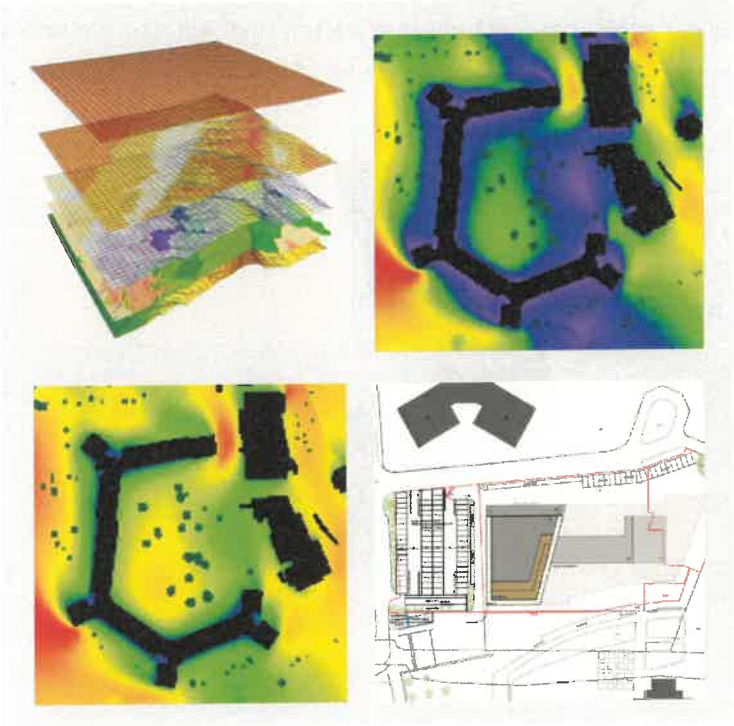
Expertise Windkomfort

für das Projekt Freizeitzentrum Binnensee | Heiligenhafen



Auftraggeber:

Dünenlandschaft Grundstücksges. mbH
Steinwarder 15
23774 Heiligenhafen

Auftragnehmer:

GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover
Tel. (0511) 3887200
www.geo-net.de

In Zusammenarbeit mit:
Prof. Dr. G. Gross
Anerkannt beratender Meteorologe (DMG),
Öffentlich bestellter Gutachter für Immissionsfragen und Kleinklima der IHK Hannover-Hildesheim

Hannover, Juli 2021

1 Einleitung

In Heiligenhafen wird das Freizeitzentrum Binnensee geplant (s. Abb. 1). Dadurch ändert sich die bestehende Baustruktur und im Plan-Zustand entsteht ein bis zu ca. 40 m hohes Gebäude.

Die vorliegende Expertise zum Windkomfort soll klären, welche Veränderungen im Windkomfort durch das beschriebene Projekt bzw. die Höhe der geplanten Gebäude zu erwarten sind. Auf dem Gelände der geplanten Bauentwicklung befinden sich zudem Grünanlagen und Außengastronomie die mit berücksichtigt werden.

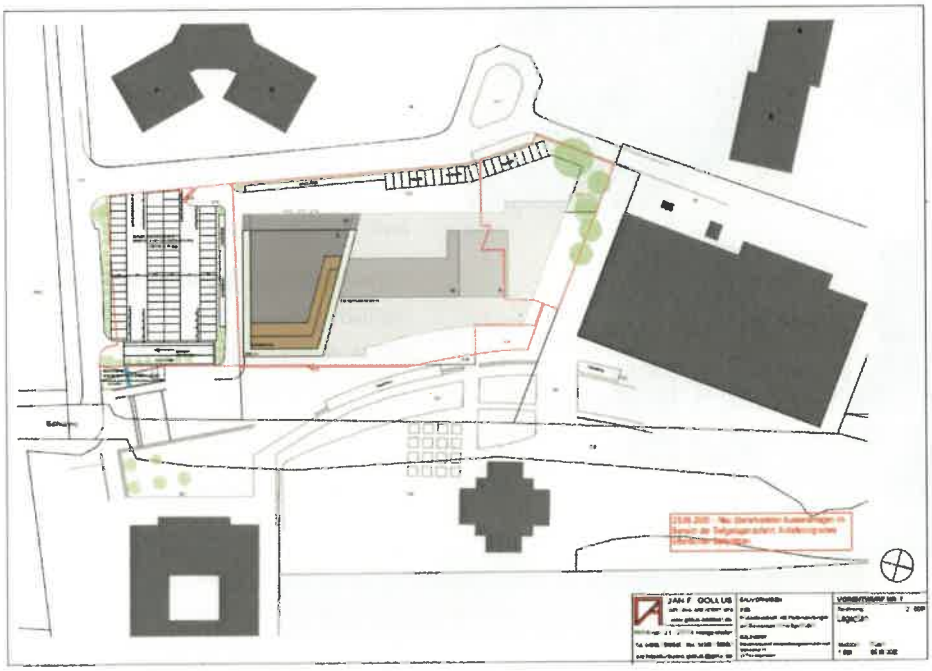


Abb. 1: Planungsstand Freizeitzentrum Binnensee in Heiligenhafen (Email vom Auftraggeber 06.07.2020; Stand 05.06.2020).

Abb. 2 zeigt ein Luftbild der aktuellen Flächennutzung im Untersuchungsgebiet der der Windkomfort-analyse. Für die Analyse des Windkomforts wurde ein Gebiet von 560 m x 750 m simuliert und auf einer Fläche von 460 m x 350 m bewertet.

Insgesamt wurden zwei Modellläufe durchgeführt:

- Status-Quo = derzeitiger Zustand
- Plan-Zustand = Umsetzung der geplanten Bebauung

Die Strukturhöhen von Gebäuden und Bäumen finden insbesondere bei der Windkomfortanalyse Verwendung und haben dort einen großen Einfluss auf die Ergebnisse (s. Abb. 3). Von besonderer Bedeutung ist hier das relativ hohe neue Gebäude im Plan-Zustand im Zentrum des Modellgebiets. Des Weiteren gingen die Geländehöhe, Nutzungen und parametrisierte Stammraumhöhen der Bäume in die Simulation mit ein.

Ebenso wurden alle Aufenthaltsbereiche für Fußgänger im Bereich der Windkomfortberechnungen gemäß den DGNB Kriterien (s. Tabelle 1) zur Beurteilung von Windverhältnissen kategorisiert (s. Abb. 4).

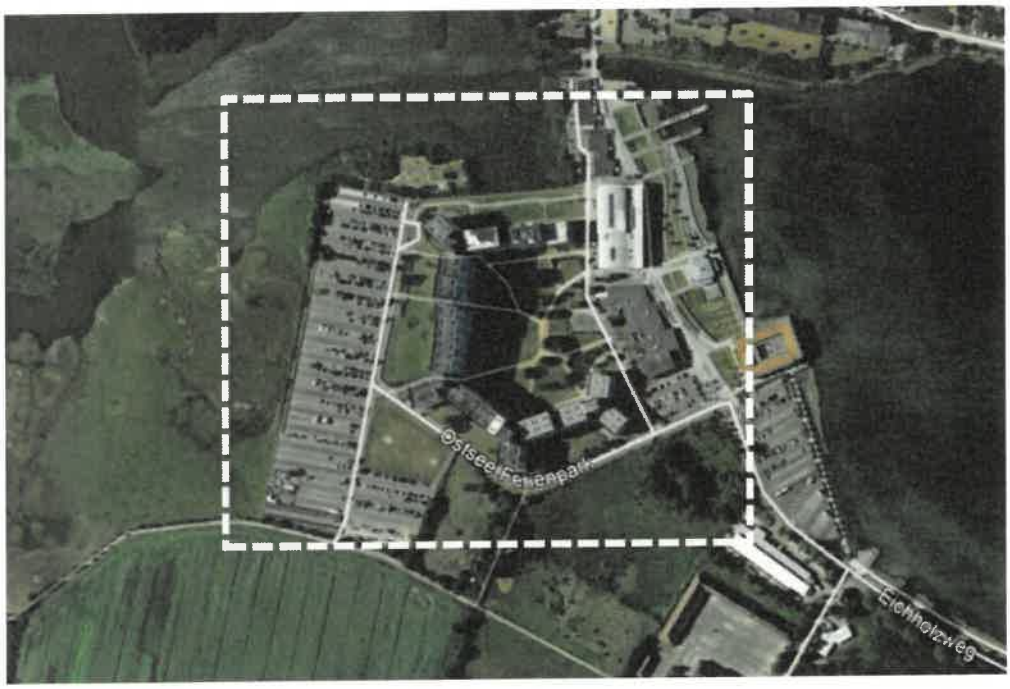


Abb. 2: Untersuchungsgebiet der Windkomfortanalyse und des Bewertungsgebietes (weißer Rahmen).

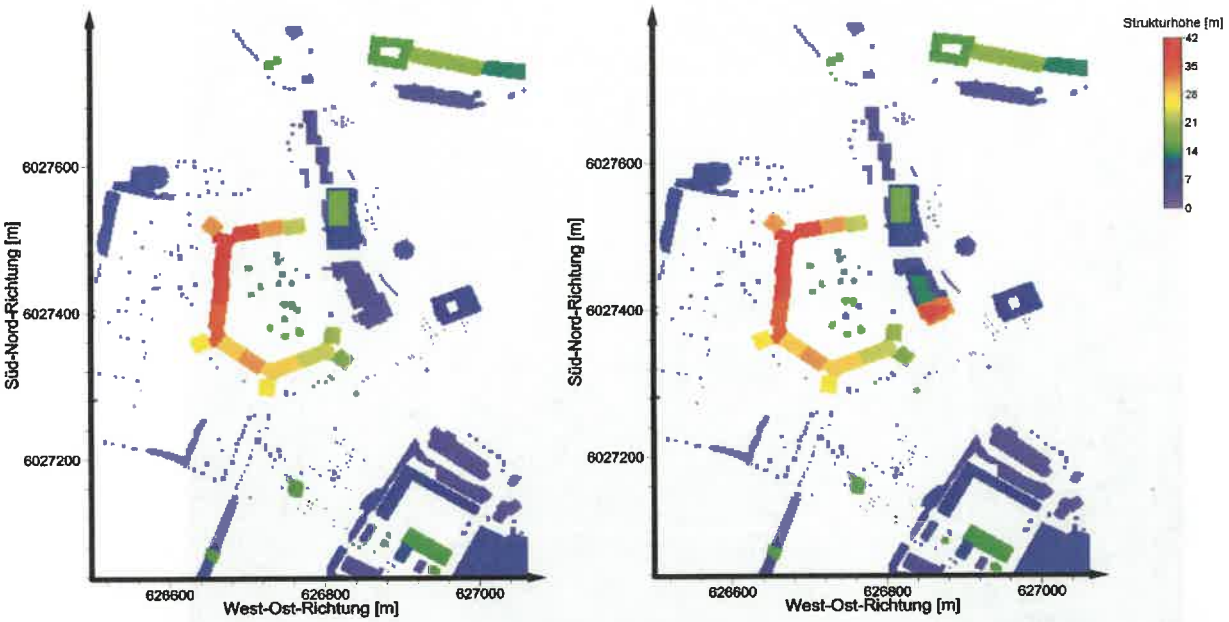


Abb. 3: Strukturhöhen im Ist-Zustand (links) und Plan-Zustand (rechts) im simulierten Gebiet der Windkomfortmodellierung.

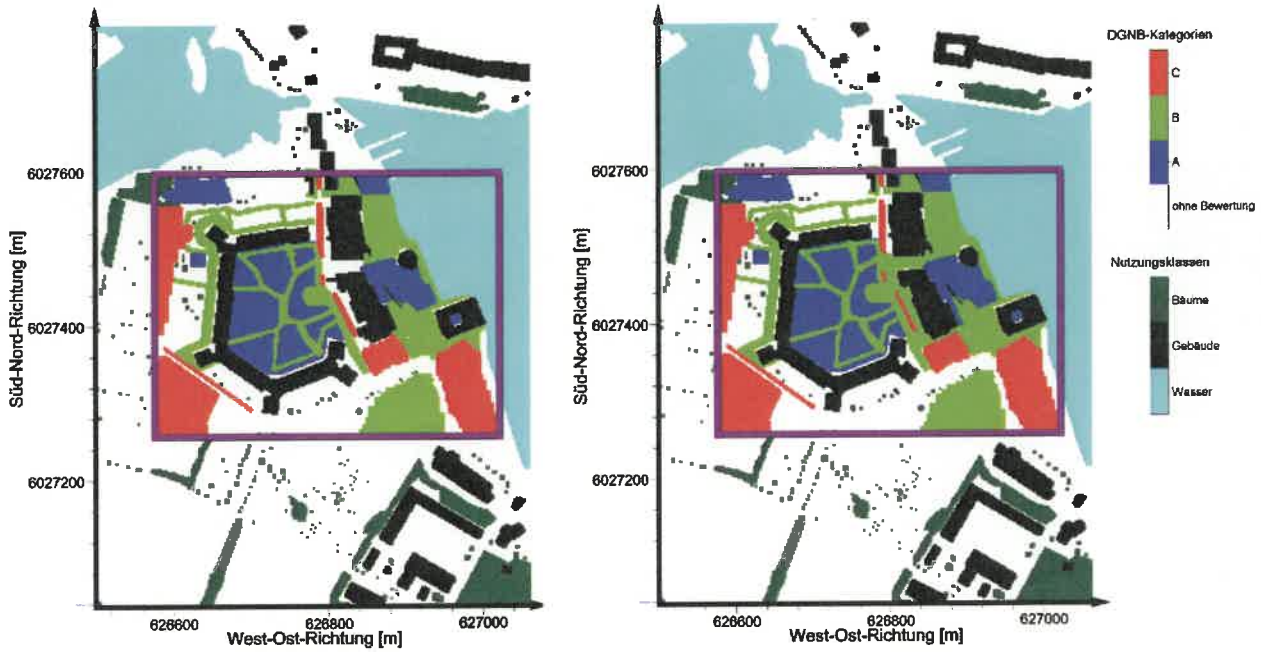


Abb. 4: DGNB-Windkomfortkategorien und Strukturtypen im Ist-Zustand (links) und Plan-Zustand (rechts) im simulierten Gebiet der Windkomfortmodellierung und im Bewertungsgebiet (lila Rahmen).

1.1 METHODIK DER WINDANALAYSE

In der vorliegenden Untersuchung wird das lokale Windfeld in der Umgebung der aktuellen und geplanten Flächennutzungsänderungen mit Hilfe numerischer Simulationen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell ASMUS analysiert. Das Modell ASMUS erfüllt die in der VDI-Richtlinie 3783/9 beschriebenen Anforderungen an mikroskalige prognostische Windfeldmodelle und wurde gemäß dieser Richtlinie validiert (Gross, 2011). Das Modell ist für komplexe urbane Untersuchungsgebiete mit kleinen horizontalen Maschenweiten konzipiert. Es verfügt darüber hinaus über spezielle Rechenschemata insbesondere auch zur Berücksichtigung von Baumstrukturen und hat seine Leistungsfähigkeit schon für eine Vielzahl von Problemstellungen unter Beweis gestellt (z.B. Groß 1997, 2010).

Für die Beurteilung der Windspitzengeschwindigkeiten bei Starkwindereignissen wurden die Gleichungssysteme zur Berechnung der mittleren Windgeschwindigkeiten durch einen statistischen Ansatz (Markov-Ansatz) zur Berechnung von Geschwindigkeitsfluktuationen erweitert. Somit können neben Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit auch kurzfristige Spitzengeschwindigkeiten in Böen ermittelt werden. Unter Verwendung einer für den Standort charakteristischen Windstatistik oder einer Zeitreihe der Wind- und Ausbreitungsbedingungen für ein repräsentatives Jahr lassen sich somit sowohl Überschreitungshäufigkeiten mittlerer Windgeschwindigkeiten als auch Überschreitungen von kurzfristigen Geschwindigkeiten in Böen ermitteln (Gross, 2014).

Im Rahmen der hier durchgeführten Windanalyse wurden neben Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit auch Böen mit einer Andauer von 10 Sekunden ausgewertet. Dabei wurde stundenweise nur die im statistischen Mittel maximale Böe berücksichtigt (99,7 % Quantil). Dies entspricht bei einer Normalverteilung der Böengeschwindigkeiten der mittleren Windgeschwindigkeit plus ihrer dreifachen Standardabweichung.

Die modellgestützte Berechnung von Überschreitungshäufigkeiten von Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit und kurzfristigen Spitzengeschwindigkeiten in Böen im Modellgebiet erfolgt auf Grundlage einer Windstatistik der ca. 12 km entfernten repräsentativen DWD-Messstation Putlos für das langjährige Mittel 04/1997-07/2020. Die Abb. 5 zeigt die mittlere Windrichtungs- und Windgeschwindigkeits-verteilung an der DWD-Station in 10 m Höhe.

Es wird deutlich, dass der Wind an der DWD-Station Putlos vorwiegend aus südöstlicher und südwestlicher Richtungen weht.

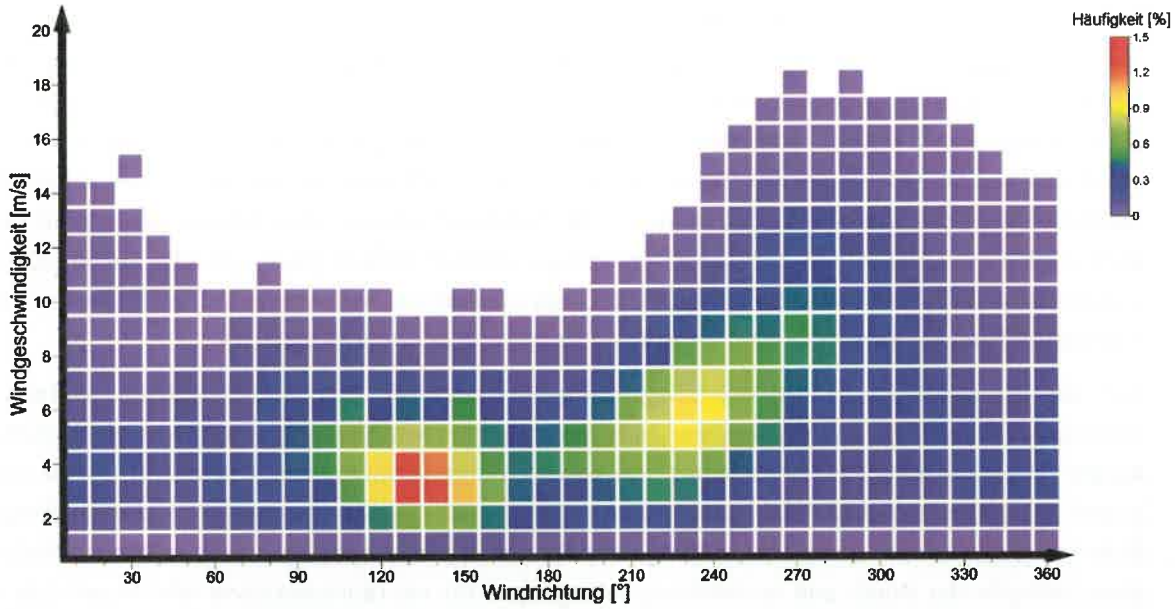


Abb. 5: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Wetterstation Putlos des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum 04/1997-07/2020 in 10 m Höhe.

BEURTEILUNGSKRITERIEN

Inwieweit Windgeschwindigkeiten als störend empfunden werden hängt deutlich von der momentan von einer Person ausgeübten Tätigkeit und ebenso von der Umgebung ab. Innerhalb von Gebäuden werden Luftströmungen beispielsweise durchweg als störender „Windzug" empfunden. Ebenso werden im Sitzen oder bei längerem Stehen im Freien höhere Windgeschwindigkeiten als unangenehm eingestuft. Dagegen können bei sportlichen Aktivitäten moderate Windgeschwindigkeiten durchaus angenehm sein. Auch die subjektive Empfindung einzelner Personen zur Definition eines Komfortbereiches ist individuell unterschiedlich. Bewohner von Küstenregionen, an denen ohnehin häufig höhere Windgeschwindigkeiten auftreten, bewerten beispielsweise höhere Windgeschwindigkeiten oft als weniger störend. Identische Windgeschwindigkeiten werden somit in Abhängigkeit von der Situation und der Umgebung durchaus unterschiedlich bewertet.

Für diese gutachtliche Stellungnahme wurden die Kriterien des DGNB (SOC1.1 Thermischer Komfort im Freiraum) zum Windkomfort nach Lohmeyer et al. (1992) verwendet (s. Tabelle 1). Dabei werden unterschiedliche Aufenthaltsbereiche definiert und nach der Überschreitungshäufigkeit einer individuellen Böenwindgeschwindigkeit (6-13 m/s) bewertet. Das DGNB-Kriterium gibt Aufschluss darüber, ob die Aufenthaltsqualität in den verschiedenen Nutzungsbereichen durch mangelnden Windkomfort eingeschränkt wird.

Des Weiteren wurde das Gefährdungspotential durch Starkwind mittels der niederländischen Richtlinie zur Beurteilung des Windkomforts (NEN 8100, 2006) abgeschätzt. Die Abschätzung des Gefährdungspotentials mittels dieser Richtlinie ist Stand der Technik und aus meteorologischer Sicht übertragbar auf die Situation in Heiligenhafen. Die Beurteilung basiert auf einer Auswertung von Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe (s. Tabelle 2).

Tabelle 1: Kriterien zur Beurteilung der Windverhältnisse des DGNB nach Lohmeyer et al. (1992).

KATEGORIE NACH DGNB	BÖENGESCHWINDIGKEIT	ÜBERSCHREITUNGSHÄUFIGKEIT	BEURTEILUNGSKRITERIEN
A	> 6 m/s	Max. 5 %	**Keine Windkomfortprobleme zulässig** in Parks, Warte- und Ruhebereichen, Außengastronomie, auf Spielplätzen etc.
B	> 8 m/s	Max. 1 %	**Flächen für längeren Aufenthalt** wie Stadtmarktplätze, Fußgängerzonen, Einkaufsstraßen, Straßen mit einem hohen Anteil an Geschäften (Schaufenstern)
C	> 10 m/s	Max. 1 %	**Flächen für kurzzeitige Aufenthaltszeit** wie Verkehrsbereiche ohne Aufenthaltsfunktion (Straßen, die lediglich zur Durchwegung dienen, ohne Nutzung wie Einkaufen oder dergleichen)
D	> 13 m/s	Max. 1 %	**Zulässig an Gebäudeecken**, zulässig für problemloses Laufen

Tabelle 2: Beurteilung der Gefährdung durch hohe Windgeschwindigkeiten gemäß der Niederländischen Richtlinie (NEN 8100, 2006) auf Grundlage von Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit.

Einstufung der Windgefahr	
Überschreitungshäufigkeiten einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s (Stundenmittel) in % der Jahresstunden	**Einstufung**
0,05 - 0,3%	beschränktes Risiko
>= 0,3%	gefährlich

2 Ergebnisse der Windkomfortberechnungen

Zur Beurteilung des Windkomforts werden zunächst die Windgeschwindigkeiten im Bewertungsgebiet für die beiden Hauptwindrichtungen (hier aus 150° und 240°) ausgewertet, da diese den größten Einfluss auf die Windkomfortanalyse haben. Bei Wind aus Südost (150°) treten hier zudem die größten Unterschiede in den lokalen Windgeschwindigkeiten zwischen dem Ist- und Plan-Zustand auf.

Bei Wind aus Südost (150°) kommt es südöstlich und südwestlich des geplanten Gebäudes zu einer Erhöhung der mittleren Windgeschwindigkeiten auch auf Fußgängerniveau auf Grund der größeren Gebäudehöhe des Plan-Gebäudes im Verhältnis zum Ist-Zustand (s. Abb. 6). Zusätzlich ist, auch durch die dort generierte Turbulenz, die Böengeschwindigkeit dort höher als im Ist-Zustand (s. Abb. 7).

Bei Wind aus Südwest (240°) treten keine höheren Windgeschwindigkeiten im Verhältnis zum Ist-Zustands in der Nähe des geplanten Gebäudes auf (s. Abb. 8). Die Windgeschwindigkeiten sind eher im Lee des geplanten Gebäudes reduziert.

Insgesamt fällt auf, dass es auch auf Grund der geringen Bebauungsdichte in der Umgebung des Bewertungsgebiets, insbesondere an den Gebäudekanten je nach Windrichtung zu erhöhten Windgeschwindigkeiten kommt.

Gemäß den DGNB-Kriterien (s. Tabelle 1) wird die Überschreitungshäufigkeit von verschiedenen Böengeschwindigkeiten überprüft. Die Häufigkeit einer Überschreitung von 8 m/s in 2 m Höhe ist in Abb. 9 und als Differenz zwischen Ist- und Plan-Zustand in Abb. 10 dargestellt. Diese Überschreitungshäufigkeit dient der Bewertung von Aufenthaltsgebieten der Kategorie B die hauptsächlich von einer Zunahme der Böenhäufigkeit hier betroffen sind. Die veränderte Bebauung hat im klimatologischen Mittel hauptsächlich eine Wirkung auf Bereiche bis in 50 m Entfernung. Südwestlich des geplanten Gebäudes kommt es in einem kleinen Gebiet zu einer Erhöhung der dargestellten Böenhäufigkeit auf ca. 1 % der Jahresstunden und südöstlich des Gebäudes auf einem Gebiet von gut 70 m x 70 m zu einer Erhöhung der Böenhäufigkeit auf 1,5 – 2 % der Jahresstunden. In teilen des Bewertungsgebietes kommt es auch zu einer Verringerung der Böenhäufigkeit.

Die Häufigkeiten der verschiedenen Überschreitungskategorien werden auf die DGNB-Bereichskategorien angewendet. Im Ist- Zustand sind im Zentrum des Bewertungsgebietes die DGNB-Kriterien erfüllt. Am Rande gibt es, häufig in der Nähe von Gebäudekanten, Bereiche in denen die Windkomfortkriterien nicht erfüllt sind. Im Plan-Zustand kommt es im Verhältnis zum Ist-Zustand hauptsächlich südöstlich des geplanten Gebäudes zu einer Nichteinhaltung der DGNB-Kriterien. Südwestlich des Gebäudes gibt es ein sehr kleines Gebiet indem die Windkomfortkriterien im Plan-Zustand nun nicht mehr eingehalten werden. Im südöstlichen Teil des Bewertungsgebiets verbessert sich der Windkomfort teilweise.

Insgesamt kommt es lediglich südöstlich des geplanten Gebäudes zu einer Verschlechterung des Windkomforts auf einem räumlich begrenztem Gebiet.

Der Windkomfort kann mittels lokaler Windschutzmaßnahmen, z.B. grünbaulicher Art verbessert werden.

Windgeschwindigkeiten von 15 m/s und mehr treten im Bewertungsgebiet im klimatologischen Mittel im Ist-Zustand, sowie im Plan-Zustand hauptsächlich außerhalb des Kerngebietes auf. Im Osten des geplanten Gebäudes kommt es stellenweise zu einer leichten Erhöhung sowie Verringerung der Überschreitungsstunden um ca. +/- 0,05 % die teilweise zur der Einstufung „beschränktes Risiko“ laut der Niederländischen Richtlinie (NEN 8100, 2006) führen aber andernorts auch das Risiko verringern.

Nordöstlich des Ferienparks im Bereich eines Spielplatzes und Parkplatzes am Rand des Bewertungsgebietes treten im klimatologischen Mittel im Ist- und Plan-Zustand in gut 0,4 % der Jahresstunden Windgeschwindigkeiten von mehr als 15 m/s auf. Dieses Gebiet wird als „gefährlich" durch die Niederländischen Richtlinie (NEN 8100, 2006) eingestuft. Das geplante Gebäude hat keinen Einfluss auf die Häufigkeit der hohen Windgeschwindigkeiten in diesem Teil des Bewertungsgebietes.

Um den Einfluss des geplanten Gebäudes auf die Windverhältnisse im Bereich der Balkone des bestehenden Ferienparks zu bewerten, wird die Häufigkeit von Böen mit mehr als 8 m/s im klimatologischen Mittel in 2 m, 10 m und 20 m Höhe herangezogen (s. Abb. 9, 10 u. 13-16). Im Vergleich zwischen Ist- und Plan-Zustand nimmt zwischen dem geplanten Gebäude und der nordöstlichsten Kante des Ferienparkgebäudes die Böenhäufigkeit in 2 m und 10 m Höhe um bis zu 2 % zu. In 20 m Höhe nimmt in diesem Bereich die Böenhäufigkeit deutlich ab.
In unmittelbarer Nähe der Balkone in diesem Abschnitt des Bestandsgebäudes nimmt die Böenhäufigkeit in 2 m und 10 m Höhe ab oder ändert sich nicht. In 20 m Höhe nimmt die Böenhäufigkeit vor den Balkonen deutlich ab. Das geplante Gebäude hat keinen Einfluss auf die Böenhäufigkeit vor anderen Balkonen dieses Bestandsgebäudes.

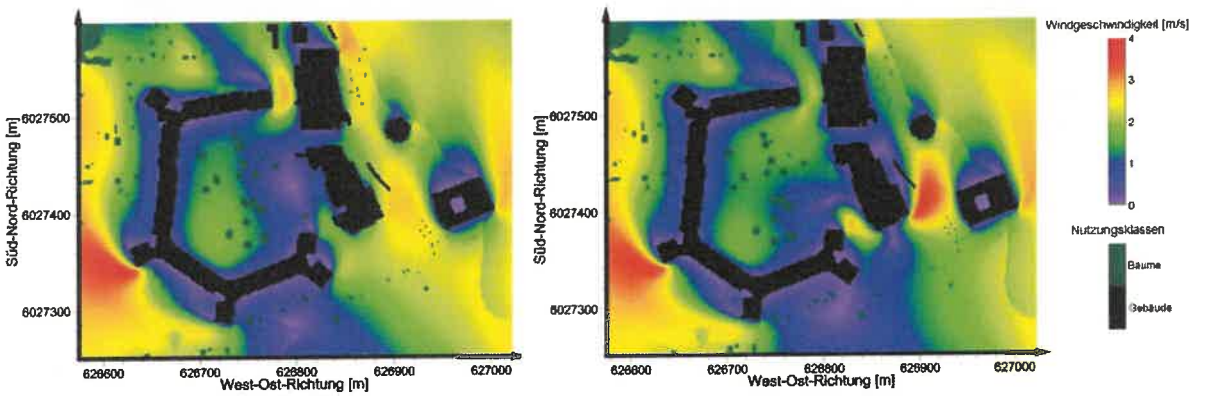


Abb. 6: Mittlere Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe bei einer Anströmung aus Südost (150°) mit 4 m/s in 10 m Höhe. Links: Ist-Zustand, Rechts: Plan-Zustand.

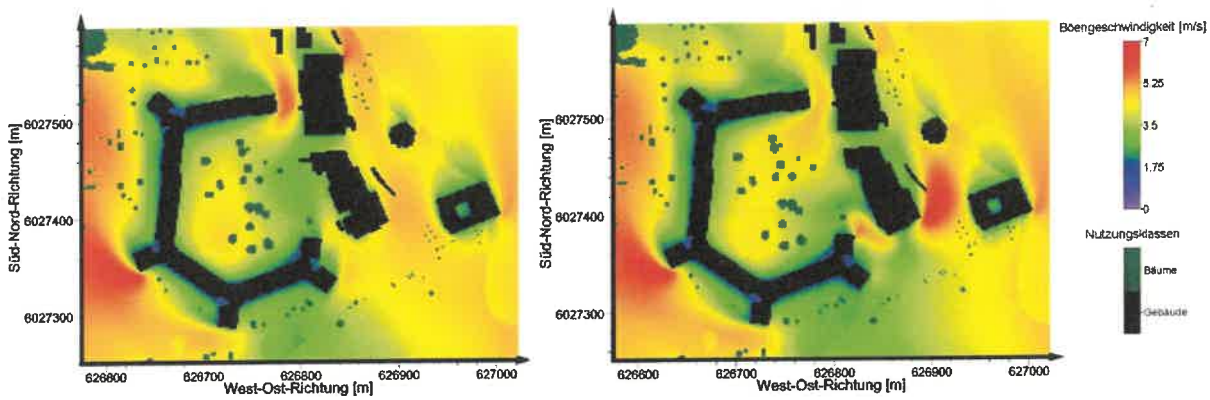


Abb. 7: Böengeschwindigkeit in 2 m Höhe bei einer Anströmung aus Südost (150°) mit 4 m/s in 10 m Höhe. Links: Ist-Zustand, Rechts: Plan-Zustand.

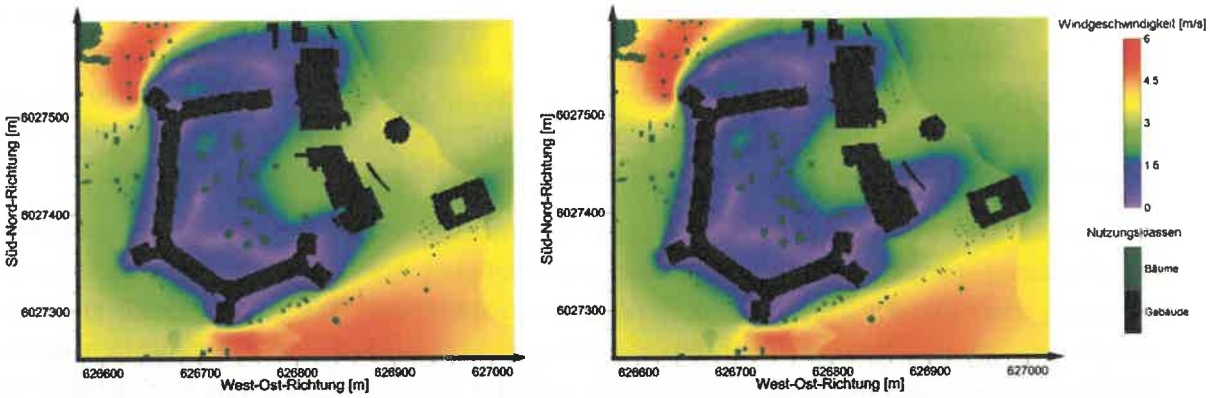


Abb. 8: Mittlere Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe bei einer Anströmung aus Südwest (240°) mit 4 m/s in 10 m Höhe. Links: Ist-Zustand, Rechts: Plan-Zustand.

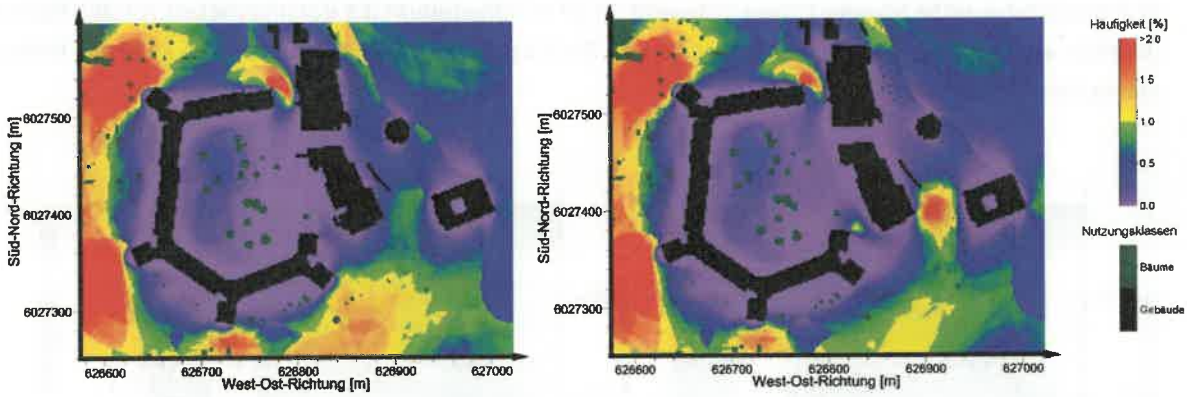


Abb. 9: Häufigkeiten von Böen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 8 m/s in 2 m Höhe. Links: Ist-Zustand, Rechts: Plan-Zustand.

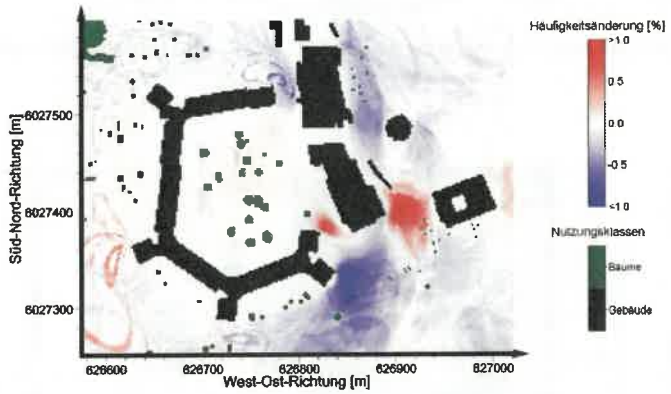


Abb. 10: Differenz der Häufigkeiten von Böen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 8 m/s in 2 m Höhe.

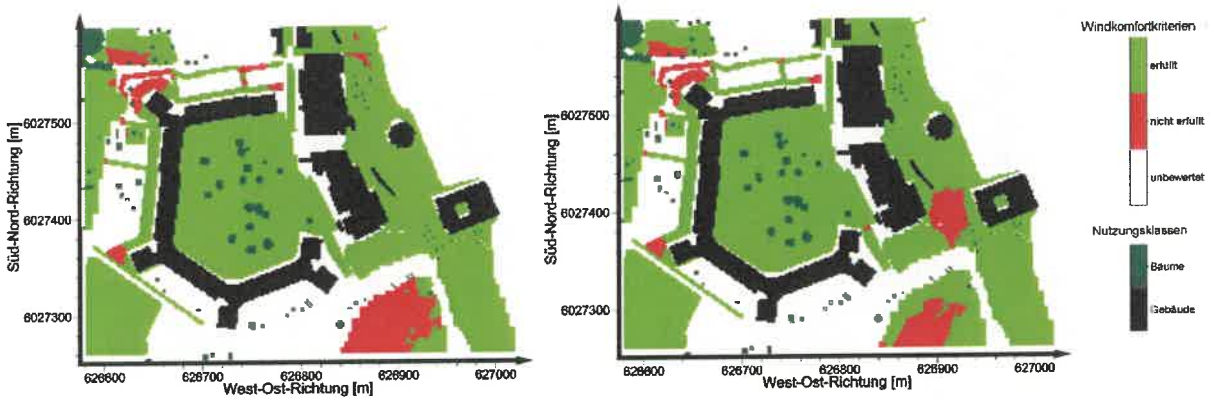


Abb. 11: Einhaltung der Windkomfortkriterien im Ist-Zustand (links) und Plan-Zustand (rechts).

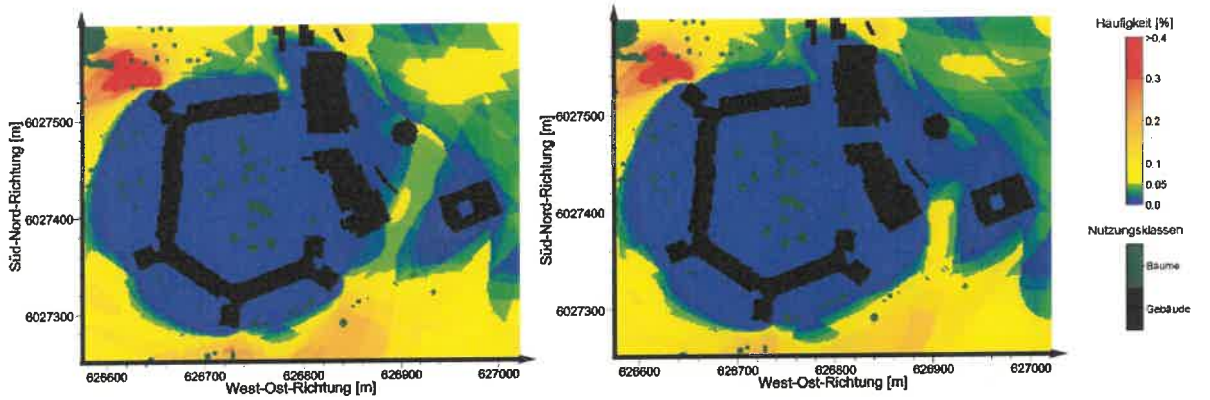


Abb. 12: Häufigkeit von Windgeschwindigkeiten mit mehr als 15 m/s im Ist-Zustand (links) und Plan-Zustand (rechts).

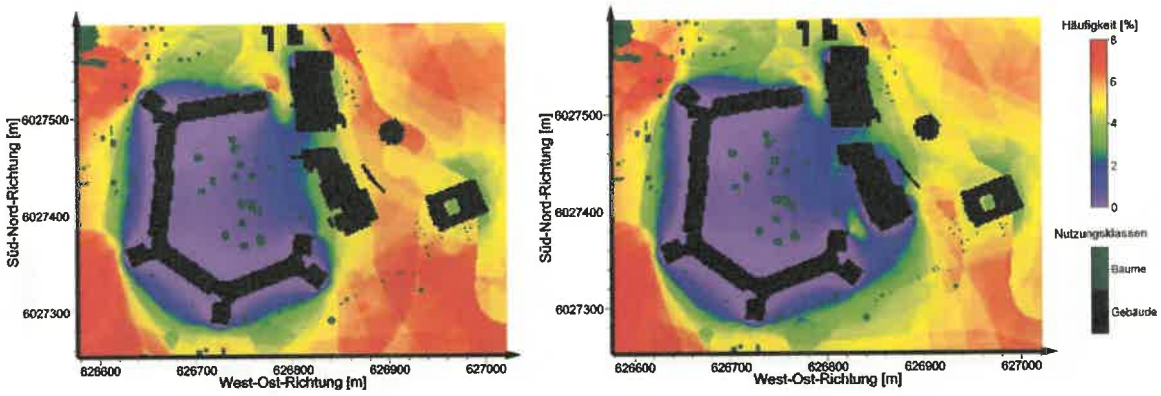


Abb. 13: Häufigkeiten von Böen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 8 m/s in 10 m Höhe. Links: Ist-Zustand, Rechts: Plan-Zustand.

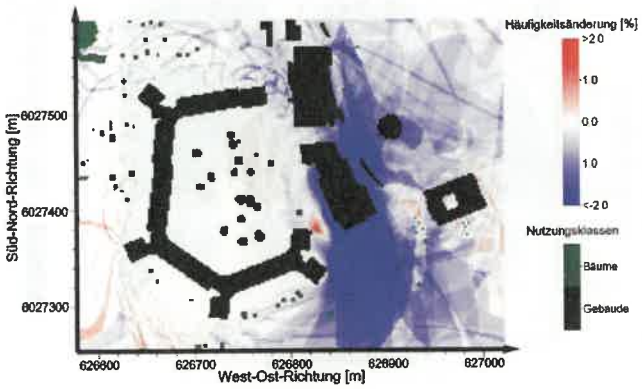


Abb. 14: Differenz der Häufigkeiten von Böen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 8 m/s in 10 m Höhe.

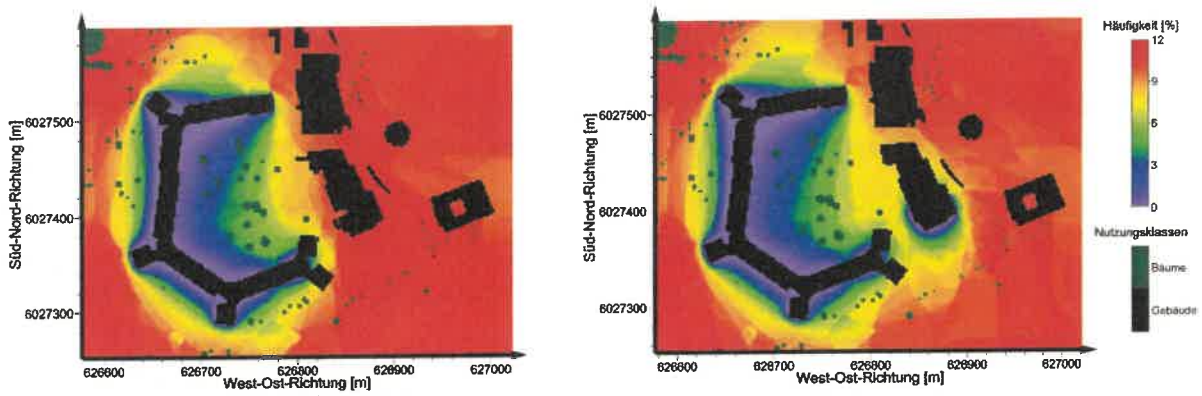


Abb. 15: Häufigkeiten von Böen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 8 m/s in 20 m Höhe. Links: Ist-Zustand, Rechts: Plan-Zustand.

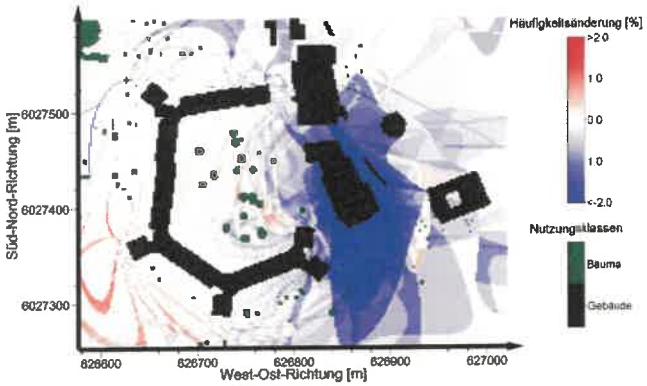


Abb. 16: Differenz der Häufigkeiten von Böen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 8 m/s in 20 m Höhe.

3 Fazit der gesamten Untersuchung

Im Ist-Zustand werden die Windkomfortkriterien (s. Tabelle 1) im Kernbereich des Bewertungsgebietes erfüllt. Am Rande des Bewertungsgebietes werden die Windkomfortkriterien teilweise nicht erfüllt.

Die Veränderungen im Plan-Zustand bewirken hauptsächlich südöstlich des geplanten Gebäudes in einem beschränkten Bereich, dass die Windkomfortkriterien nicht mehr erfüllt werden.

Abgesehen davon wirkt sich das geplante Gebäude nicht signifikant auf den Windkomfort in der Umgebung der Bestandsgebäude aus.

Eine nicht Einhaltung von Windkomfortkriterien ist nicht gleich bedeutend mit einer Gefahr durch Wind.

Eine mögliche Gefahr durch Wind wird mittels eigenständiger Kriterien geprüft.

Eine Gefahr durch Wind (s. Tabelle 2) auf Fußgängerniveau im klimatologischen Mittel existiert im Ist- sowie im Plan-Zustand am nordwestlichen Rand des Bewertungsgebietes im Bereich eines Spielplatzes und Parkplatzes.

Das geplante Gebäude hat auf die Gefahr durch Wind dort keinen negativen Einfluss.

Im Plan-Zustand wird, im Verhältnis zum Ist-Zustand, östlich des geplanten Gebäudes die Gefahr durch Wind leicht erhöht auf ein beschränktes Risiko, als auch reduziert auf ein nicht mehr eingestuftes Niveau.

In der Bilanz vergrößert sich das Gebiet mit beschränktem Risiko durch das geplante Gebäude nicht.

Im Ist- wie im Plan-Zustand gibt es östlich des geplanten Gebäudes keinen Bereich mit gefährlichem Wind.

Abgesehen davon wirkt sich das geplante Gebäude im klimatologischen Mittel nicht negativ auf die Gefahr durch Wind in der Umgebung der Bestandsgebäude aus.

Eine erhöhte Gefahr durch hohe Windgeschwindigkeiten ist am Rande von bebauten Gebieten gerade an der Küste nicht untypisch.

Die Häufigkeit von Böen mit einer Geschwindigkeit von 8 m/s oder mehr im klimatologischen Mittel in der unmittelbaren Nähe von Balkonen des bestehenden Ferienparkgebäudes ändert sich auf Grund des geplanten Gebäudes nicht oder verringert sich. Demnach hat das geplante Gebäude auf die Windverhältnisse an den Balkonen im klimatologischen Mittel keinen negativen Einfluss. Lediglich zwischen der Kante dieses bestehenden Gebäudes und dem geplanten Gebäude treten in den unteren Höhen häufiger diese Art von Böen auf.

Literaturnachweis

Deutscher Wetterdienst (2016): Zugang zu den Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes, CDC FTP-Server, URL: ftp://ftp-cdc.dwd.de/../../../pub/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical/ (18.05.2016)

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.: DGNB-Kriterium SOC1.1, Thermischer Komfort im Freiraum

Gross, G. (2010): Numerical simulation of the diurnal variation of wakes behind wind turbines. Meteorologi-sche Zeitschrift, Vol.19.

Gross, G. (2011): Validierung von ASMUS. Werkstattbericht. Institut für Meteorologie und Klimatologie, Leib-niz Universität Hannover

Gross, G. (2014): On the estimation of wind comfort in a building environoment by microscale simulation, Meteorol. Zeitschrift, Vol. 23.

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

Kuttler, W. (2013): Klimatologie. Kapitel: Lokale Maßnahmen gegen den globalen Klimawandel. Paderborn: Schöningh (2. Auflage).

NEN, Nederlands Normalisatie Institut (2006): Niederländische Norm NEN 8100: Wind comfort and wind danger in the built environment.

VDI 3783 Blatt 9 (2005): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung, Beuth Verlag, Berlin.

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2004): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 9. Umweltmeteorologie. Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene.

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2008): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung. Teil I: Klima.

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Hannover, den 26.07.2021

Erstellt von: Robert von Tils

Robert von Tils (M.Sc. Meteorologie)

Geprüft von: Peter Trute

Dipl.-Geogr. Peter Trute

Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung beide Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichten Lesbarkeit und Verständlichkeit die männliche Form gewählt wurde.

Die Erstellung der Klimaexpertise erfolgte entsprechend dem Stand der Technik nach besten Wissen und Gewissen. Die Klimaexpertise bleibt bis zur Abnahme und Bezahlung alleiniges Eigentum des Auftragnehmers. Eigentum und Nutzungsrecht liegen bei dem Auftraggeber.