

Auslage 5H
Zur Mag.-Vorl. Nr.

BEBAUUNGSPLAN NR. 652 A

„KAISERLEI NORDOST; HOCHHAUS“

DIAGNOSE DER WINDVERHÄLTNISSE

STAND 18.08.2023

Diagnose der Windverhältnisse
für das Hochhausprojekt „Nordkap“
zum B-Plan Nr. 652 A „Kaiserlei Nordost - Hochhaus“
im Auftrag der Nordring Offenbach 1. Erwerbs GmbH



LEAD Mag. Matthias Ratheiser

TEAM MSc Maria Feichtinger

+43 1 522 37 29 **TEL**

info@weatherpark.com **MAIL**

16. Februar 2022 **DATE**

Kontakt Daten:

Weatherpark GmbH Meteorologische Forschung und Dienstleistungen
Ingenieurbüro für Meteorologie

Gardegasse 3/3

A-1070 Wien

Tel. A: +43 1 522 37 29

Tel. D: +49 152 02 07 91 50

Fax: +43 1 522 37 29 - 11

info@weatherpark.com

www.weatherpark.com

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Zusammenfassung | 4 |
| 2. Einleitung | 5 |
| 2.1. Allgemeines zur Untersuchung..... | 5 |
| 2.2. Beschreibung des Untersuchungsgebiets..... | 5 |
| 2.3. Planstände | 6 |
| 3. Klimatologie..... | 6 |
| 3.1. Beschreibung der Windklimatologie | 6 |
| 4. Methode der Untersuchung | 8 |
| 4.1. Das strömungsmechanische Computermodell..... | 8 |
| 4.2. Maßzahlen für die Auswertung..... | 9 |
| 4.2.1. Relatives Maß für den Windkomfort: Verstärkungen | 9 |
| 4.2.2. Absolutes Maß für den Windkomfort: Stunden mit unangenehmen Windverhältnissen... | 10 |
| 4.3. Methode der Auswertung..... | 11 |
| 4.4. Erklärung der Abbildungen | 11 |
| 4.4.1. Farbflächenkarten mit der Häufigkeit von unangenehmen Windverhältnissen..... | 11 |
| 4.4.2. Farbflächenkarten mit Verstärkungsfaktoren | 11 |
| 4.4.3. Vektorkarten der Windgeschwindigkeit | 11 |
| 4.4.4. Karten mit Rückwärtstrajektorien | 12 |
| 5. Diagnose der Windverhältnisse..... | 13 |
| 5.1. Vergleichende Beschreibung der Windverhältnisse | 13 |
| 5.2. Fazit und Empfehlungen zur Erhöhung des Windkomforts..... | 19 |
| 5.2.1. Fazit..... | 19 |
| 5.2.2. Empfehlungen..... | 19 |
| 6. Haftungseinschränkung | 21 |

1. Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Analyse des Windkomforts für den Rahmenplan Nordkap, insbesondere für das Hochhaus-Projekt „Nordkap“, in Offenbach im Vergleich mit dem Ist-Zustand der Bebauung im September 2020 (Vorher-Nachher-Vergleich). Ziel der Untersuchung ist es, die Auswirkungen des geplanten Projekts auf den Windkomfort zu quantifizieren und Empfehlungen für die weiteren Planungen auszusprechen. Dafür werden auf Grundlage von Simulationsergebnissen Bereiche mit einerseits hohem und andererseits geringem Komfort bei Aufenthalt auf den Freiflächen des Projektes beschrieben und Empfehlungen zur Entwicklung von Maßnahmen ausgesprochen.

Für die vorliegende Untersuchung wurden statistische Auswertungen der 16-jährigen Windmessreihe der Klimastation Offenbach-Wetterpark des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Diese Station wurde ausgewählt, weil sie die nächste Station mit einer langjährigen Windmessreihe ist. Für die Auswertungen des Windkomforts wurde eine Windstatistik basierend auf einer Datenreihe der Jahre 2005-2020 verwendet. Bei der Verteilung der Windrichtungen fällt ein primärer Hauptwindrichtungssektor (zwischen Süd und West) und ein – weniger häufigerer – sekundärer Sektor zwischen Nord und Nordost auf.

Für die Beurteilung des Windkomforts wurden Windsimulationen mit dem CFD-Computermodell STAR-CCM+ von zwei Bebauungsvarianten durchgeführt, um Häufigkeiten von Komfortschwellenüberschreitungen zu berechnen. Die erste Variante ist der „Ist-Zustand“. Er repräsentiert den Zustand der Bebauung des Untersuchungsgebiets im September 2020. Die zweite Variante, der Planstand, zeigt eine Bebauungsvariante auf dem Projektgebiet vom November 2020. Die Auswertung des Windkomforts erfolgte durch die flächige Angabe von zwei Maßzahlen: Stunden mit unangenehmen Windverhältnissen pro Jahr und maximale Verstärkungsfaktoren.

Fazit der Untersuchung:

- Das Thema Windkomfort ist bei vorliegendem Projekt ein maßgeblicher Einflussfaktor für funktionierende Freiflächen, die von der Bevölkerung gerne und oft angenommen werden. Gründe dafür sind
 - die relativ hohen mittleren Windgeschwindigkeiten vor allem aus südwestlichen Richtungen und
 - die Höhe des Hochhauses relativ zu seiner Umgebung. Es ragt deutlich über die mittlere Gebäudehöhe hinaus und verursacht dadurch Abwinde, die am Boden unangenehme Windverhältnisse verursachen.
- Empfohlen wird, die Positionierung, Ausrichtung und Form des Hochhauses anzupassen, so dass Abwinde reduziert werden (siehe „große“ Maßnahmen in Kapitel 5.2.2).
- Außerdem ist eine interaktive Entwicklung von Windschutzmaßnahmen während der Planung der Gebäude und Freiflächen in Zusammenarbeit von Planer*innen und Strömungsexpert*innen sinnvoll (siehe „kleine“ Maßnahmen in Kapitel 5.2.2).
- Die empfohlenen weiterführenden Maßnahmen beziehen sich ausschließlich auf die Verbesserung der Komfortverhältnisse. Die berechneten maximalen Verstärkungsfaktoren bedeuten, dass keine Bereiche mit deutlich erhöhter Sturmhäufigkeit auftreten werden.

2. Einleitung

2.1. Allgemeines zur Untersuchung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Analyse des Windkomforts für den Rahmenplan Nordkap, insbesondere für das Hochhaus-Projekt „Nordkap“, in Offenbach im Vergleich mit dem Ist-Zustand der Bebauung im September 2020 (Vorher-Nachher-Vergleich). Ziel der Untersuchung ist es, die Auswirkungen des geplanten Projekts auf den Windkomfort zu quantifizieren und Empfehlungen für die weiteren Planungen auszusprechen. Dafür werden auf Grundlage der Simulationsergebnisse Bereiche mit einerseits hohem und andererseits geringem Komfort bei Aufenthalt auf den Freiflächen des Projektes beschrieben und Empfehlungen zur Entwicklung von Maßnahmen ausgesprochen.

2.2. Beschreibung des Untersuchungsgebiets



Abb. 2.1: Ausschnitt von Offenbach mit dem Planungsgebiet (rote Markierung) im Bereich Nordring/Goethering/Kaiserleistraße (Hintergrundkarte: Open Street Map, 2022).

Abb. 2.1 zeigt die Lage und Größe des Planungsgebiets (gelber Rand). Die Auswertungen des Windkomforts wurden in diesem Gebiet und auf den Freiflächen in seiner unmittelbaren Umgebung durchgeführt.

2.3. Planstände

Ein 3D-Gebäudemodell des Turms und der übrigen geplanten Gebäude (Datei 20-11-17_OF Nordring – Rahmenplan 3D-Modell.dwg) wurde von planquadrat am 19.11.2020 an Weatherpark übermittelt. Ein 3D-Modell der bestehenden Umgebungsgebäude (LoD2_480_5550.gml) wurde am 12.10.2020 vom Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation an Weatherpark übermittelt.

3. Klimatologie

3.1. Beschreibung der Windklimatologie

Für die vorliegende Untersuchung wurden statistische Auswertungen der 16-jährigen Windmessreihe der Klimastation Offenbach-Wetterpark des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Diese Station wurde ausgewählt, weil sie die nächste Station mit einer langjährigen Windmessreihe ist. Für die Auswertungen des Windkomforts wurde eine Windstatistik basierend auf einer Datenreihe der Jahre 2005-2020 verwendet.

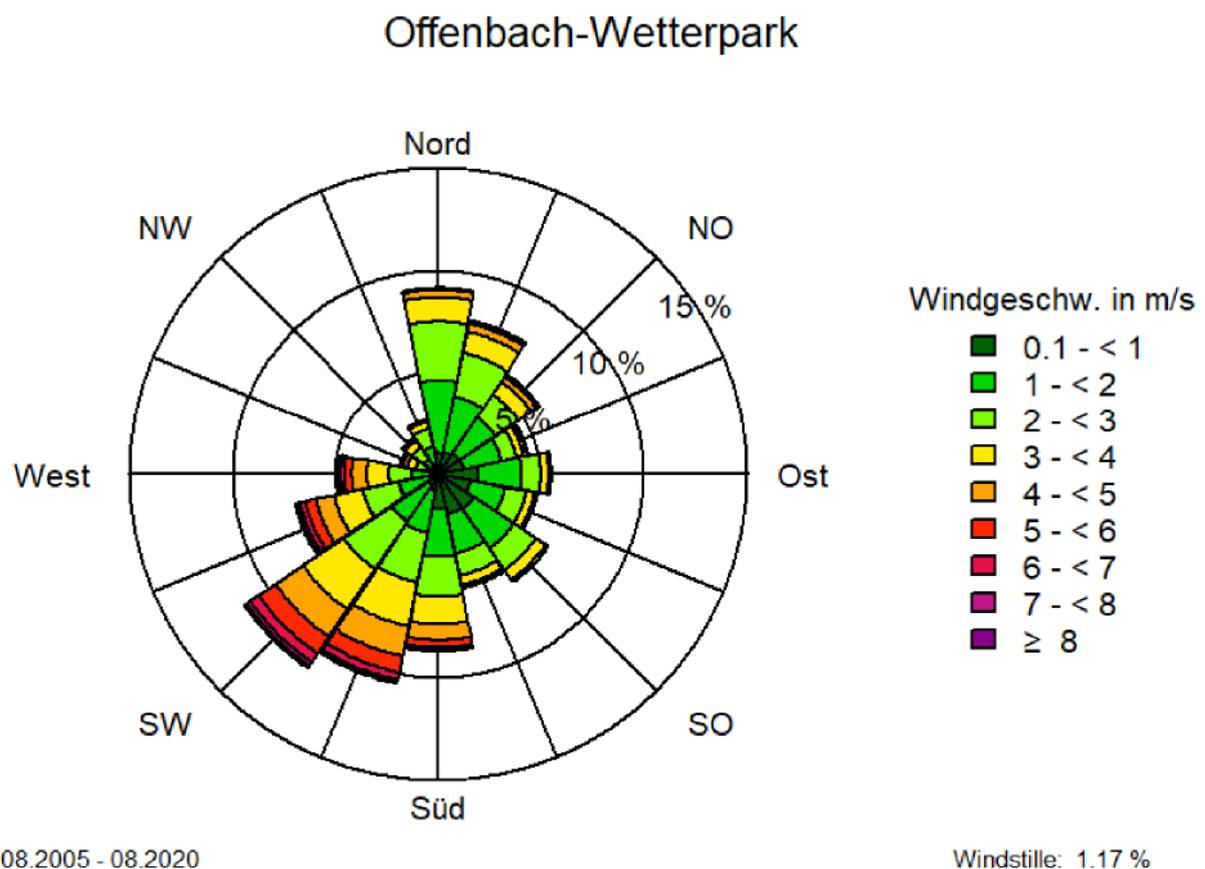


Abb. 3.1: Verteilungen der Häufigkeiten der Richtungen der mittleren Windgeschwindigkeiten für die Klimastation Offenbach Wetterpark. Die Länge der Segmente gibt über die Häufigkeit der jeweiligen Windrichtung in % Auskunft. Die Farben zeigen die Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen.

An der Verteilung in Abb. 3.1 fällt auf, dass es einen primären (zwischen West und Süd) und einen selteneren sekundären (zwischen Nord und Nordost) Hauptwindrichtungssektor gibt. In Summe kommt der Wind im Jahresmittel zu knapp 42 % aus dem primären Richtungssektor und zu knapp 22 % aus dem sekundären Richtungssektor. Somit kommt der Wind zu rund 64 % des Jahres aus einer der Hauptwindrichtungen. 1,17 % des Jahres herrscht Windstille. In der restlichen Zeit kommt der Wind aus den anderen Windrichtungen, und dabei vor allem aus den östlichen Richtungen.

Die Farben in der Abbildung informieren darüber, wie häufig die in der Legende angegebenen Windgeschwindigkeiten vertreten sind: Im primären Hauptwindrichtungssektor kommen mitunter auch gelbe und rote Farbtöne vor. Das bedeutet, dass hier teilweise mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 4 und 8 m/s (14 bis 29 km/h) auftreten. Geschwindigkeiten über 6 m/s kommen fast ausschließlich aus südwestlichen Richtungen. Bei Schwachwindlagen (dunkelgrüne Anteile) herrschen vor allem – im Uhrzeigersinn gesehen – nördliche bis südwestliche Richtungen vor.

Für die Betrachtung der Komfortverhältnisse sind vor allem die südwestlichen Hauptwindrichtungen ausschlaggebend, da sich der Wind aus dieser Richtung auch schon ohne Verstärkungen durch das Gebäude zeitweise im Bereich der kritischen Windgeschwindigkeit für kurzes Verweilen im Freien befindet (rund 5m/s bzw. 20 km/h, siehe Kapitel 4.2).

4. Methode der Untersuchung

Für die Beurteilung des Windkomforts wurden Windsimulationen von zwei Bebauungsvarianten durchgeführt, um Häufigkeiten von Komfortschwellenüberschreitungen zu berechnen. Die erste Variante ist der „Ist-Zustand“. Er repräsentiert den Zustand der Bebauung des Untersuchungsgebiets im September 2020. Die zweite Variante ist der Rahmenplanentwurf des Hochhaus-Projektes (siehe Planstände in Kapitel 1). Neben den Ergebnisfeldern aus dem Computermodell (Erklärung in der Folge) ging dafür die Statistik der mittleren Windgeschwindigkeit (vgl. Kapitel 3) in die Berechnung ein.

4.1. Das strömungsmechanische Computermodell

Die Geometrie der geplanten Gebäude und deren Umgebung wurden im strömungsmechanischen Computermodell STAR-CCM+ nachgebildet. In den Abb. 4.1 und Abb. 4.2 sind zwei Ansichten des Untersuchungsgebiets im Computermodell dargestellt. In Abb. 4.1 ist der Ist-Zustand zu sehen, im Abb. 4.2 der Rahmenplanentwurf. Es ist unerlässlich, genügend Umgebung im Modell zu berücksichtigen, da das lokale Windfeld immer ein Produkt aus den Einflüssen aller geplanten und bestehenden Gebäude ist. Abb. 4.3 zeigt einen Detailausschnitt des Hochhauses.

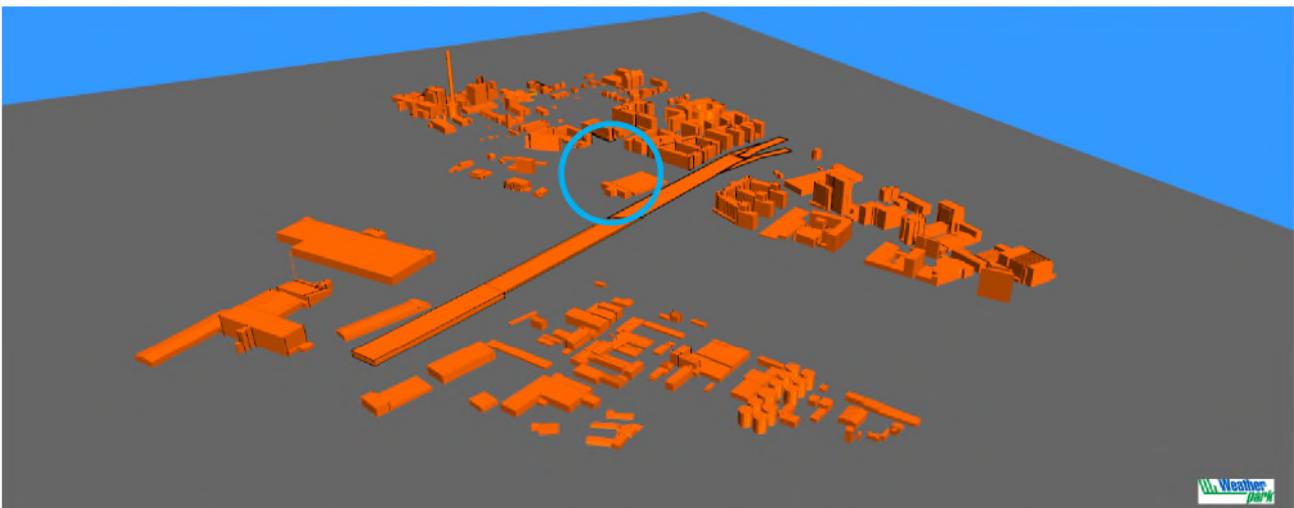


Abb. 4.1: Perspektive der Geometrie (Ist-Zustand) im Computermodell in Blickrichtung Südosten. Der Bauplatz in der Bildmitte (blauer Kreis) ist der Untersuchungsgegenstand.

Der Luftraum um die Objekte wurde mit einem dreidimensionalen Gitter mit variabler Genauigkeit versehen. An jedem Gitterpunkt wurden zweimal (Ist-Zustand & Planstand) je 16 Werte von Windgeschwindigkeit und Windrichtung berechnet. Das Modellgebiet ist 2.000 m x 2.000 m x 500 m groß. Es besitzt einen rund 600 m breiten Rand ohne explizite Bebauung, damit die Berechnungen im Untersuchungsgebiet nicht durch numerische Randeffekte beeinflusst werden. Die Abstände der Gitterpunkte im Modell betragen unmittelbar an den Fassaden der Gebäude rund 0,5 bis 1,0 m und in den ersten eineinhalb Metern von den Böden und Wänden entfernt 0,4 m. Bis zum Rand des Modellgebiets und in höheren Luftschichten vergrößert sich der Gitterabstand bis auf 30 m. Das Gitter umfasst rund 7,8 Mio. Zellen.

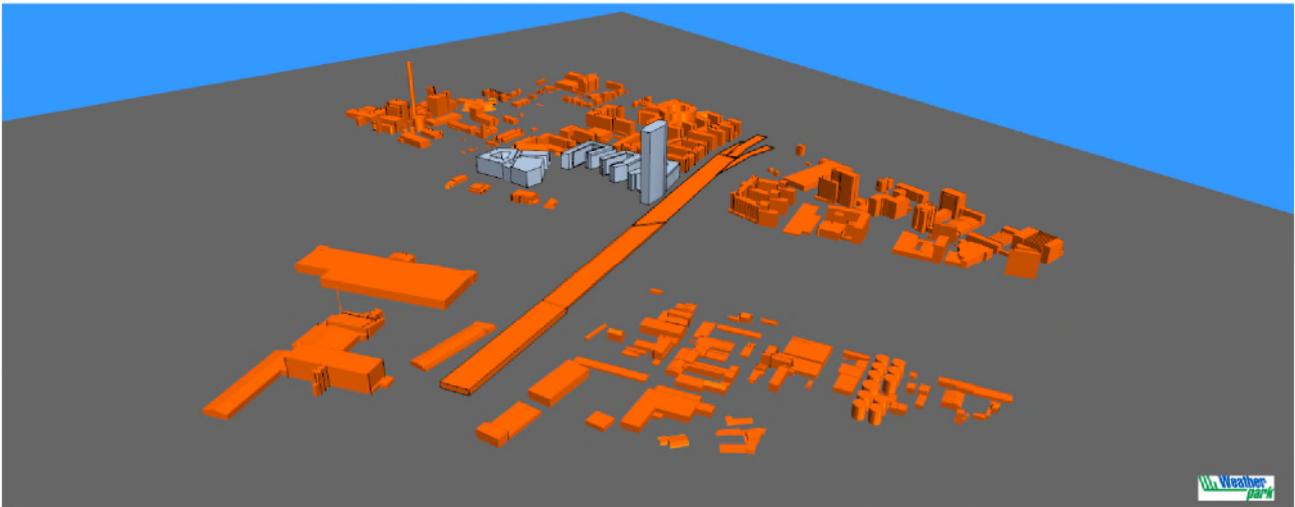


Abb. 4.2: Perspektive der Geometrie (Planstand, Rahmenplanentwurf in der Bildmitte blau) im Computermodell in Blickrichtung Südosten.

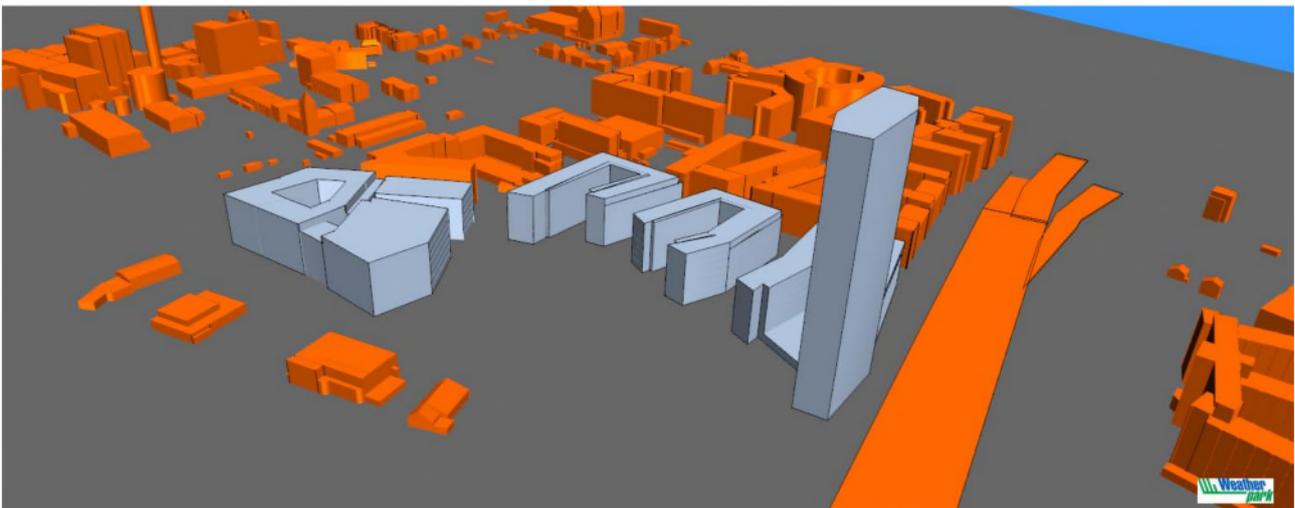


Abb. 4.3: Wie Abb. 3.2 Detailansicht in Blickrichtung Südosten.

Als Eingangswerte wurden vertikale Profile für Windgeschwindigkeit und Turbulenzgrößen¹ verwendet, die am Rand des Untersuchungsgebiets vorgegeben wurden. Für die Erstellung der Profile wurde die in Kapitel 3 beschriebene Windstatistik herangezogen.

4.2. Maßzahlen für die Auswertung

4.2.1. Relatives Maß für den Windkomfort: Verstärkungen

Verstärkungsfaktoren geben darüber Auskunft, wie die Windgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet in 1,7 m Höhe (Fußgängerniveau) - im Verhältnis zum ungestörten Windfeld in 10 m Höhe² - verstärkt (Faktor größer als 1,0; gelbe und rote Farben) oder abgeschwächt (Faktor kleiner als 1,0; grüne Farben) wird. Die Verstärkungen und Abschwächungen resultieren aus dem Einfluss der Gebäude auf das Windfeld. Ein Faktor von 1,0 bedeutet, dass der Wind so stark ist, als wäre er frei

¹Die Turbulenzgrößen sind Maße für die Unruhe in der Strömung. Je größer die Turbulenz der Luftströmung ist, desto mehr Wirbel treten auf und desto böiger ist der Wind. Für die Simulationen wurde eine Form des sog. k-ε-Turbulenzmodells verwendet. Die Turbulenzgrößen sind hier die turbulente kinetische Energie (k) und die Dissipationsrate (ε).

²In der Meteorologie ist 10 m über dem Boden die Normmesshöhe für Windrichtung und -geschwindigkeit.

von Gebäudeeinflüssen. Die Höhe der Verstärkungsfaktoren ist das in diesem Bericht verwendete relative Maß für den Windkomfort auf den Freiflächen.

Die Kategorisierung in Tab. 3.1 ermöglicht es, Aussagen über die Windverhältnisse auf Fußgängerebene zu treffen, relativ zu den typischen Windverhältnissen.

| Verstärkungsfaktor | Verstärkung in % | Bedeutung |
|--------------------|------------------|---|
| kleiner als 1,0 | 0 % | Entspricht dem ungestörten, gebäudelosen Umgebungswind |
| 1,0 bis 1,2 | 0 bis 20 % | Geringe Verstärkung |
| 1,2 bis 1,4 | 20 bis 40 % | Typische Verstärkung in Blockrandbebauung |
| 1,4 bis 1,8 | 40 bis 80 % | Typische Verstärkungen für Hochhäuser ohne Windschutzmaßnahmen, Erhöhung der Sturmhäufigkeit |
| größer als 1,8 | größer als 80 % | Selbst für Hochhäuser überdurchschnittliche Verstärkungen, Häufung von gefährlichen Verhältnissen |

Tab. 4.1: Kategorisierung der Komfortverhältnisse abhängig von der Verstärkung der Windgeschwindigkeit relativ zu einem angenommenen unverbauten Zustand.

4.2.2. Absolutes Maß für den Windkomfort: Stunden mit unangenehmen Windverhältnissen

Zahlreiche Studien³ und Erfahrungen der Weatherpark GmbH ergeben mittlere Schwellwerte für Windgeschwindigkeiten, die von Menschen als störend empfunden werden. Diese Schwellwerte hängen von der Verweildauer der Personen und von deren Tätigkeiten im Freien ab. Verweilen sie nur kurz im Freien, etwa zum Überqueren eines Platzes, gilt ein höherer Schwellwert. Bei längerem Aufenthalt im Freien, z.B. beim Besuch im Gastgarten eines Restaurants, wird der Wind schon bei geringeren Windgeschwindigkeiten als unangenehm wahrgenommen. Die Schwelle liegt in solchen Fällen bei niedrigeren Geschwindigkeiten.

In diesem Bericht werden zur Beurteilung der Komfortverhältnisse im öffentlichen Raum und im Freiraum um die Gebäude bei kurzem und langem Verweilen (Plätze, Gehsteige,..) folgende Schwellen für die Windgeschwindigkeit definiert:

$$v_{\text{krit}}(\text{kurzes Verweilen}) = 21,8 \text{ km/h} - \sigma_{21,8 \text{ km/h}}$$

$$v_{\text{krit}}(\text{langes Verweilen}) = 12,0 \text{ km/h} - \sigma_{12,0 \text{ km/h}}$$

Diese Schwellwerte werden gebildet, indem von einer mittleren Geschwindigkeit ein Maß für die Böigkeit (σ ist die Standardabweichung) des Windes abgezogen wird. Wenn das Windfeld unruhig ist - also stärkere Böen auftreten - so nimmt man den Wind eher als unangenehm wahr, als wenn das Windfeld gleichförmig ist. Die Standardabweichung ist abhängig vom Standort und vom Geschwindigkeitsbereich, für den sie gebildet wird. Für den untersuchten Standort gelten die Schwellen $v_{\text{krit}}(\text{kurzes Verweilen}) = 20,03 \text{ km/h}$ (mit $\sigma_{21,8 \text{ km/h}} = 1,77 \text{ km/h}$) und $v_{\text{krit}}(\text{langes Verweilen}) = 10,89 \text{ km/h}$ (mit $\sigma_{12,0 \text{ km/h}} = 1,11 \text{ km/h}$).

³ siehe z.B. B. Blocken and J. Carmeliet: Pedestrian Wind Environment around Buildings: Literature Review and Practical Examples, 2004. Journal of Thermal Env. & Bldg. Sci., Vol.28, No. 2

Die Schwellen werden in Abhängigkeit von den Windverhältnissen am Untersuchungsstandort während einer bestimmten Anzahl von Stunden pro Jahr überschritten. Je häufiger dieser Wert überschritten wird, desto geringer ist dort der Windkomfort. Ein gewisser Jahresanteil an unangenehmen Verhältnissen muss aufgrund der am Standort herrschenden Windverhältnisse akzeptiert werden.

Empirische Studien haben gezeigt, dass unangenehme Windverhältnisse während 15 % der Zeit noch nicht als störend empfunden werden. Viele Menschen beginnen sich über die Windverhältnisse zu beklagen, wenn dieser Wert – er entspricht rund 1.315 Stunden pro Jahr - überschritten wird. Im gesamten Bericht werden die gleichen Bezeichnungen für den Windkomfort auf den Freiflächen verwendet, je nachdem, wie hoch die Stunden mit unangenehmen Windverhältnissen pro Jahr sind:

| Kategorie des Windkomforts | Unangenehme Windverhältnisse (Stunden pro Jahr) |
|----------------------------|---|
| Sehr hoch | weniger als 700 |
| Hoch | 700 bis 1.000 |
| Mittelmäßig | 1.001 bis 1.315 |
| Gering | 1.316 bis 1.600 |
| Sehr gering | mehr als 1.600 |

Tab. 4.2: Kategorisierung der Komfortverhältnisse abhängig von der Anzahl der Stunden mit unangenehmen Windverhältnissen.

4.3. [Methode der Auswertung](#)

Analyse und Bewertung basieren auf der Simulation von je 16 Windrichtungen für die beiden Bauzustände: Nord, Nordnordost, Nordost, Ostnordost, Ost, Ostsüdost, Südost, Südsüdost, Süd, Südsüdwest, Südwest, Westsüdwest, West, Westnordwest, Nordwest und Nordnordwest (im Abstand von jeweils 22,5°). Zur Illustration und Interpretation dieser Windfelder werden unterschiedliche Arten der Darstellung angewendet, die im Folgenden erklärt werden.

4.4. [Erklärung der Abbildungen](#)

4.4.1. [Farbflächenkarten mit der Häufigkeit von unangenehmen Windverhältnissen](#)

Diese Karten zeigen Draufsichten des Untersuchungsgebiets mit horizontalen Schnitten in einer Höhe von 1,7 m über der in der Abbildung angeführten Auswertungsfläche (terrainfolgend). Die Gebäudegrundrisse in diesen Höhen sind in grau zu erkennen. Die Farbflächen zeigen die räumliche Verteilung der Stunden pro Jahr mit unangenehmen Windverhältnissen (vgl. Kapitel 4.2.2). Die Legende am unteren Bildrand ordnet den Stundenwerten die entsprechende Farbe zu. Die Werte sind Summen über die Beiträge aus allen 16 untersuchten Windrichtungen.

4.4.2. [Farbflächenkarten mit Verstärkungsfaktoren](#)

Diese Karten zeigen Draufsichten mit horizontalen Schnitten in einer Höhe von 1,7 m über der in der Abbildung angeführten Auswertungsfläche (terrainfolgend). Die Farbflächen zeigen die maximalen Verstärkungsfaktoren (vgl. Kapitel 4.2.1) für alle 16 untersuchten Windrichtungen. Die Gebäudegrundrisse in diesen Höhen sind in grau zu erkennen. Die Legende am unteren Bildrand ordnet den Farben die Verstärkungsfaktoren als ein Maß für den Windkomfort zu.

4.4.3. [Vektorkarten der Windgeschwindigkeit](#)

Das Windfeld wird in Form von Pfeilen dargestellt, welche die Windrichtung (Orientierung des Pfeils) und Windgeschwindigkeit (Länge und Farbe) an der Position des Pfeils angeben. Diese Darstellungen gelten für eine in der Abbildung angegebene Windrichtung. Der zweidimensionale Schnitt mit den Vektoren befindet sich in einem konstanten Abstand von 1,7 m über der in der Abbildung angeführten Auswertungsfläche. Die Farben in der Legende gehen nach Verstärkungsfaktoren (vgl. Tab. 4.1).

4.4.4. Karten mit Rückwärtstrajektorien

Das Windfeld wird in einer dreidimensionalen Ansicht in Form von Linien dargestellt. Diese Linien beschreiben den Weg, den die Luft durch das Untersuchungsgebiet nimmt, um bis zu einer bestimmten Stelle zu gelangen. Maßnahmen, die auf dem Weg der Trajektorien liegen, können besonders gut zur Optimierung des Windkomforts verwendet werden. Die Farben in der Legende richten sich nach Verstärkungsfaktoren (vgl. Tab. 4.1).

5. Diagnose der Windverhältnisse

5.1. Vergleichende Beschreibung der Windverhältnisse

In Abb. 5.1 ist zunächst die räumliche Verteilung des Windkomforts für kurzes Verweilen im Freien für den Ist-Zustand der Bebauung dargestellt. Dieser ist überall sehr hoch (dunkelgrüne Farben), was bedeutet, dass Nutzungen wie das Überqueren eines Platzes oder das Gehen am Gehsteig während des Großteils des Jahres ohne Beeinträchtigung möglich ist. Im Vergleich dazu zeigt Abb. 5.2 die gleiche Auswertung für den Planstand. Dabei fällt auf, dass im Umfeld des geplanten Hochhauses gelbliche Bereiche hinzugekommen sind. Das bedeutet, dass der Windkomfort an diesen Stellen mittelmäßig ist.



Abb. 5.1: Draufsicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße mit Schnitt in 1,7m über Fußgängerniveau im *Ist-Zustand*. Farbflächen der Summe der unangenehmen Windverhältnissen über 16 Windrichtungen in Stunden pro Jahr für *kurzes Verweilen* im Freien.



Abb. 5.2: Draufsicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße mit Schnitt in 1,7m über Fußgängerniveau im *Planstand*. Farbflächen der Summe der unangenehmen Windverhältnissen über 16 Windrichtungen in Stunden pro Jahr für *kurzes Verweilen* im Freien.

Ein weiterer Vergleich wird in den Abb. 5.3 und 5.4 angestellt: jener für den Windkomfort bei langem Verweilen im Freien, also für sensible Freiflächennutzungen wie der Aufenthalt im Gastgarten. Aus der Verteilung in Abb. 5.3 ist ersichtlich, dass viele Stellen geringen oder sehr geringen Windkomfort aufweisen. Das macht deutlich, dass der Standort eine gewisse Grundbelastung wegen seiner relativ hohen mittleren Windgeschwindigkeiten aufweist und sensible Nutzungen im Freien mit Bedacht und nicht ohne Berücksichtigung des Windkomforts geplant werden sollten. Abb. 5.4 zeigt, dass durch das Hochhaus weitere Bereiche hinzukommen, die sehr geringen Windkomfort aufweisen.

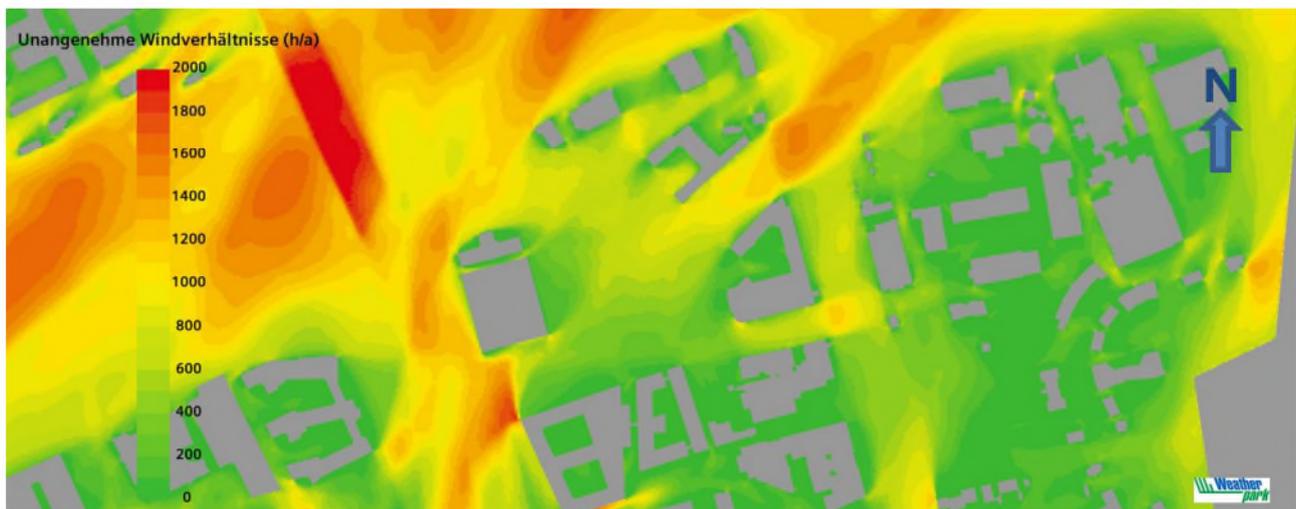


Abb. 5.3: Draufsicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße mit Schnitt in 1,7m über Fußgängerniveau im *Ist-Zustand*. Farbflächen der Summe der unangenehmen Windverhältnissen über 16 Windrichtungen in Stunden pro Jahr für *langes Verweilen* im Freien.

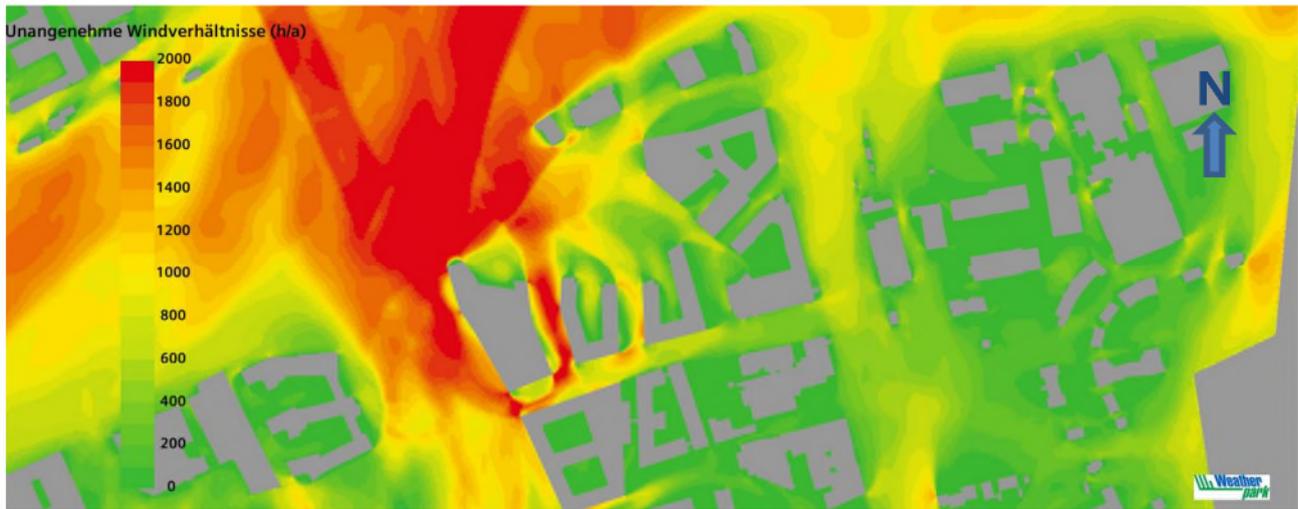


Abb. 5.4: Draufsicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße mit Schnitt in 1,7m über Fußgängerniveau im *Planstand*. Farbflächen der Summe der unangenehmen Windverhältnissen über 16 Windrichtungen in Stunden pro Jahr für *langes Verweilen* im Freien.

Abb. 5.5. und 5.6 vergleichen die maximalen Verstärkungsfaktoren miteinander, also die Information, wie sehr der Eingangswind durch die jeweilige Gebäudekonstellation höchstens verstärkt wird. Im Ist-Zustand ist das maximal 20% (Faktoren bis 1,2), im Planstand bis zu 50 % (Faktoren bis zu 1,5). Die größten Faktoren treten dabei unter der Autobahn auf. Diese beiden Abbildungen bedeuten, dass sich die Winduntersuchung in beiden Fällen auf Komfortfragen beschränken lässt. Größere Verstärkungsfaktoren würden bedeuten, dass auch gefährliche Situationen bzw. Bereiche mit deutlich erhöhter Sturmhäufigkeit auftreten würden (vgl. Tab. 4.1).



Abb. 5.5: Draufsicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße mit Schnitt in 1,7m über Fußgängerniveau im *Ist-Zustand*. Farbflächen der maximalen Verstärkungsfaktoren aus 16 Windrichtungen.



Abb. 5.6: Draufsicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße mit Schnitt in 1,7m über Fußgängerniveau im **Planstand**. Farbflächen der maximalen Verstärkungsfaktoren aus 16 Windrichtungen.

Zu den Gründen für die beschriebenen Komfortverhältnisse geben Abb. 5.7 und 5.8 Auskunft. Während der Wind bei der Hauptwindrichtung SW im Ist-Zustand relativ ungehindert zwischen den ähnlich hohen Gebäuden strömt, verursacht das Hochhaus ausgeprägte Um- und Ablenkungseffekte. Dabei kommt es vor allem zu vertikaler Ablenkung (siehe Abb. 5.9). Stärkerer Wind aus größeren Höhen wird dabei auf den Boden abgelenkt und sorgt dort für geringen Windkomfort.

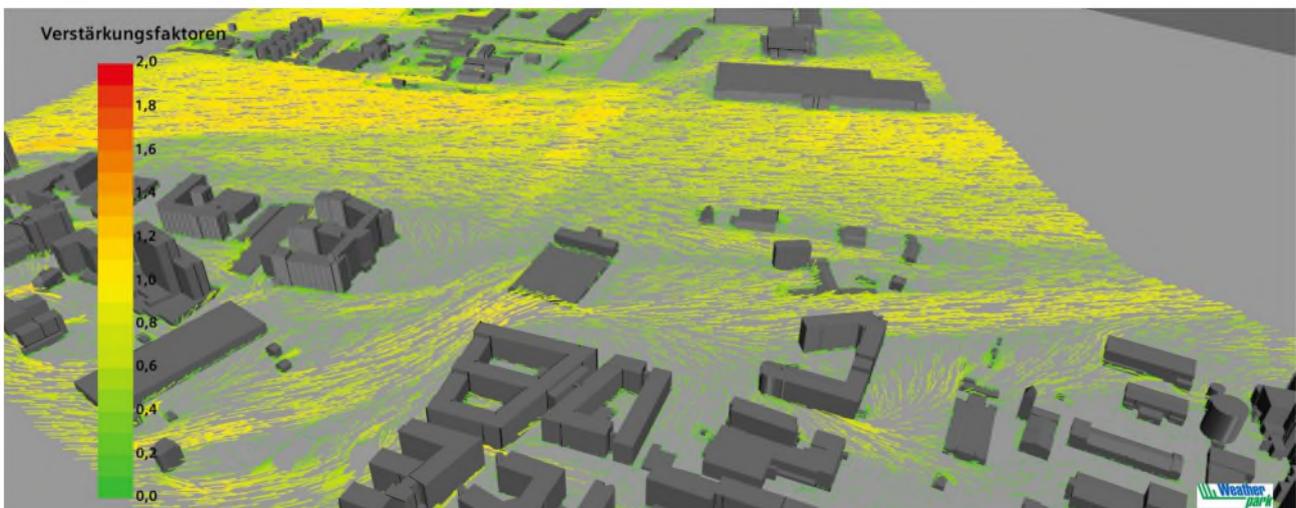


Abb. 5.7: Ansicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße im **Ist-Zustand** in Blickrichtung Südosten. Schnitt in 1,7 m über dem Fußgängerniveau mit Windvektoren für die Windrichtung Südwest mit Farben nach Verstärkungsfaktoren.

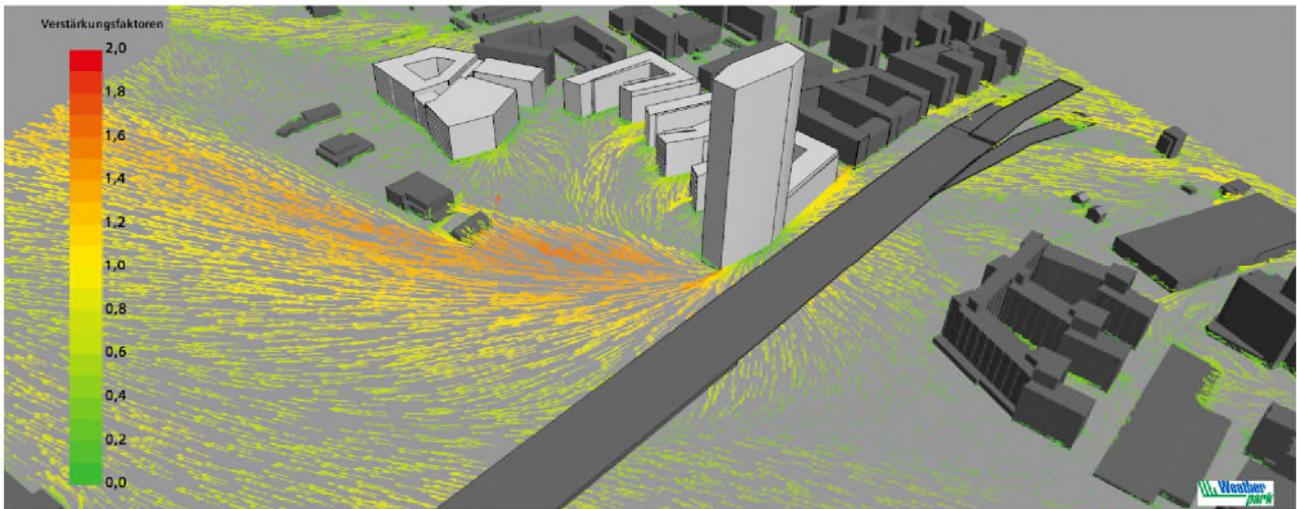


Abb. 5.8: Ansicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße im **Planstand** in Blickrichtung Südosten. Schnitt in 1,7 m über dem Fußgängerniveau mit Windvektoren für die Windrichtung Südwest mit Farben nach Verstärkungsfaktoren.

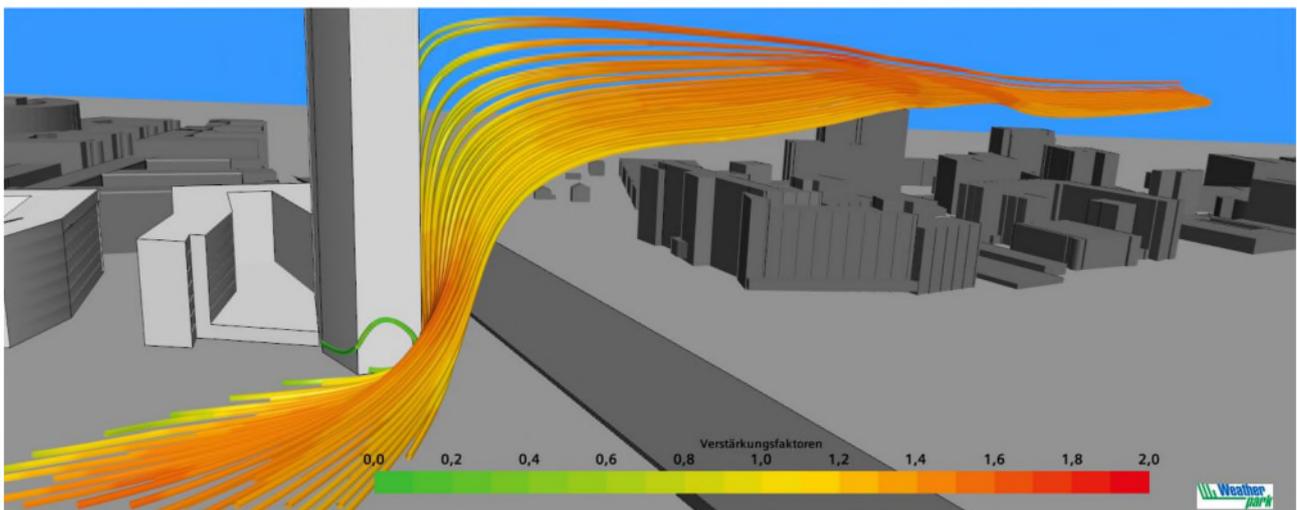


Abb. 5.9: Ansicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße in Blickrichtung Süden. Trajektorien für die Windrichtung Südwest. Sie zeigen, woher die Luft kommt und wohin sie strömt, die an der Nordseite des geplanten Hochhauses die Verstärkungen am Boden verursacht. Farben nach Verstärkungsfaktoren.

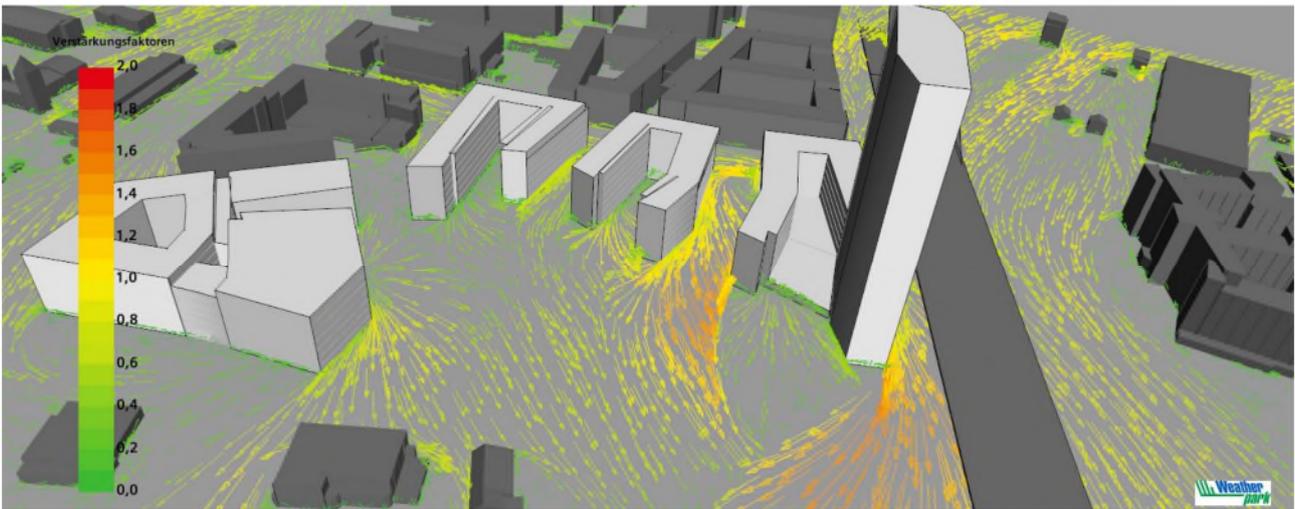


Abb. 5.10: Ansicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße im **Planstand** in Blickrichtung Süden. Schnitt in 1,7 m über dem Fußgängerniveau mit Windvektoren für die Windrichtung Südsüdwest mit Farben nach Verstärkungsfaktoren.

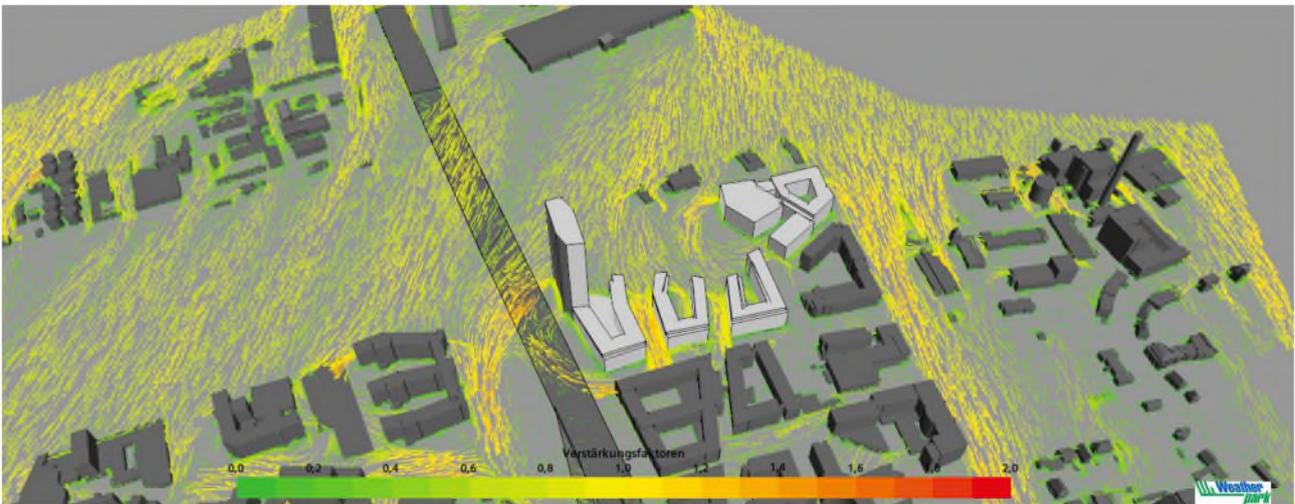


Abb. 5.11: Ansicht Hochhausprojekt Kaiserleistraße im **Planstand** in Blickrichtung Norden. Schnitt in 1,7 m über dem Fußgängerniveau mit Windvektoren für die Windrichtung Nord mit Farben nach Verstärkungsfaktoren.

Ähnliche Verstärkungseffekte am Boden wie bei der Windrichtung Südwest beschrieben entstehen bei der benachbarten Hauptwindrichtung SSW (siehe Abb. 5.10). Daraus und aus den streifenförmigen Strukturen in Abb. 5.4 geht hervor, dass der geringe Komfort am Boden durch einige der benachbarten südwestlichen Hauptwindrichtungen verursacht wird.

Die sekundären, nordöstlichen Hauptwindrichtungen spielen für den Komfort auf Fußgängerniveau eine untergeordnete Rolle. Hervorgehoben sei daraus die Anströmung aus Norden (Abb. 5.11.). Vor allem unter der Autobahn und zwischen Hochhaus und der benachbarten Gebäude kommt es dabei zu Kanalisierungs- und Verstärkungseffekte.

5.2. Fazit und Empfehlungen zur Erhöhung des Windkomforts

5.2.1. Fazit

- Das Thema Windkomfort ist bei vorliegendem Projekt ein maßgeblicher Einflussfaktor für funktionierende Freiflächen, die von der Bevölkerung gerne und oft angenommen werden. Gründe dafür sind
 - die relativ hohen mittleren Windgeschwindigkeiten vor allem aus südwestlichen Richtungen und
 - die Höhe des Hochhauses relativ zu seiner Umgebung. Es ragt deutlich über die mittlere Gebäudehöhe hinaus und verursacht dadurch Abwinde, die am Boden unangenehme Windverhältnisse verursachen.
- Empfohlen wird, die Positionierung, Ausrichtung und Form des Hochhauses anzupassen, so dass Abwinde reduziert werden (siehe „große“ Maßnahmen).
- Außerdem ist eine interaktive Entwicklung von Windschutzmaßnahmen während der Planung der Gebäude und Freiflächen in Zusammenarbeit von Planer*innen und Strömungsexpert*innen sinnvoll (siehe „kleine“ Maßnahmen).
- Die empfohlenen weiterführenden Maßnahmen beziehen sich ausschließlich auf die Verbesserung der Komfortverhältnisse. Die berechneten maximalen Verstärkungsfaktoren bedeuten, dass keine Bereiche mit deutlich erhöhter Sturmhäufigkeit auftreten werden.

5.2.2. Empfehlungen

„Große“ Maßnahmen zur großflächigen Verbesserung des Windkomforts auf Fußgängerniveau

- Form des Hochhauses: Der Turm soll dem Wind aus den primären Hauptwindrichtungen eine möglichst kleine Angriffsfläche bieten. Das kann durch aerodynamisch günstige Formen erreicht werden
- Ausrichtung des Hochhauses: Die Schmalseite des Gebäudes wird in den Wind (Hauptwindrichtungen) gedreht (anstatt der Breitseite).
- Sockelgebäude vermindern den Anteil der Abwinde, die den Boden erreichen. Auf den Dächern der Sockelgebäude wird der Windkomfort allerdings niedrig sein.
- Gegliederte Fassaden: Vor- und Rücksprünge bremsen Abwinde ab. Gliederungen mit geringeren Tiefen (wie z.B. Lisenen) sind nicht geeignet.
- Vordächer können punktuell sensible Bereiche (z.B. Eingang) schützen, aber keine großflächigen Verbesserungen bewirken.

„Kleine“ Maßnahmen zur punktuellen Verbesserung einzelner Freiflächen

- Die Gestaltung der Freiflächen kann positive Auswirkungen auf den Windkomfort haben:
 - Bäume und Baumgruppen als Windschutz.
Zu beachten: Anordnung, Größe (Alter der Bäume!), Pflege, Widerstandsfähigkeit gegen starken Wind, Vegetationsperiode

- Besser Baumgruppen als Einzelbäume
- Kombinieren mit Pflanzen unterschiedlicher Wuchshöhe (vgl. Windschutzhecken in der Landwirtschaft oder „Knicks“ in Hamburg)
- Ergänzen durch bauliche Maßnahmen wie Pergola oder Rankgitter
- Bauliche Windhindernisse als Schutz für Gastgärten und andere Aufenthaltsbereiche: z.B. Glaswände, Windschutznetze
- Als alleinige Maßnahmen gegen Abwinde eines Hochhauses sind die „kleinen“ Maßnahmen nicht geeignet. Sie sind als Ergänzung von „großen“ Maßnahmen zu verstehen.

6. Haftungseinschränkung

Ausgehend von der vom Auftraggeber vorgegebenen Aufgabenstellung führt Weatherpark GmbH Meteorologische Forschung und Dienstleistungen (kurz: Weatherpark) Modellberechnungen und/oder Beurteilungen im Bereich der Meteorologie durch und erarbeitet so Lösungsvorschläge für den Auftraggeber. Weatherpark verpflichtet sich, im Rahmen dieser Tätigkeit die den Modellberechnungen und/oder Beurteilungen zugrunde gelegten tatsächlichen Gegebenheiten und meteorologischen Einflussfaktoren mit der gebotenen Sorgfalt zu ermitteln und/oder einzuschätzen und bei der Durchführung der Modellberechnungen und/oder Beurteilungen die Methoden anzuwenden, die dem Stand der Technik und der meteorologischen Wissenschaft entsprechen. Dessen ungeachtet sind aufgrund der Ergebnisse der Modellrechnungen und/oder der Beurteilungen nur meteorologische Prognosen möglich, wobei es dafür der Interpretation der Berechnungsergebnisse und/oder der Beurteilungsergebnisse durch Weatherpark selbst bedarf. Weatherpark kann daher nur die Haftung dafür übernehmen, dass sie die von ihr übernommenen Modellberechnungen und/oder Beurteilungen mit der gebotenen Sorgfalt erstellt und durchgeführt und dabei die dem Stand der Technik und der meteorologischen Wissenschaft entsprechenden Methoden angewendet hat. Jedoch entspricht es dem Wesen der Leistung von Weatherpark, dass eine Haftung dafür, dass die abgegebenen Prognosen auch eintreten, nicht übernommen werden kann.

Da den Modellberechnungen und/oder Beurteilungen teilweise auch Annahmen und Schätzungen zugrunde gelegt werden müssen, kann Weatherpark auch keine Haftung für Zwischenergebnisse der Berechnungen und/oder der Beurteilungen übernehmen. Im Übrigen bleibt es Weatherpark vorbehalten, eine Interpretation der Ergebnisse der Modellrechnungen und/oder der Beurteilungen vorzunehmen und so Lösungsvorschläge für den Auftraggeber zu erstellen; keinesfalls übernimmt Weatherpark eine Haftung für Schlussfolgerungen, die der Auftraggeber selbst oder Dritte aus den Berechnungsergebnissen und/oder Beurteilungsergebnissen ziehen.

Weatherpark übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit von Daten und Auswertungen Dritter.