

Nördlich des Dominikus-Krankenhauses sind ein XX-geschossiges Hochhaus mit Ärztehaus und Wohnbebauung sowie ein Parkhaus geplant. Im weiteren Verlauf schließt sich entlang der Pariser Straße neue Bebauung als geschlossene Reihenbebauung an. Zwischen der Kribbenstraße und dem Krankenhaus sind mehrere Wohnbaufelder geplant.

Für den hier zu untersuchenden Bebauungsplanentwurf wurde im Verlauf des Bebauungsplanverfahrens vom Umweltamt der Stadt Düsseldorf ein windklimatisches Gutachten zum Themenbereich Windkomfort / Windgefahr im Umfeld des geplanten Hochhauses gefordert. Hierzu ist daher im Auftrag der Düsseldorf Rheinblick GmbH eine Untersuchung des Windkomforts in der Umgebung des geplanten XX-geschossigen Hochhauses mittels einer Windkanaluntersuchung durchzuführen.

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, werden Minderungsmaßnahmen vorgeschlagen.

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] Digitale Plangrundlagen für das Bauvorhaben	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P	2013
[9] Bebauungsplanentwurf Bebauungsplan Nr. 5077 / 56 "Am Heerdter Krankenhaus"	Zur Verfügung gestellt durch das Büro Stadtplanung Zimmermann, Köln	P	Stand März 2013
[10] Langjährige Windstatistik der DWD Messstation Düsseldorf-Flughafen der Jahre 1999-2009	Deutscher Wetterdienst	P	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 liegt in Düsseldorf-Heerdt, südlich der Pariser Straße und östlich der Kribbenstraße. Zukünftig soll mit Umsetzung des Bebauungsplanes das bestehende Dominikus-Krankenhaus überplant werden.

Nördlich des Krankenhauses sind ein XX-geschossiges Hochhaus mit Ärztehaus und Wohnbebauung sowie ein Parkhaus geplant. Im weiteren Verlauf schließt sich entlang der Pariser Straße neue Bebauung als geschlossene Reihenbebauung an. Zwischen der Kribbenstraße und dem Krankenhaus sind mehrere Wohnbaufelder geplant.

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 i.d.R. in strömungshindernisfreien Zonen z.B. an Flughäfen in 10 m Höhe über Gelände aufgenommen. Im Windkanal wird das Verhältnis zwischen dem Windgeschwindigkeitsprofil in der bebauten Umgebung und dem ungestörten 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

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]). In Deutschland erarbeitet die Windtechnologischen Gesellschaft e.V. zurzeit eine Windkomfort-Richtlinie in Anlehnung an die Erfahrungen aus den Niederlanden, an Literatur und Erfahrungen der Teilnehmer.

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.

Neben den Komfortkriterien beschreibt die Norm ein Gefahrenkriterium. Hierbei erfolgt die Beurteilung anhand der Überschreitungshäufigkeit einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s.

Bei Windkomfortuntersuchungen wird geprüft, in wie vielen Stunden pro Jahr diese Windgrenzgeschwindigkeiten 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 den nachfolgenden Tabellen 4.1 und 4.2 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, Verbesserungswürdig)
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%

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

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

Bereiche mit einer Überschreitungshäufigkeit zwischen 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 $> 15\text{m/s}$. Bereiche mit einer Überschreitungshäufigkeit von mehr als 0,30 % der Jahresstunden gelten definitiv als gefährlich und sollten unzugänglich gestaltet werden [1].

Zur inhaltlichen Bewertung des Komfortkriteriums gilt Folgendes (siehe auch Anlage 5):

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.

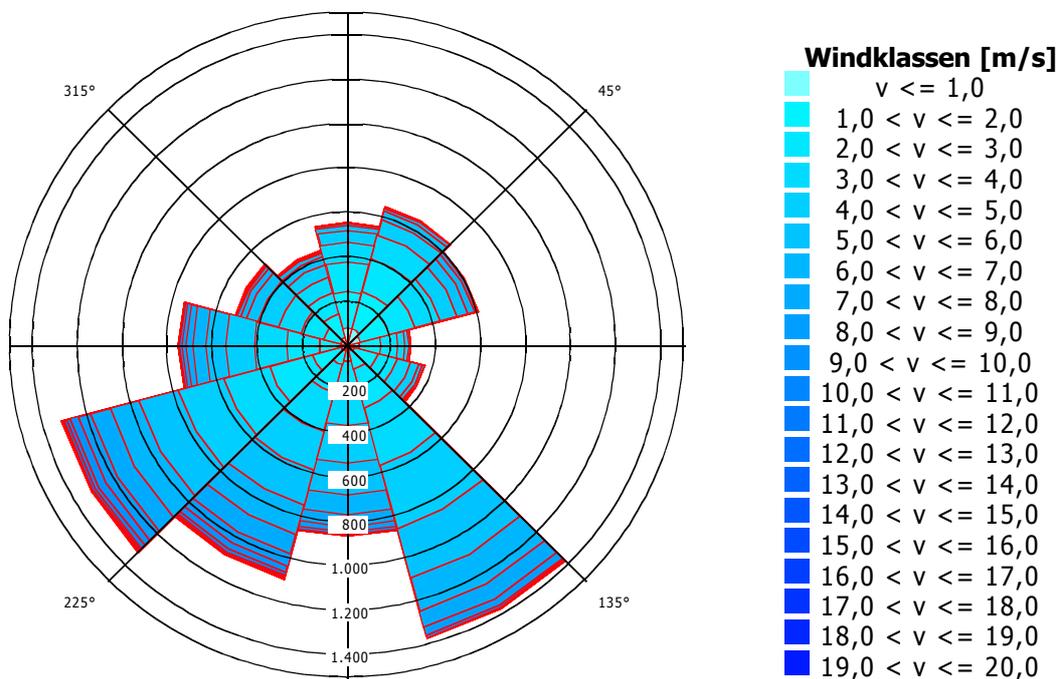
4.6 Winddaten

Die Ermittlung der Überschreitungshäufigkeiten erfolgt anhand der Windstatistik der DWD Messstation Düsseldorf-Flughafen der Jahre 1999 bis 2009 [10] 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



5 Windkomfortuntersuchung „Am Heerdter Krankenhaus“

5.1 Windkanalmodell

Für die Windkanalstudie zum Bebauungsplan Nr. 5077 / 56 „Am Heerdter Krankenhaus“ wurde ein maßstabgerechtes Holzmodell im Maßstab 1:350 unter Einbeziehung der relevanten Umgebungsbebauung in einem Radius von ca. 400 m um das Plangebiet herum erstellt. In den Modellfotos der geplanten Situation in Anlage 2 sind die örtlichen Gegebenheiten verdeutlicht.

Für die Windkomfortuntersuchung wurden 103 Messsonden zur Windgeschwindigkeitsmessung installiert (NTC-Sonden). Alle Messpunkte, mit Ausnahme der Messpunkte auf den Dachterrassen, liegen in einer Höhe von ca. 1,8 m (Modellmaßstab) über der jeweiligen Fläche.

Die Messpunkte auf den Dachterrassen haben eine maßstäbliche Höhe von 1,2 m (Sitzhöhe). Die Messpunkte sind dabei folgenden Terrassen zugeordnet:

- Terrasse 4. OG Nord: Messpunkte 101, 102, 103
- Terrasse 6. OG Nord: Messpunkte 90, 91, 92
- Terrasse 6. OG Süd: Messpunkt 89
- Terrasse 12. OG Nord: Messpunkt 93
- Terrasse 13. OG Süd: Messpunkte 94, 95
- Terrasse 19. OG Süd: Messpunkte 96, 97, 98, 99, 100

In der Anlage 3 sind die Messpunkte gekennzeichnet. Nach welchen Beurteilungskriterien (Verkehrsfläche, Bewegungsfläche, Verweilfläche) die Messwerte an den einzelnen Messpunkten bewertet wurden, ist hier ebenfalls dargestellt.

Die Messpunkte neben und zwischen den geplanten Gebäuden wurden als Verkehrsflächen eingestuft. Als Bewegungsflächen wurden die Haupteingangsbereiche zum Hochhaus (Messpunkte 12 und 78) sowie alle übrigen Messpunkte auf den Terrassen des Hochhauses (Messpunkte 89 bis 103) eingestuft. Für die privaten Terrassen wurde eine Einstufung als Bewegungsfläche anstatt Verweilfläche gewählt, da diese Terrassen im Gegensatz zu gewerblich genutzten Terrassen, z.B. einer Außengastronomie, seltener und in der Regel nur bei gutem Wetter genutzt werden.

Die Ermittlung der Überschreitungsstunden pro Jahr wurde als Summierung der Messergebnisse für die 103 Messpunkte getrennt unter Berücksichtigung von jeweils 12 Windrichtungen (0° - 360° in 30°-Schritten) durchgeführt.

Durch farbliche Kennzeichnungen sind die verschiedenen Beurteilungskategorien (guter Windkomfort: Kategorie A – helles Türkis; mäßiger Windkomfort: Kategorie B - hellblau; und verbesserungswürdiger Windkomfort: Kategorie C - dunkelblau) dargestellt.

Für die Windgefahr bedeuten die farblichen Kennzeichnungen: keine Windgefahr – grün; Windgefahr Stufe 1 – gelb; Windgefahr Stufe 2 – rot.

An den einzelnen Messpunkten sind die in der Modelluntersuchung ermittelten Überschreitungsstunden pro Jahr als Prozentwert aufgeführt. Es sei darauf hingewiesen, dass in Abhängigkeit der der Beurteilung zugrunde gelegten Bereichstypen (Bereichstyp I oder Bereichstyp II) dieselbe Anzahl von Überschreitungsstunden zu unterschiedlichen Kategorieeinstufungen bei den Kategorien A bis C führen (siehe Kapitel 4.5; Anlage 4).

5.2 Ergebnisse der Windkomfortmessungen

5.2.1 Situation Planung mit und ohne Übergang

5.2.1.1 Windkomfort

Die Ergebnisse der Windgeschwindigkeitsmessungen im Windkanal für den geplanten baulichen Zustand unter Berücksichtigung der Windstatistik von 1999 bis 2009 sind in den Anlagen 5.1 (Windkomfort) und 5.2 (Windgefahr) dargestellt.

Für den geplanten baulichen Zustand, aber ohne den Übergang zwischen dem Hochhaus und dem Rehasentrum sind die Ergebnisse der Windgeschwindigkeitsmessungen in den Anlagen 6.1 (Windkomfort) und 6.2 (Windgefahr) dargestellt.

Da sich die beiden Varianten nur durch den fehlenden Übergang unterscheiden, werden beide Varianten im folgenden Kapitel beurteilt. Der Übergang hat nur einen relevanten Einfluss auf Messwerte zwischen dem Hochhaus und dem Rehasentrum / Parkhaus.

In beiden Situationen liegt im überwiegenden Teil des Untersuchungsgebietes ein guter Windkomfort für bodennahe Messpunkte mit einer Beurteilung als Verkehrsfläche vor.

Mäßiger Windkomfort in Bodennähe liegt am Messpunkt 37 südlich des Parkhauses mit Messwerten zwischen 13,9 % bis 16,3% Überschreitungshäufigkeiten des Komfortkriteriums von 5 m/s im Stundenmittel vor. Ursache hierfür sind Winde hervorgerufen durch das Hochhaus. In der Variante ohne Hochhaus liegt hier mit Werten von 5,4% ein guter Windkomfort vor.

In allen drei gemessenen Varianten (inklusive der Variante ohne Hochhaus) liegt weiterhin ein nur mäßiger Windkomfort am Messpunkt 52 zwischen der erweiterten Ambulanz und dem Dominikus-Krankenhaus mit 14,2% bis 14,7% Überschreitungshäufigkeiten des Komfortkriteriums vor, bedingt durch eine Beschleunigung der Windgeschwindigkeit an der südöstlichen Gebäudeecke des Dominikus-Krankenhauses. Dieser Effekt ist sehr kleinräumig, daher weisen die Messpunkte 50, 51, und 53 um den Messpunkt 52 herum wieder einen guten Windkomfort auf (bis maximal 3,6%).

Im Bereich zwischen dem geplanten Hochhaus und dem geplanten Rehasentrum / Parkhaus hat der vorgesehene Übergang zwischen den beiden Gebäuden einen relevanten Einfluss auf den Windkomfort. In der Variante mit dem Übergang kommt es zu einer Düsenbildung unterhalb des Übergangs, verbunden mit einer Erhöhung der Windgeschwindigkeiten und Verschlechterung des Windkomforts. Dies macht sich insbesondere im südlichen Eingangsbereich des Hochhauses negativ bemerkbar.

Ohne Übergang liegt am Messpunkt 78 (südlicher Haupteingang Hochhaus) mit 2,8% ein guter Windkomfort vor, mit Übergang lediglich ein mäßiger Windkomfort mit 6,5% Überschreitungshäufigkeiten des Komfortkriteriums. Noch deutlicher wirkt sich dies am nahe gelegenen Messpunkt 77 mit 3,1% ohne Übergang und 10,4% mit Übergang aus. Im Bezug auf den südlichen Haupteingang bietet die Variante ohne Übergang zwischen dem geplanten Hochhaus und dem geplanten Rehasentrum / Parkhaus den besseren Windkomfort. Der positive Effekt des Überganges in Bezug auf das Aufhalten von Fallwinden des Hochhauses wird durch den erzeugten Düseneffekt verschlechtert.

Die Variante ohne Übergang weist gegenüber der Variante mit Übergang am Messpunkt 72 (nordöstliche Gebäudeecke Rehasentrum) mit Messwerten von 10,3% gegenüber 7,8% einen schlechteren Windkomfort auf, mit Übergang der Beurteilung des Messpunkters von gut zu mäßigem Windkomfort. An diesen Punkt ist jedoch mit wenig Publikumsverkehrs zu rechnen, während die Messpunkte 77 und 78 von zahlreichen Passanten durchquert werden müssen.

Im Bereich des nördlichen Haupteinganges (Messpunkt 12) liegt mit Messwerten zwischen 2,9 bis 3,2% ein guter Windkomfort vor.

Ein weiterer Punkt mit mäßigem Windkomfort befindet sich im Bereich des Bürgersteigs an der Kreuzung Pariser Straße / Am Heerdter Krankenhaus an der nordwestlichen Gebäudeecke des geplanten Hochhauses (Messpunkt 18). Hier liegen Messwerte zwischen 10,6 und 11,4% vor, hervorgerufen durch Fallwinde.

Auf den Fahrstreifen der Pariser Straße (Messpunkt 19) liegt in beiden Fällen ein Messwert von 11,4% vor, hier ist jedoch von keinem Aufenthalt oder ein Durchlaufen von Passanten auszugehen.

Bezüglich des Windkomforts auf den vorgesehenen Terrassen einiger Wohnungen des geplanten Hochhauses, zeigt sich im Wesentlichen eine Verschlechterung des Windkomforts je höher die Terrasse gelegen ist. Ein guter Windkomfort liegt lediglich auf den Terrassen der unteren Geschosse und hier auch nur in Teilbereichen vor:

Tabelle 5.1: Beurteilung des Windkomforts der Terrassen des geplanten Hochhauses

Messort:	Messpunkte:	Stunden mit Windgeschwindigkeiten > 5m/s im Stundenmittel	Beurteilung Windkomfort
Terrasse 4. OG Nord	101, 102, 103	4,9 bis 12,9%	Gut bis unbefriedigend
Terrasse 6. OG Nord	90, 91, 92	0,6 bis 5,0%	Gut
Terrasse 6. OG Süd	89	6,1 bis 6,2%	Mäßig
Terrasse 12. OG Nord	93	10,1 bis 10,3%	Unbefriedigend
Terrasse 13 OG Süd	94, 95	13,3 bis 19,5%	Unbefriedigend
Terrasse 19 OG Süd	96, 97, 98, 99, 100	11,5 bis 21,7%	Unbefriedigend

5.2.1.2 Windgefahren

Bodennahe Messpunkte mit einer möglichen Windgefahr liegen in beiden Varianten mit Hochhaus mit / und ohne Übergang nicht vor (siehe Anlagen 5.2 und 6.2).

Windgefahren der Risikostufe 1 mit Überschreitungshäufigkeiten einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s im Stundenmittel von 0,05 bis 0,30% liegen an einzelnen Messpunkten (**fett gedruckt**) auf den oberen Terrassen des geplanten Hochhauses vor:

Tabelle 5.2: Beurteilung der Windgefahr auf Terrassen des geplanten Hochhauses

Messort:	Messpunkte:	Stunden mit Windgeschwindigkeiten > 15m/s im Stundenmittel	Beurteilung Windgefahr
Terrasse 4. OG Nord	101, 102, 103	0,00	Keine Windgefahr
Terrasse 6. OG Nord	90, 91, 92	0,00	Keine Windgefahr
Terrasse 6. OG Süd	89	0,00	Keine Windgefahr
Terrasse 12. OG Nord	93	0,06 bis 0,08%	Risikostufe 1
Terrasse 13 OG Süd	94, 95	0,03 bis 0,07%	Risikostufe 1
Terrasse 19 OG Süd	96, 97, 98, 99, 100	0,01 bis 0,24%	Risikostufe 1

5.2.2 Situation Planung ohne Hochhaus

Die Untersuchung einer Variante ohne Hochhaus dient der Ermittlung der Auswirkungen des Hochhauses auf den Windkomfort. Die Ergebnisse dieser Windgeschwindigkeitsmessungen im Windkanal sind in den Anlagen 7.1 (Windkomfort) und 7.2 (Windgefahr) dargestellt.

Mit Ausnahme des Messpunktes 52 zwischen der Ambulanz und dem Dominikus-Krankenhaus liegt dann an allen weiteren bodennahen Messpunkten ein guter Windkomfort bei einer Beurteilung als Verkehrsfläche mit Messwerten von maximal 9,8% an der nordwestlichen Gebäudeecke des Rehasentrums (Messpunkt 72) vor. Zahlreiche Messpunkte erreichen dann auch einen guten Windkomfort bei einer Einstufung als Bewegungsfläche mit Messwerten unter 5%.

Am Messpunkt 52 zwischen der erweiterten Ambulanz und dem Dominikus-Krankenhaus liegt ein mäßiger Windkomfort mit 14,2% Überschreitungshäufigkeiten des Komfortkriteriums von 5 m/s im Stundenmittel vor, bedingt durch eine Beschleunigung der Windgeschwindigkeit an der südöstlichen Gebäudeecke des Dominikus-Krankenhauses. Dieser Effekt ist sehr kleinräumig, daher weisen die Messpunkte 50, 51, und 53 um den Messpunkt 52 herum wieder einen guten Windkomfort auf (bis maximal 3,6%).

Windgefahren liegen in dieser Variante nicht vor.

Die Auswirkungen des geplanten Hochhauses sind erwartungsgemäß am stärksten in Nahbereich des Hochhauses mit dort entsprechender Verschlechterung des allgemeinen Windkomforts. Mit zunehmender Entfernung vom Hochhaus nehmen diese schnell Einflüsse ab.

6 Zusammenfassung

In Düsseldorf - Heerdt soll mit Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 5077 / 56 „Am Heerdtter Krankenhaus“ die Errichtung von Mischgebiets- und Wohngebietsflächen planungsrechtlich abgesichert und das bestehende Dominikus-Krankenhaus überplant werden.

Nördlich des Dominikus-Krankenhauses sind ein XX-geschossiges Hochhaus mit Ärztehaus und Wohnbebauung sowie ein Parkhaus geplant. Im weiteren Verlauf schließt sich entlang der Pariser Straße neue Bebauung als geschlossene Reihenbebauung an. Zwischen der Kribbenstraße und dem Krankenhaus sind mehrere Wohnbaufelder geplant.

Für den hier zu untersuchenden Bebauungsplanentwurf wurde im Verlauf des Bebauungsplanverfahrens vom Umweltamt der Stadt Düsseldorf ein windklimatisches Gutachten zum Themenbereich Windkomfort / Windgefahr im Umfeld des geplanten Hochhauses gefordert. Hierzu war daher im Auftrag der Düsseldorf Rheinblick GmbH eine Untersuchung des Windkomforts in der Umgebung des geplanten XX-geschossigen Hochhauses mittels einer Windkanaluntersuchung durchzuführen.

Ergebnisse / Maßnahmen Windkomfort

Im Planfall liegt an bodennahen Messpunkten mit wenigen Ausnahmen ein guter Windkomfort für eine Beurteilung als Verkehrsfläche vor. Auf den Terrassen des geplanten Hochhauses liegt mit zunehmender Höhe guter über mäßigen bis unbefriedigenden Windkomfort vor. Die Ergebnisse sind im Detail in Kapitel 5.2.1.1 beschrieben.

Im Bereich der Überbauung zwischen dem Hochhaus und dem Gebäude des Parkhauses liegt lokal begrenzt ein mäßiges Windklima, bezogen auf den Windkomfort vor. Bezüglich der Windgefahr ist jedoch von einer Einhaltung des Gefahrenkriteriums auszugehen. Als Verbesserungsmaßnahmen wäre ein komplettes Schließen der entstehenden Durchwegung denkbar, dies steht der städtebaulich gewünschten Öffnung des Plangebietes jedoch entgegen. Daher sollte die Überbauung (im Modell komplett über drei Geschosse angesetzt) eher kleinteiliger ausgebildet werden, um den Einfluss auf das Windklima zu begrenzen. Festsetzungen im Bebauungsplan sind aus unserer Sicht jedoch nicht erforderlich. Maßnahmen können im Rahmen der weiteren Gebäudeplanung optimiert werden.

Im Bereich unmittelbar nordöstlich der Gebäudeecke des Hochhauses liegt ebenfalls ein mäßiges Windklima vor. Weitere Abschirmungen sind jedoch in der Verkehrsfläche (Bürgersteig) nur schwer umzusetzen, und entlang der Pariser Straße sind bereits Baumpflanzungen berücksichtigt. Daher scheinen hier weitere Maßnahmen nur schwer umsetzbar, aber in Anbetracht der Einhaltung des Windgefahrkriteriums auch nicht zwingend notwendig zu sein.

Ergebnisse / Maßnahmen Windgefahr

Windgefahren liegen an bodennahen Messpunkten nicht vor. Jedoch liegen an einzelnen Messpunkten der Terrassen ab dem 12. Obergeschoss Windgefahren der Risikostufe I vor. Die Ergebnisse sind im Detail in Kapitel 5.2.1.2 beschrieben.

Aufgrund der Erfahrungen vergleichbarer Aufgabenstellungen ist davon auszugehen, dass diese lokal begrenzten Effekte deutlich entschärft werden können und das Gefahrenkriterium eingehalten werden kann, wenn die Attiken um die Terrassen unter den zurückspringenden Gebäudeteilen ca. 2 m hoch ausgebildet werden können. Daher sollten die Baulinien / Baugrenzen mit einer Festsetzung im Bebauungsplan ausreichend hoch bemessen sein, um bei der späteren Gebäudeplanung entsprechend hohe Abschirmung umsetzen zu können.

Dieser Bericht besteht aus 19 Seiten und 7 Anlagen.

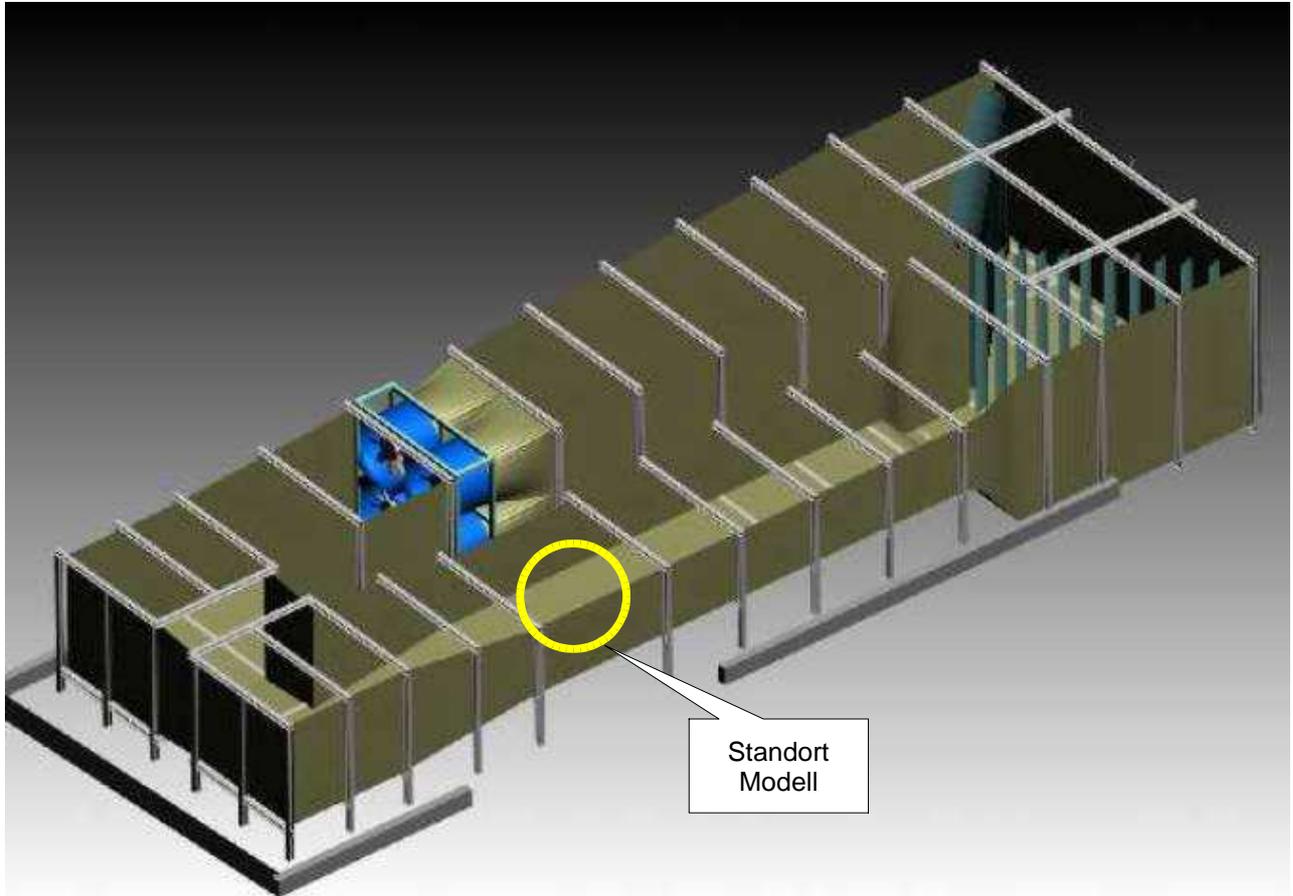
Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Ing. Heiko Kremer

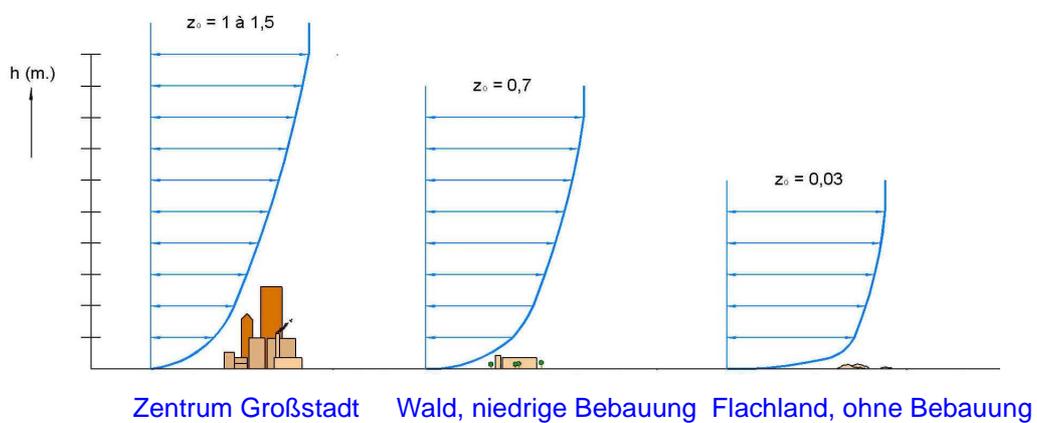
i.A. Dipl.-Ing. Oliver Streuber

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Schematische Darstellung des Peutz-Grenzschichtwindkanals und der Windprofile für verschiedene Bebauungshöhen
- Anlage 2 Windkanalmodell zum Bebauungsplangebiet "Am Heerdter Krankenhaus" in Düsseldorf
- Anlage 3 Lage und Bereichstypen der Windkomfortmesspunkte im Windkanalmodell
- Anlage 4 Erläuterungen zur Interpretation der folgenden Anlagensätze zum Windkomfort
- Anlage 5.1 Ergebnis der Windkomfortmessung für die Planung und die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 für Düsseldorf in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr
- Anlage 5.2 Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für die Planung und die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Stunden mit Windgefahr (Windgeschwindigkeiten > 15m/s) pro Jahr
- Anlage 6.1 Ergebnis der Windkomfortmessung für die Planung ohne Übergang zwischen Hochhaus und Rehzentrum für die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr
- Anlage 6.2 Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für die Planung ohne Übergang zwischen Hochhaus und Rehzentrum in Prozent der Stunden mit Windgefahr (Windgeschwindigkeiten > 15m/s) pro Jahr
- Anlage 7.1 Ergebnis der Windkomfortmessung für eine Situation ohne Hochhaus und die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr
- Anlage 7.2 Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für eine Situation ohne Hochhaus und die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Stunden mit Windgefahr (Windgeschwindigkeiten > 15m/s) pro Jahr



Peutz-Windkanal



Windprofile im Windkanal





- = Messpunkt Bereichstyp I (Verkehrsfläche, durchlaufen)
- = Messpunkt Bereichstyp II (Bewegungsfläche, schlendern)
- △ = Messpunkt auf dem Dach
- = Bäume



Krankenhaus Heerdt Düsseldorf
Messpunktnumerierung und Bereichstypen für die geplante Bausituation

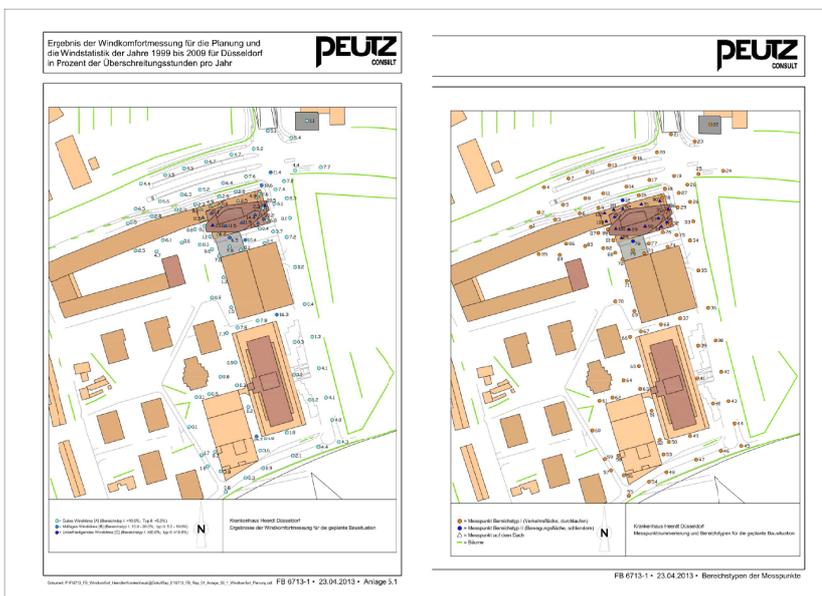
Die Beurteilung des **Windkomforts** hängt vom jeweiligen Bereichstyp (I bis III) ab, welcher jedem Messpunkt entsprechend der geplanten Nutzung zugeordnet ist. Flächen mit einer Außengastronomie gehören somit dem Bereichstyp III – [Verweilen] an. Hiermit sind die höchsten Anforderungen an den Windkomfort 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

Hinweis: Zur Erleichterung der Zuordnung der Ergebnisse der Windkomfortmessungen befindet sich die Anlage 4 am Ende des Berichtes zusätzlich als Ausklappseite. Es liegen dann die Ergebnisse und Messpunktzusammenfassungen direkt nebeneinander.





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



Krankenhaus Heerd Düsseldorf
Ergebnisse der Windkomfortmessung für die geplante Bausituation

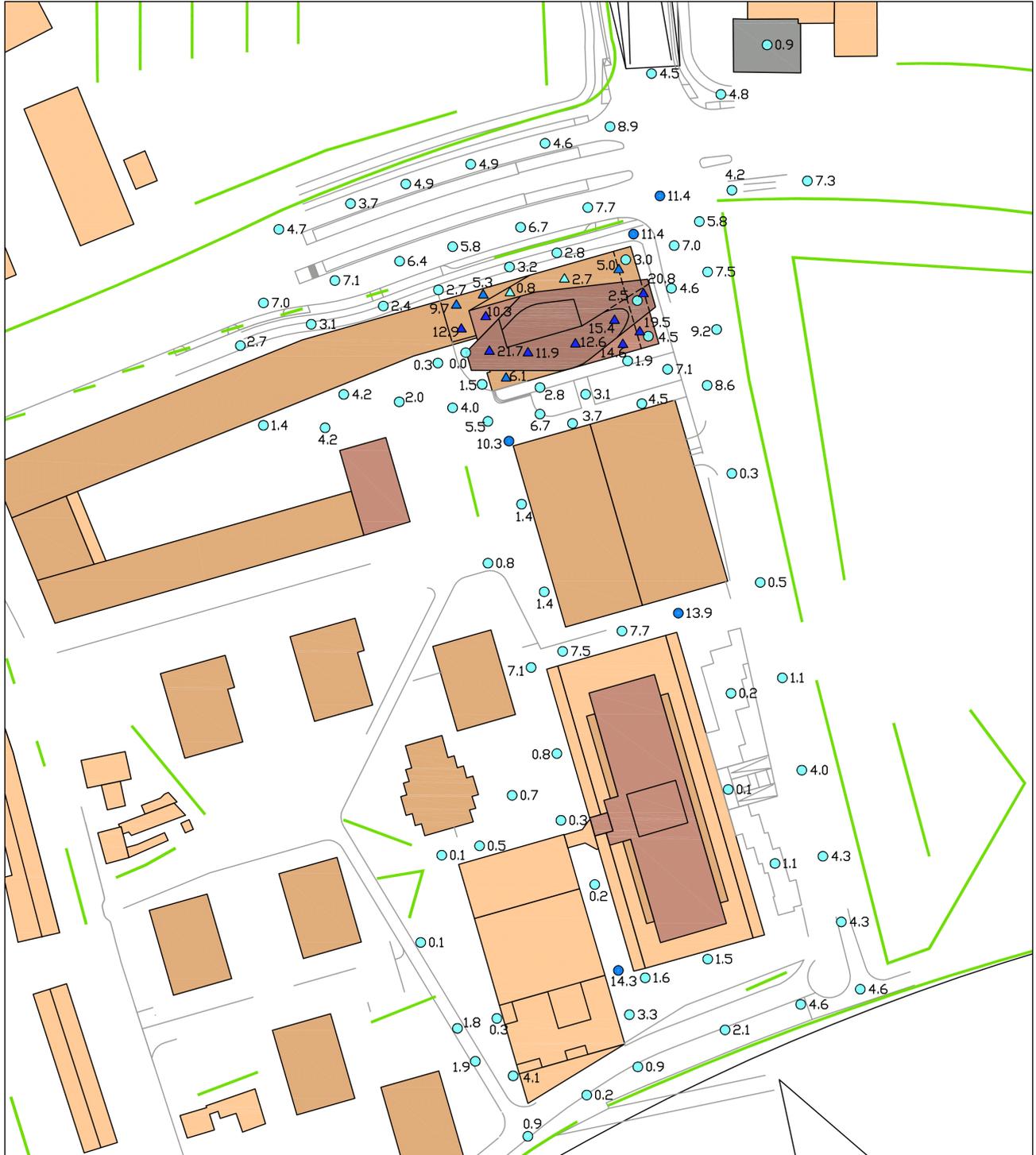
Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für die Planung und die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Stunden mit Windgefahr (Windgeschwindigkeiten > 15m/s) pro Jahr



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



Krankenhaus Heerdt Düsseldorf
Ergebnisse der Messungen zur Windgefahr für die geplante Bausituation.



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



Krankenhaus Heerdt Düsseldorf
Ergebnisse der Windkomfortmessung für variant A:
- den eingeschossigen Übergang zwischen dem Parkhaus und dem DKD entfernt

Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für die Planung ohne Übergang zwischen Hochhaus und Rehazentrum in Prozent der Stunden mit Windgefahr (Windgeschwindigkeiten > 15m/s) pro Jahr



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



Krankenhaus Heerd Düsseldorf
Ergebnisse der Messungen zur Windgefahr für variant A:
- den eingeschossigen Übergang zwischen dem Parkhaus und dem DKD entfernt

Ergebnis der Windkomfortmessung für eine Situation ohne Hochhaus und die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Überschreitungsstunden pro Jahr



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



Krankenhaus Heerd Düsseldorf
Ergebnisse der Windkomfortmessung für variant B:
- Turm entfernt

Ergebnis der Messungen zur Windgefahr für eine Situation ohne Hochhaus und die Windstatistik der Jahre 1999 bis 2009 in Prozent der Stunden mit Windgefahr pro Jahr



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



Krankenhaus Heerd Düsseldorf
Ergebnisse der Messungen zur Windgefahr für variant B:
-Turm entfernt

