

Gutachten zum Windkomfort

Bebauungsplan 1956c

Haidenauplatz, München

Bericht Nr. 700-00275-WK-02

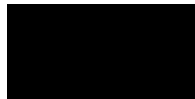
im Auftrag der

Omnia Grundstücks-GmbH & Co

Objekt Haidenauplatz KG

81925 München

München, im Mai 2024

Gutachten zum Windkomfort**Bebauungsplan 1956c
Haidenauplatz, München****Bericht-Nr.:** 700-00275-WK-02**Datum:** 31.05.2024**Auftraggeber:** Omnia Grundstücks-GmbH & Co.
Objekt Haidenauplatz KG
81925 München**Auftragnehmer:** Möhler + Partner Ingenieure GmbH
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Landaubogen 10
D-81373 München
T + 49 89 544 217 - 0
F + 49 89 544 217 - 99
www.mopa.de
info@mopa.de**Bearbeiter:**

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung.....	8
2. Örtliche Gegebenheiten.....	8
3. Vorgehensweise.....	9
4. Grundlagen.....	9
5. Durchführung der Windfeldberechnungen.....	11
5.1 Digitales Gebäude.....	11
5.2 Rechengebiet und räumliche Auflösung.....	11
5.3 Bodenrauigkeit.....	12
5.4 Meteorologischen Verhältnisse.....	12
5.5 Windfeldberechnungen.....	14
6. Ergebnisse der Berechnungen.....	15
7. Beurteilung.....	18
8. Anlagen.....	20

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Gebäudeumströmung – charakteristische Strömungseffekte [11].....	9
Abbildung 2:	Einteilung der Windkomfortbereiche in Lauf- und Verweilhöhe [8].....	11
Abbildung 3:	Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit.....	12
Abbildung 4:	Windrichtungshäufigkeitsverteilung.....	13
Abbildung 5:	logarithmisches Windprofil bei einer Windgeschwindigkeit von 2,7 m/s und einer Anemometerposition von 29 m üGOK.....	13
Abbildung 6:	Ebenerdige Freibereiche: Überschreitungswahrscheinlichkeit – Grenzgeschwindigkeit 2 m/s (Aufpunkthöhe $h = 2$ m üGOK)	15
Abbildung 7:	Ebenerdige Freibereiche: Überschreitungswahrscheinlichkeit – Grenzgeschwindigkeit 4 m/s (Aufpunkthöhe $h = 2$ m üGOK)	16
Abbildung 8:	Ebenerdige Freibereiche: Überschreitungswahrscheinlichkeit – Grenzgeschwindigkeit 6 m/s (Aufpunkthöhe $h = 2$ m üGOK)	16
Abbildung 9:	Windkomfortbereiche gemäß VDI 3787-4 [8] – Beurteilungspunkte.....	17
Abbildung 10:	HQ2-Tower – 3D-Darstellung der Dachterrassen [5]	18

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Kriterien zur Beurteilung des lokalen Windklimas auf Belästigung durch Wind [8]..	10
Tabelle 2:	Einteilung der Beurteilungspunkte in die Aktivitätsklassen.....	18

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Ansichtsplan Süd, Bauvorhaben: Neubau eines Bürogebäudes mit Einzelhandel und Lagernutzung Erweiterung des Designhotels Angelo Leuchtenbergring 20, 81677 München, erstellt durch UBM Bohemia Development s.r.o., Maßstab: 1:100, Stand: 21.08.2017
- [2] Schnitte zum Bauvorhaben: Neubau eines Bürogebäudes mit Einzelhandel und Lagernutzung Erweiterung des Designhotels Angelo Leuchtenbergring 20, 81677 München, erstellt durch UBM Bohemia Development s.r.o., Maßstab: 1:50, Stand: 15.12.2016 und 08.02.2017
- [3] Grundrisse des Gebäudes LBR 20, übermittelt per E-Mail durch die UniCredit Bank AG am 07.11.2023
- [4] Ansichten und Grundrisse des HQ2 und des Ideenteils, heruntergeladen am 26.09.2023
- [5] 3D-Modell des HQ2, übermittelt per E-Mail durch sauerbruch hutton generalplanungsgesellschaft mbh am 16.11.2023
- [6] Geodaten (Flurkarte, LoDII-Gebäudemodell, Höhenmodell), bestellt bei der bayerischen Vermessungsverwaltung am 09.10.2023
- [7] Digitaler Flächennutzungsplan der Landeshauptstadt München, online verfügbar unter: <https://geoportal.muenchen.de/portal/fnp/#> (letzter Zugriff: 13.11.2023)
- [8] VDI 3787 – Blatt 4, Umweltmeteorologie – Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung, Dezember 2020
- [9] Deutscher Wetterdienst DWD, Wetterdaten der Station München-Stadt, Bezugszeitraum 2011–2020
- [10] Cost Action 732 - Best Practice Guideline for the CFD Simulation of Flows in the Urban Environment, 1. Mai, 2007
- [11] Mehra SR. (2021): Urbane Bebauung. In: Stadtbauphysik. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- [12] W.D. Jansse, B. Blocken, T. van Hooff (2013): Pedestrian wind comfort around buildings: Comparison of wind comfort criteria based on whole-flow field data for a complex case study. In: Building Environment 59: S. 547-562
- [13] Isyumov N, Davenport AG (1975): The ground level wind environment in built-up areas. In: Proceedings of fourth international conference on wind effects on buildings and structures. Heathrow, UK: Cambridge University Press: S. 403e22.
- [14] M. A. Ratcliff, J. A. Peterka (1990): Comparison of Pedestrian Wind Acceptability Criteria. In: Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 36: S. 791-800
- [15] T.V. Lawson (1978): The wind content of the Built Environment. In: Journal of Industrial Aerodynamics, 3: S. 93-105
- [16] MISKAM, Version 6.3, Dr. J. Eichhorn, Universität Mainz, Juli 2014
- [17] Soundplan, Version 8.0, Braunstein + Berndt GmbH, Juli 2017

- [18] Gutachten zum Windkomfort, Bebauungsplan 1956c, Haidenauplatz, München, Bericht Nr. 700-00275-WK, Möhler + Partner Ingenieure GmbH, 23.11.2023
- [19] Stellungnahme des Referats für Klima- und Umweltschutz (RKU) der LH München vom 4. April 2024 zum Gutachten zum Windkomfort, übermittelt per E-Mail am 04. April 2024 von [REDACTED] (RKU)

Zusammenfassung:

In vorliegender luftströmungstechnischer Untersuchung wurde die vorherrschende Windsituation für den bodennahen Aufenthaltsbereich und die geplanten Dachterrassen im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 1956 c (Haidenauplatz) untersucht.

Die Luftströmungsprognose wurde auf Basis einer Windfeldberechnung mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM erstellt. Als Beurteilungsgrundlage für den Windkomfort wurde die VDI 3787 Blatt 4 [8] verwendet. Die luftströmungstechnische Untersuchung kommt zu folgendem Ergebnis:

Dachterrassen

Die drei geplanten Dachterrassen auf dem HQ2-Tower sind durch Fensterfassaden rundum vor Windinflüssen geschützt. Lediglich der Dachbereich ist offen gestaltet. Somit können gemäß den Berechnungsergebnissen im Bereich der Dachterrassen für längeres Stehen oder Sitzen geeignete Bereiche geschaffen werden. Weiterhin treten unmittelbar über der Dachterrasse z.T. sehr hohe Windgeschwindigkeiten auf. Im Bereich der Dachterrassen auf den Plangebäuden des Ideenteils ist abschließend nicht bekannt, ob eine Abschirmung vorgesehen ist. Daher wird für diese Bereiche der Komfortbereich B prognostiziert, der sich mäßig für längeres Stehen / Sitzen eignet.

Ebenerdige Freibereiche

Auf den ebenerdigen Freibereichen liegen gemäß den Simulationsergebnissen die Komfortbereiche A und B gemäß VDI 3787 Blatt 4 [8] vor. Demnach ist in diesen Bereichen eine uneingeschränkte Nutzung für längeres Sitzen/Stehen voraussichtlich möglich. Grundsätzlich sollte darauf geachtet werden, dass die Freiflächenplanung Bereiche für längeres Sitzen / Stehen heranzieht, die sich im Komfortbereich A befinden.

Im gesamten Plangebiet (ebenerdige Freibereiche und Dachterrassen) wird keine Gefährdung durch sehr starke Winde prognostiziert, da in keinem Bereich die lokale stundengemittelte Windgeschwindigkeit von 15 m/s die Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,01 % übersteigt.

1. Aufgabenstellung

Die Omnia Grundstücks GmbH & Co. Objekt Haidenauplatz KG plant, das Grundstück an der Bahnlinie zwischen Haidenauplatz und Leuchtenbergringtunnel zu entwickeln. Im Rahmen eines Bauungsplanverfahrens soll das entsprechende Baurecht geschaffen werden.

Durch die Änderung der Bebauung auf dem Gelände ist eine Änderung der Windsituation zu erwarten. Sowohl lokale Zu- als auch Abnahme von Zugwind-Erscheinungen bzw. Turbulenzen im Planvorhaben als auch in der unmittelbaren Nachbarschaft sind möglich.

Für die Simulation der zukünftig auftretenden Windgeschwindigkeiten im Bereich der ebenerdigen Freibereiche und der Dachterrassen werden Windfeldsimulationen unter Berücksichtigung einer geeigneten Meteorologie für den Standort durchgeführt. Unsere Bearbeitung erfolgt mit MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell), einem dreidimensionalen, nichthydrostatischen, numerischen Strömungs- und Ausbreitungsmodell zur kleinräumigen Prognose von Windverteilungen und -geschwindigkeiten. Die physikalische Grundlage von MISKAM bilden vollständige dreidimensionale Bewegungsgleichungen zur Strömungsverhältnissimulation sowie eine Advektions-Diffusions-Gleichung für die Ausbreitung von dichteneutralen Substanzen

Auf Basis der Windfeldsimulation soll die zukünftige Luftströmungssituation am Standort analysiert werden und die Aufenthaltsqualität im ebenerdigen Freibereich und auf den Dachterrassen aus immissionsschutzfachlicher Sicht bewertet werden.

Aufgrund der Rückmeldung des Referats für Klima- und Umweltschutz (RKU) der Landeshauptstadt München [19] wurde eine Überarbeitung des Windkomfortgutachtens vom 23.11.2023 erforderlich.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH von der Omnia Grundstücks GmbH & Co. Objekt Haidenauplatz KG am 25.10.2023 beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet befindet sich im Osten von München. Es grenzt an den Leuchtenbergring im Osten und an die Bahnstrecken (u.a. S-Bahn Stammstrecke) im Süden. Der Leuchtenbergring (Bundesstraße 2R, auch als Mittlerer Ring bekannt) verläuft von Norden nach Süden. Nördlich des Plangebietes liegen der Haidenauplatz und Bestandsgebäude (Baumarkt und Bürogebäude). Die unmittelbar nördliche bzw. nordwestliche Nachbarschaft ist geprägt von gewerblichen Nutzungen. Die nächstgelegenen Wohngebäude befinden sich entlang der Grillparzerstraße und der Einsteinstraße.

Der Umgriff des Bebauungsplans ist im Flächennutzungsplan als Gewerbefläche gekennzeichnet und soll auch entsprechend so zukünftig genutzt werden.

Die genauen örtlichen Gegebenheiten können dem Übersichtslageplan (Anlage 1) entnommen werden.

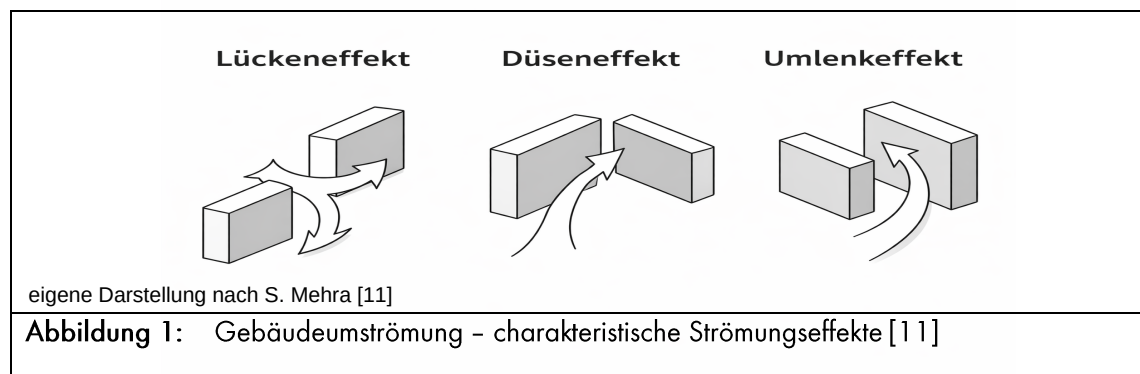
3. Vorgehensweise

Aufgrund der neuen Bebauungssituation entstehen Hindernisse, die Einfluss auf die bodennahen Strömungsverhältnisse haben. Anhand einer CFD-Simulation soll ermittelt werden, wie sich die bodennahen Strömungsverhältnisse auf den Aufenthaltskomfort auf die ebenerdigen Freibereiche und die geplanten Dachterrassen auswirken. Im vorliegenden Fall werden daher unter Berücksichtigung einer repräsentativen Meteorologie die Strömungsverhältnisse innerhalb des Plangebietes berechnet und anschließend anhand statistischer Auswerteparameter beurteilt. Als Beurteilungsgrundlage wird die VDI 3787 Blatt 4 herangezogen [8]. Die Berechnungen werden mit dem dreidimensionalen mikroskaligen prognostischen Strömungsmodell MISKAM flächendeckend durchgeführt [16].

4. Grundlagen

Aus den ermittelten Windgeschwindigkeiten in Bodennähe wird anhand unterschiedlicher Kriterien der Windkomfort ermittelt. Besonders hohe Windgeschwindigkeiten treten an Rändern von Gebäuden, die quer zur Windrichtung liegen, auf. Zusätzlich spielt die Gebäudehöhe eine wesentliche Rolle. Je höher die Gebäude und je größer deren Fläche, die quer zur Windrichtung liegt, desto höher sind die Windgeschwindigkeiten in Bodennähe. Zudem ist in unmittelbarer Nähe von hohen Gebäuden mit turbulenten Winden zu rechnen, d.h. die mittleren stationären Windfelder werden noch von Windböen, sog. Fluktuationsanteilen begleitet.

Bei Anströmungen von Gebäuden entsteht grundsätzlich ein Überdruck auf der Luvseite des Hauses und ein Unterdruck auf der Leeseite. Bei komplexen Gebäudeanordnungen auf engem Raum können die dadurch entstehenden Effekte der Gebäudeumströmungen sehr komplex sein und sind schwer erfassbar. Es lassen sich drei wesentliche Strömungseffekte unterscheiden, die bei städtisch geprägten Bebauungen häufig auftreten:



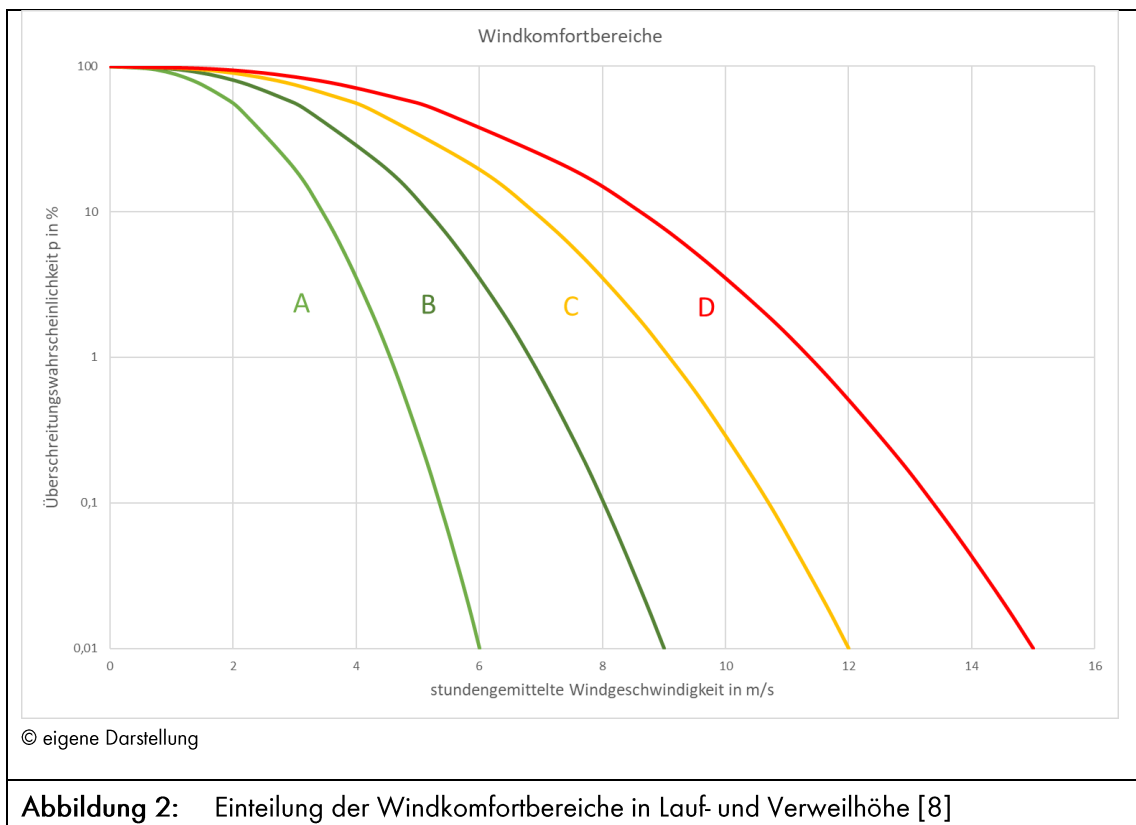
1. Lückeneffekt: Durch eine Lücke in der Bebauung (z.B. in einer Straßenschlucht oder zwischen zwei Hochhäusern) mit geringem Stirnflächenabstand erhöhen sich in diesem Bereich und an den Seitenkanten die Windgeschwindigkeiten und betragen ein Vielfaches der ungestörten Geschwindigkeit ohne Hindernisse.
2. Düseneffekt: Gebäude, die in einem Winkel zueinander stehen, wirken wie ein Trichter und führen im Bereich der Öffnung zu erhöhten Windgeschwindigkeiten.
3. Umlenkeffekt: Dabei wird die Luft von der Vorderseite des Gebäudes zur Rückseite des anderen Gebäudes abgesaugt. Dadurch wird die Luftströmung beschleunigt.

Aufgrund o.g. Gebäudeumströmungseffekte treten im Nahbereich von Gebäuden Zugwinderscheinungen auf, die die Aufenthaltsqualität im ebenerdigen Freibereich beeinträchtigen können. Daher wurden in zahlreichen Untersuchungen sog. Behaglichkeitsklassen ermittelt ([12], [13], [14] und [15]). Die Behaglichkeitsklassifizierungen sind allgemeingültig und nicht auf einzelne Städte oder Regionen beschränkt.

Mit der Umsetzung der VDI 3787, Blatt 4 [8] liegt ein einheitliches Verfahren vor, um das Komfortempfinden durch das Windklima abzubilden. Gemäß [8] wird das lokale Windklima in 4 Windkomfortbereiche unterteilt (A = sehr hoher Windkomfort bis D = sehr geringer Windkomfort). Den Windkomfortbereichen werden verschiedene Tätigkeiten zugeordnet:

Tabelle 1: Kriterien zur Beurteilung des lokalen Windklimas auf Belästigung durch Wind [8]				
Windkomfortbereich	Aktivitätsklassen			
	Längeres Stehen oder Sitzen	Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen	Langsames Flanieren, Bummeln	Zügiges Durchqueren
A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
C	ungeeignet	mäßig geeignet	geeignet	geeignet
D	ungeeignet	ungeeignet	mäßig geeignet	noch geeignet

Dabei wird unterschieden zwischen „Längeres Stehen oder Sitzen“, „Kurzzeitiges Sitzen oder Stehen“, „Langsames Flanieren, Bummeln“, „Zügiges Durchqueren“. Die lokale stundengemittelte Windgeschwindigkeit von 15 m/s (dies entspricht einer 3-s-Böe von 23,5 m/s) darf in maximal 0,01 % der Zeit überschritten werden, um eine Gefährdung durch Wind weitgehend auszuschließen.



Die Überschreitungswahrscheinlichkeit einer Grenzgeschwindigkeit u_{Grenz} für die gewählten Beurteilungspunkte (BP) ergibt sich aus der Summe der Gesamtüberschreitungswahrscheinlichkeit für alle untersuchten Windrichtungssektoren (im vorliegenden Fall 36).

5. Durchführung der Windfeldberechnungen

5.1 Digitales Gebäude

Um realitätsnahe Modellierungen im städtischen Bereich, welcher meist durch hohe räumliche Komplexität gekennzeichnet ist, zu ermöglichen, bedarf es digitaler Bebauungsmodelle. Es wird daher ein LOD-II-Gebäudemodell (level-of-detail) verwendet [6]. Ein 3D-Modell der Planbebauung liegt ebenfalls vor [5]. Weitere Pläne, wie Ansichten, Grundrisse, Schnitte und Lagepläne ([1], [2], [3], [4]) wurden herangezogen.

5.2 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Um die Auswirkungen des Bauvorhabens hinreichend genau auflösen zu können, beträgt die Größe des Rechengebietes 650 m (x) x 600 m (y) mit einer horizontalen Rechenzellengröße von 2 x 2 m. Der Ein- und Ausströmpuffer ist in 10 Stufen aufgeteilt und hat einen Abstand von ca. 340 m um das quadratische Rechengebiet.

Die vertikale Auflösung wurde so gewählt, dass eine benachbarte Zelle (von unten nach oben) um nicht mehr als das 1,25-fache von der vorherigen Zellengröße ansteigt. Dadurch ergeben sich 41 vertikale Schichten zwischen 0 m und ca. 600 m. Somit wird einer höheren Auflösung in Bodennähe bis zur dreifachen mittleren Gebäudehöhe im Untersuchungsgebiet Rechnung getragen. Das gebildete Rechengebiet besteht demnach aus ca. 4 Mio. Rasterzellen. Durch diese Auflösung kann der Gebäudeeffekt (Umströmung, Kanalisation, usw.) hinreichend genau berücksichtigt werden.

5.3 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes innerhalb des Rechengebietes wird durch die mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Gemäß [10] ist bei MISKAM-Berechnungen eine Bodenrauigkeit von $z = 0,1$ zu wählen, da Gebäudeumströmungen explizit aufgelöst werden.

5.4 Meteorologischen Verhältnisse

Die meteorologischen Parameter Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre sind die wesentlichen Parameter bei Windfeldsimulationen.

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung ist eine repräsentative Windrichtungshäufigkeitsverteilung für den Standort zu verwenden. Für Ausbreitungsberechnungen werden entweder mehrjährige Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) oder eine einjährige meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung als Eingangsparameter verwendet. Gemäß den Anforderungen der VDI 3787 Blatt 4 [8] sind möglichst lange Zeiträume für die Winddaten heranzuziehen („idealerweise zehn Jahre“). Daher wurde für den Standort München-Stadt aus den Jahren 2011-2020 eine Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) herangezogen. Die Messstation befindet sich auf einer Höhe von 29,3 m über Gelände. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort [9].

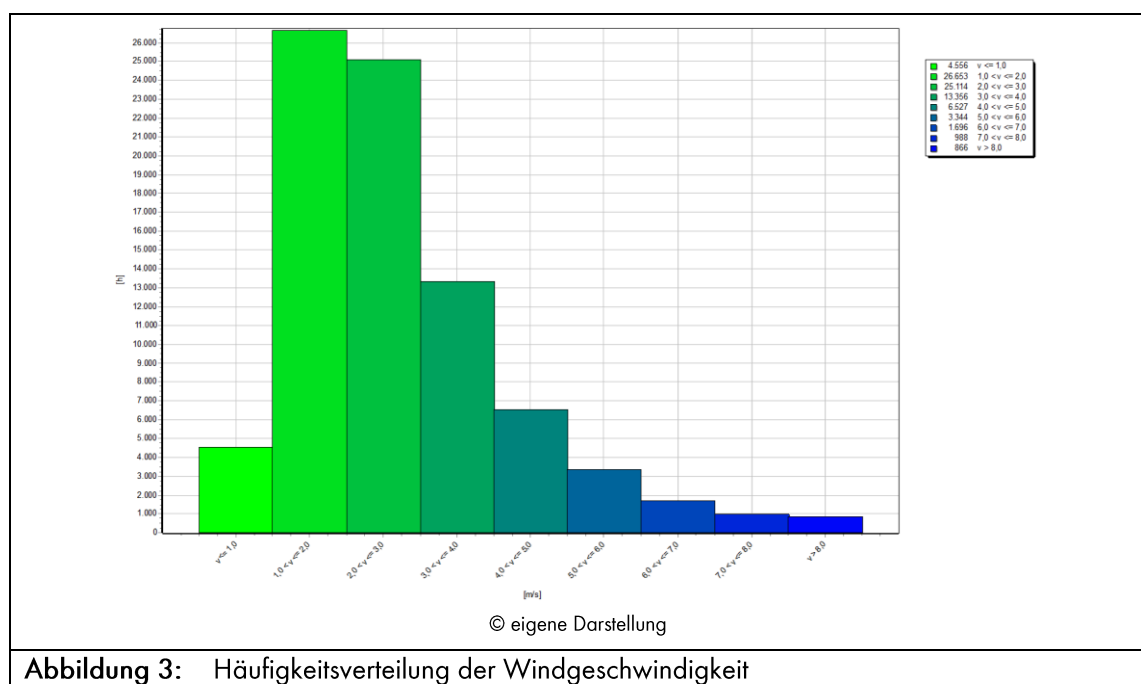
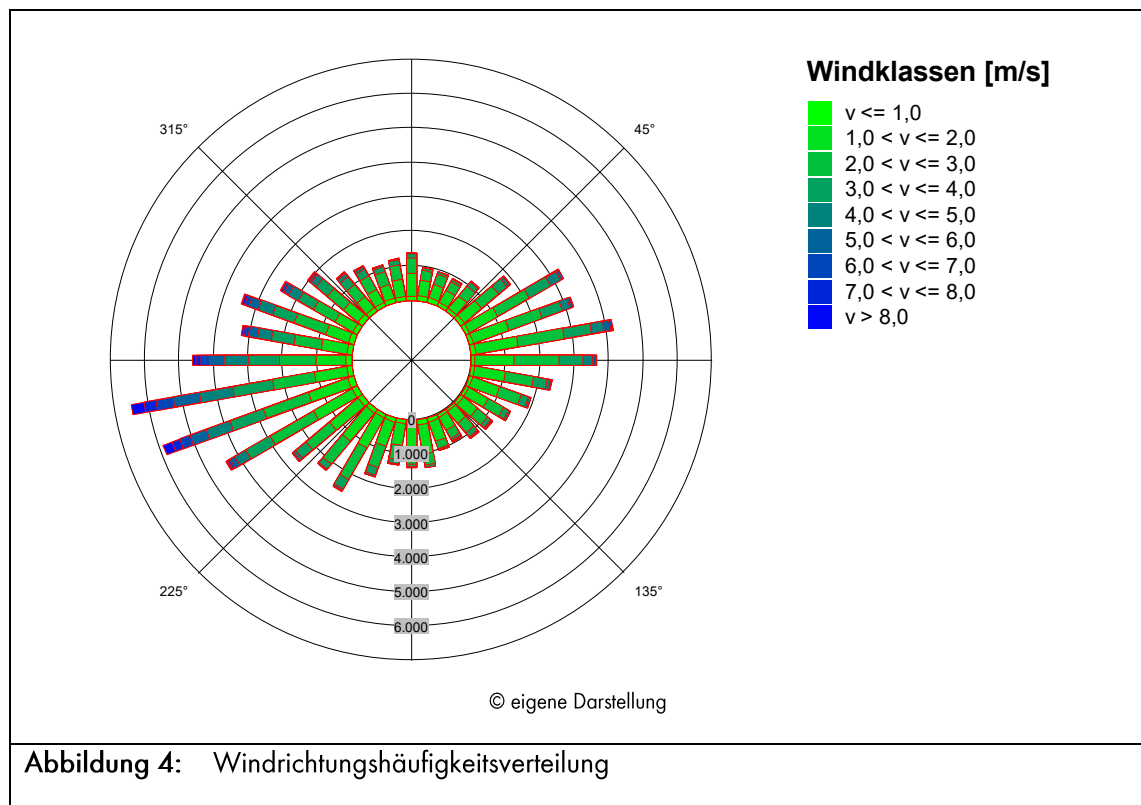
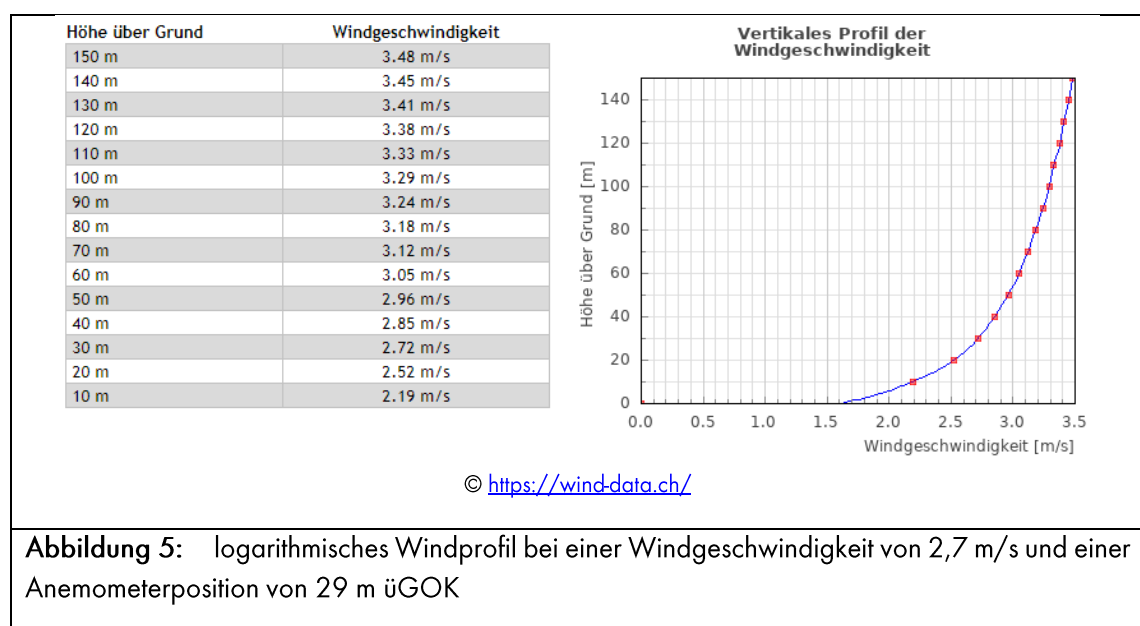


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit



Eine Anpassung der Windgeschwindigkeiten gem. Anhang B der VDI 3787 Blatt 4 [8] bei der Übertragung der Winddaten an die Gegebenheiten vor Ort aufgrund anderer Rahmenbedingungen ist nicht erforderlich, da die Gegebenheiten im Plangebiet mit den Gegebenheiten an der Messstation (Helene-Weber-Allee 23) vergleichbar sind. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 2,7 m/s, einer zugrunde gelegten Rauigkeit von 0,1 ergibt sich somit folgendes logarithmisches Windprofil:



5.5 Windfeldberechnungen

Die Berechnung des Windfelds erfolgt auf Basis des prognostischen mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM [16] implementiert in Soundplan [17]. Bei der Berechnung des Windfelds ist neben der Ausbreitungsklassenzeitreihe des Standorts die Plan- sowie Nachbarbebauung als auch die Bodenbeschaffenheit des Standorts (Bodenrauigkeit) von Bedeutung.

MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell) ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches numerisches Strömungs- und Ausbreitungsmodell zur kleinräumigen Prognose von Windverteilungen und -geschwindigkeiten. Die physikalische Grundlage von MISKAM bilden vollständige dreidimensionale Bewegungsgleichungen zur Strömungsverhältnissimulation sowie die Advektions-Diffusions-Gleichung für die Ausbreitung von dichteneutralen Substanzen. Dabei bedient sich MISKAM dem E- ϵ Turbulenzmodell, um die Reynolds-Averaged-Navier-Stokes (RANS) Gleichungen zu schließen (E: kinetische Turbulenzenergie, ϵ : turbulente Energiedissipation).

MISKAM lässt ausschließlich die Berechnung neutraler Windbedingungen zu. Daher werden Inversionswetterlagen in MISKAM nicht eigens berücksichtigt. Dies hat auch zur Folge, dass Klug-/Manier-Klassen in MISKAM keine Berücksichtigung finden. Die stündlich ermittelten Wetterdaten werden von 83.100 Fällen (entspricht den Jahresstunden von einem Zeitraum von 10 Jahren, ohne fehlerhafte Datensätze) auf einen reduzierten Datensatz klassifiziert, da eine Berechnung mit Originaldaten rechnerisch sehr aufwändig wäre, ohne eine deutliche Verbesserung der Genauigkeit bei den Jahresmittelwerten der Schadstoffe herbeizuführen. Die Klassifizierung erfolgt durch die Einteilung in 10° Himmelsrichtungsintervalle und durch die Einteilung in 1 m/s Windgeschwindigkeitsklassen. Der als Bemessungsgrundlage festgelegte Datensatz besteht somit standardmäßig aus 36 Anströmrichtungen $\times$ 9 Windgeschwindigkeitsklassen = 324 Situationen. In dem reduzierten Datensatz werden weiterhin die Häufigkeiten der Windgeschwindigkeiten je Windrichtung berücksichtigt. Details zu der statistischen Verteilung können der Anlage 3 entnommen werden. Somit können in den Berechnungsergebnissen je Rechenzelle (sowohl in horizontaler als auch vertikaler Auflösung) statistische Auswertungen erfolgen. Dabei kann beispielsweise die Überschreitungswahrscheinlichkeit je Zelle für festgelegte Grenzggeschwindigkeiten abgebildet werden (z.B. wie häufig wird in Zelle x eine Windgeschwindigkeit von 15 m/s überschritten; entspricht gem. VDI 3787 Blatt 4 (vgl. Kapitel 4) der Ermittlung für die Gefährdung durch Wind). Eine gemäß Anhang C vorgeschlagene Rückführung auf den sog. Referenzpunkt ist nicht erforderlich, da die statistische Häufigkeitsverteilung in den Berechnungsergebnissen selbst hinterlegt ist.

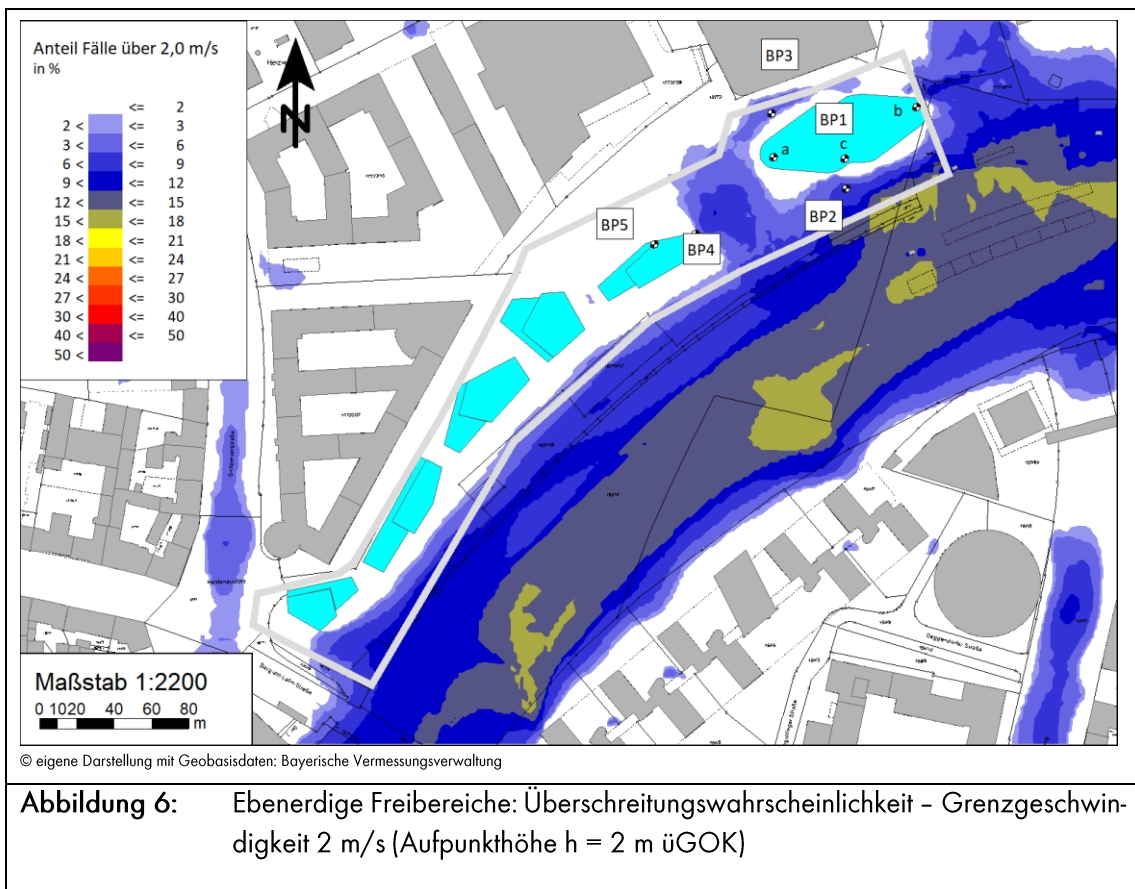
Innerhalb des Rechengebietes werden unter Berücksichtigung der Bebauungs- und Geländesituation die Windfelder für die verschiedenen Anströmrichtungen bis zum stationären Zustand simuliert (Masse- und Impulsbilanzausgleich). Der Windfelddatensatz enthält damit die stationäre Lösung der Strömungsgleichungen im Rechengebiet für die verschiedenen Anströmsituationen und Windgeschwindigkeiten. Dabei werden in einem ersten Rechenschritt die stationäre Lösung der Strömungsgleichungen für eine Anströmgeschwindigkeit (hier: 1 m/s) ermittelt, um die Ergebnisse anschließend für die übrigen Windgeschwindigkeiten zu skalieren. Dies ist möglich, da bei neutraler Schichtung die berechneten Konzentrationswerte umgekehrt proportional zur Windgeschwindigkeit sind.

In der Anlage 5 sind die mittleren Windgeschwindigkeit je Anströmrichtung in 30° -Schritten dargestellt.

6. Ergebnisse der Berechnungen

Unter Berücksichtigung der Eingangsdaten (Gebäudemodell, meteorologische Windverhältnisse) wurden die Simulationsberechnungen gemäß Kapitel 5.5 durchgeführt. Die Beurteilung des Windkomforts erfolgt gemäß [8].

Die Abbildungen 6 bis 8 zeigen die Überschreitungswahrscheinlichkeiten an Jahresstunden für die mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten von 2/4/6 m/s (Klasse A). Die Aufpunkthöhe der Darstellung befindet sich in dem gewöhnlichen Aufenthaltsbereich von sitzenden Menschen auf einer Höhe von 1,9 m üGOK.



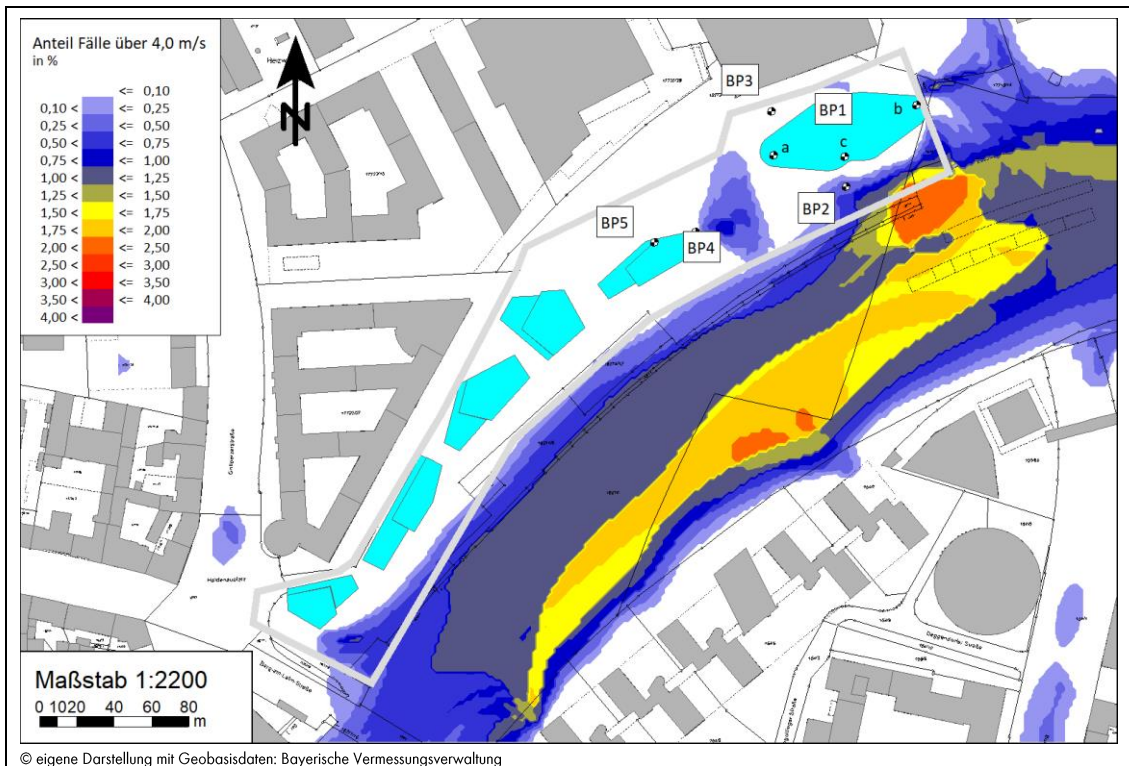


Abbildung 7: Ebenerdige Freibereiche: Überschreitungswahrscheinlichkeit – Grenzggeschwindigkeit 4 m/s (Aufpunkthöhe $h = 2$ m üGOK)

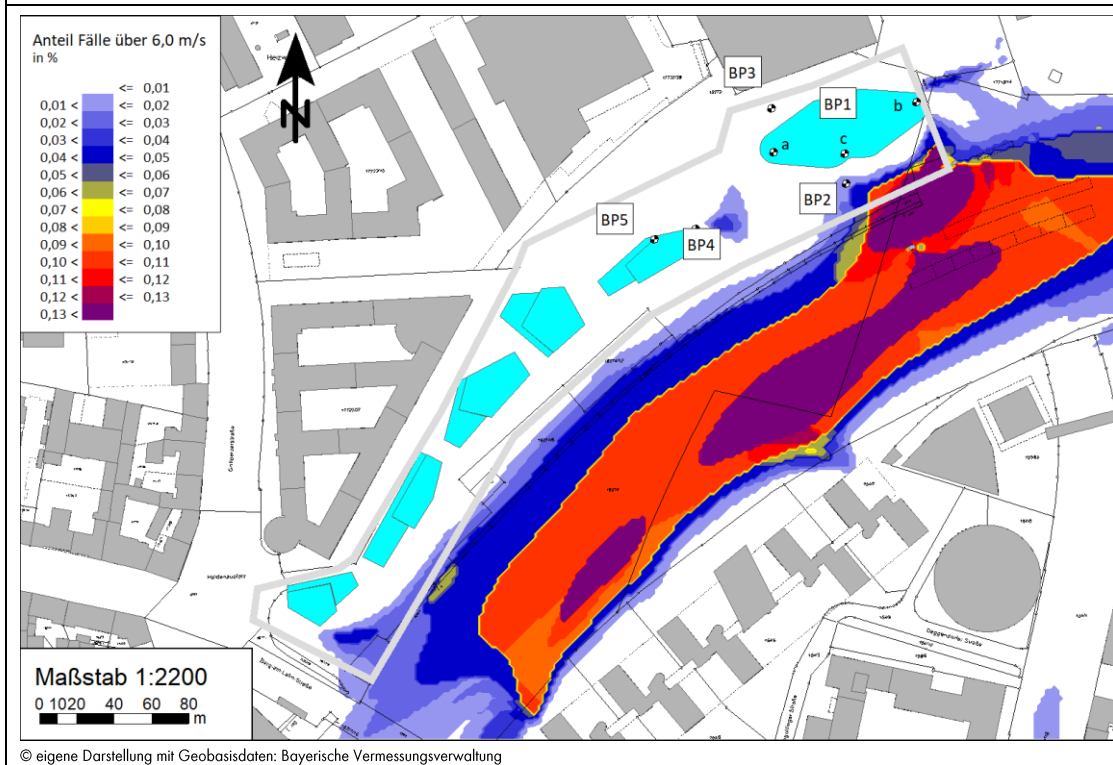
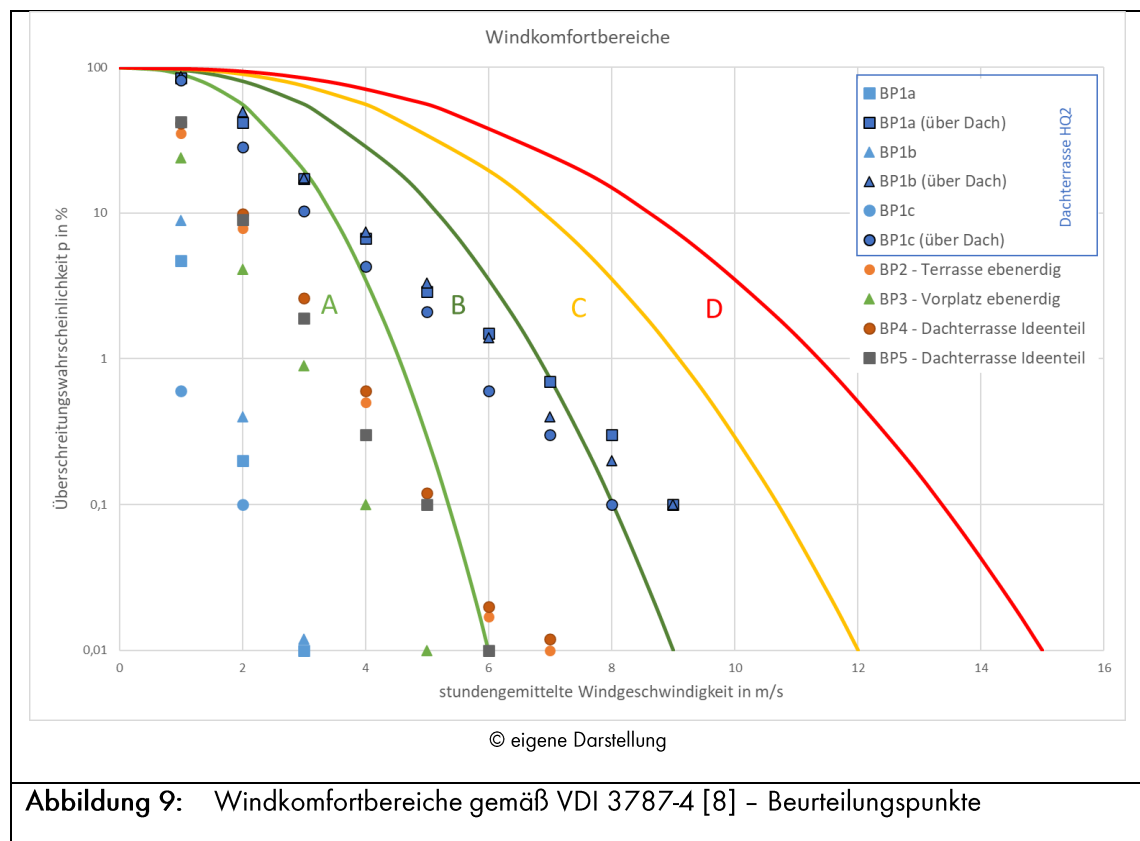


Abbildung 8: Ebenerdige Freibereiche: Überschreitungswahrscheinlichkeit – Grenzggeschwindigkeit 6 m/s (Aufpunkthöhe $h = 2$ m üGOK)

Aus den Berechnungsergebnissen wird deutlich, dass auf einem Großteil der ebenerdigen Freibereiche die Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,01 % für die Grenzgeschwindigkeit von 6 m/s unterschritten wird (vgl. Abbildung 8). Somit sind diese Bereiche dem Windkomfortbereich A zuzuordnen. Um eine punktuelle Ermittlung der Windkomfortsituationen darzustellen, wurden Beurteilungspunkte sowohl auf ebenerdigen Freibereichen als auch auf den geplanten Dachterrassen gesetzt. Diese wurden in den Bereichen gewählt, die die höchsten Windgeschwindigkeiten vermuten lassen. Die Lage der Beurteilungspunkte ist dem Übersichtslegeplan in Anlage 1 zu entnehmen. Insgesamt wurden 5 Beurteilungspunkte gewählt:

- 1) BP1 (a-c): westliche (a), östliche (b), südliche (c) Dachterrasse HQ2-Tower
Hinweis: für die Beurteilungspunkte an den Dachterrassen wurde informativ noch ein Beurteilungspunkt unmittelbar über Dach gewählt, um aufzuzeigen, welche Komfortbereiche hier auftreten (vgl. Abbildung 10).
- 2) BP2: ebenerdige Freibereich – Terrasse unmittelbar südlich des HQ2-Towers
- 3) BP3: ebenerdiger Freibereich – Vorplatz / Taxistand
- 4) BP4 und 5: Dachterrasse – östlichstes Gebäude Ideenteil

Für die Beurteilungspunkte ergibt sich folgende Einteilung in die Windkomfortbereiche:



Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Beurteilungspunkte 2 (ebenerdiger Freibereich – Terrasse), 4 und 5 (Dachterrassen – Ideenteil) im Windkomfortbereich B und die Beurteilungspunkte 1, und 3 im Windkomfortbereich A liegen.

7. Beurteilung

Somit ergibt sich folgendes Ergebnis für die Verweildauer an den Beurteilungspunkten:

Tabelle 2: Einteilung der Beurteilungspunkte in die Aktivitätsklassen					
Beurteilungs- punkt	Komfortbe- reich	Aktivitätsklassen			
		Längeres Stehen oder Sitzen	Kurzzeitiges Sit- zen oder Stehen	Langsames Fla- nieren, Bummeln	Zügiges Durch- queren
1 (a-c)	A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
2	B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
3	A	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
4	B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet
5	B	mäßig geeignet	geeignet	geeignet	geeignet

Dachterrassen

Folgende 3D-Darstellung zeigt die Lage der geplanten Dachterrassen. Dabei ist zu erkennen, dass die Dachterrassen durch die Fensterfassade rundum durch Windeinflüsse geschützt werden. Lediglich der Dachbereich ist offen gestaltet.

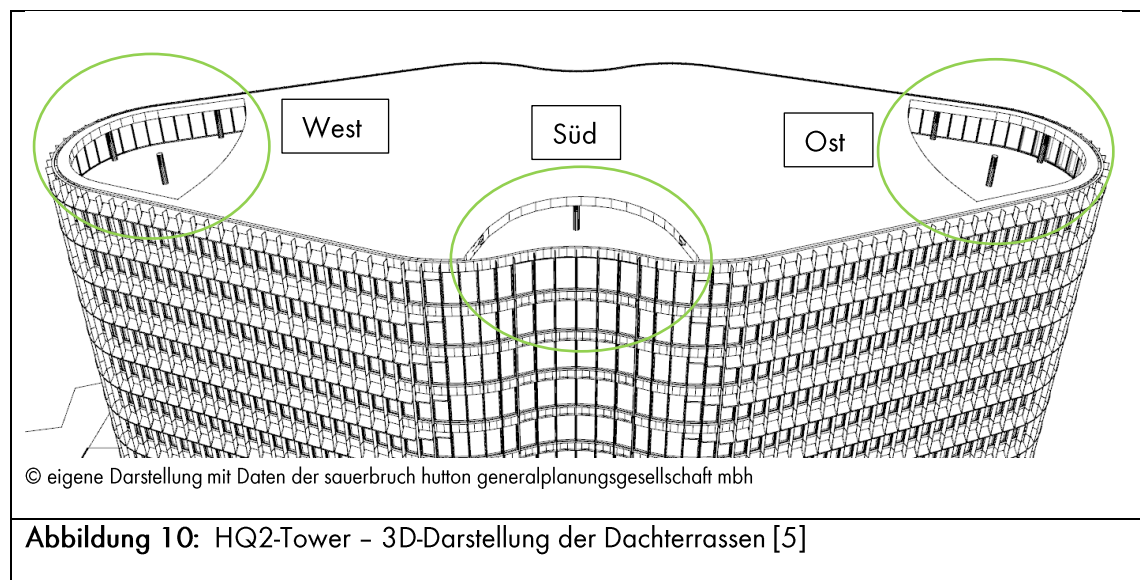


Abbildung 10: HQ2-Tower – 3D-Darstellung der Dachterrassen [5]

Somit können gemäß den Berechnungsergebnissen im Bereich der Dachterrassen für längeres Stehen oder Sitzen geeignete Bereiche geschaffen werden. Weiterhin treten unmittelbar über der Dachterrasse z.T. sehr hohe Windgeschwindigkeiten auf (vgl. BP 1 a-c (über Dach) in Abbildung 9). Im Bereich der Dachterrassen auf den Plangebäuden des Ideenteils (BP 4 und 5) ist abschließend nicht

bekannt, ob eine Abschirmung vorgesehen ist. Im vorliegenden Fall wurde keine abschirmende Brüstung berücksichtigt. Daher wird für diese Bereiche der Komfortbereich B prognostiziert, der sich mäßig für längeres Stehen / Sitzen eignet.

Ebenerdige Freibereiche

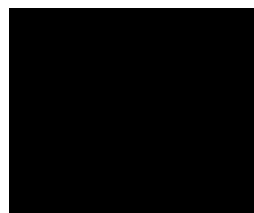
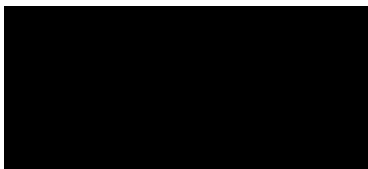
Auf den ebenerdigen Freibereichen liegen gemäß den Simulationsergebnissen die Komfortbereiche A und B gemäß VDI 3787 Blatt 4 [8] vor. Demnach ist in diesen Bereichen eine uneingeschränkte Nutzung für längeres Sitzen/Stehen voraussichtlich möglich. Grundsätzlich sollte darauf geachtet werden, dass die Freiflächenplanung Bereiche für längeres Sitzen / Stehen heranzieht, die sich im Komfortbereich A befinden (vgl. weiße Flächen in Abbildung 8 bzw. in Anlage 4.1). Für Bereiche, die sich im Komfortbereich B befinden, wäre es sinnvoll, entsprechende Abschirmungen bzw. Hindernisse zu errichten, um längeres Stehen bzw. Sitzen (Klasse A) zu ermöglichen. Die Abschirmung kann voraussichtlich auch durch eine ganzjährig dichte Bepflanzung in ausreichender Höhe (mind. 2 m) erreicht werden.

Im gesamten Plangebiet (ebenerdige Freibereiche und Dachterrassen) wird keine Gefährdung durch sehr starke Winde prognostiziert, da in keinem Bereich die lokale stundengemittelte Windgeschwindigkeit von 15 m/s die Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,01 % übersteigt.

Dieses Gutachten umfasst 20 Seiten und 5 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

München, den 31. Mai 2024

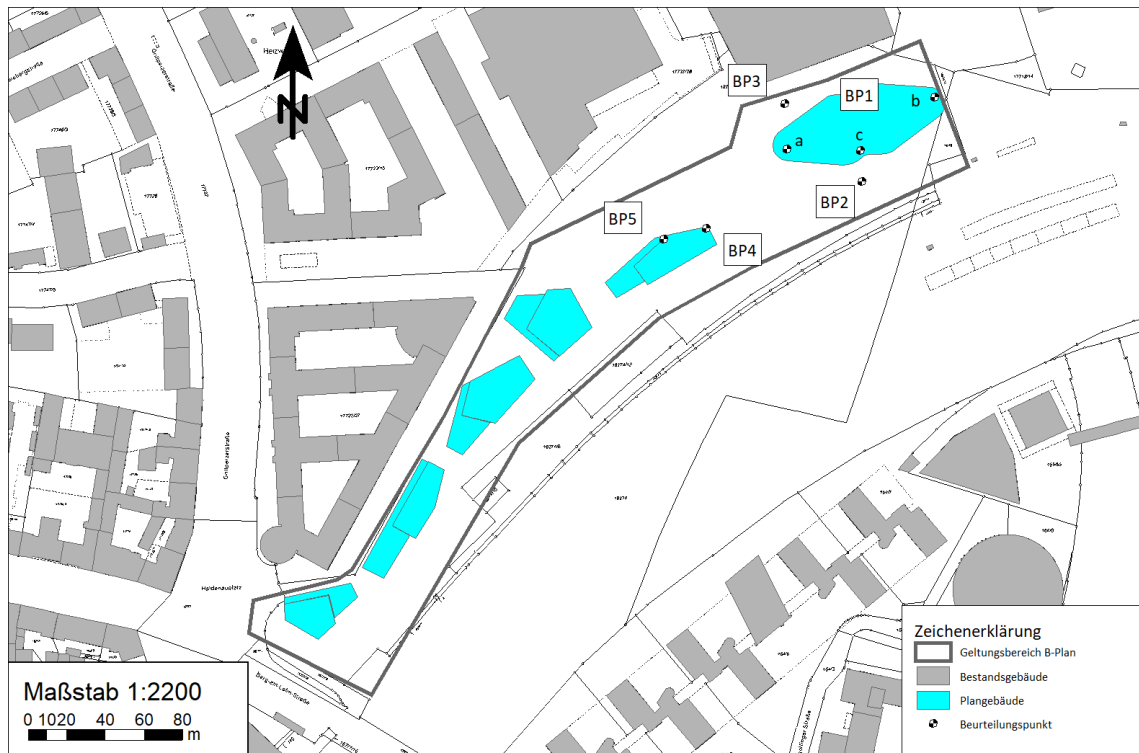
Möhler + Partner
Ingenieure GmbH



8. Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan
Anlage 2:	Meteorologische Grundlagen
Anlage 3:	Verwendete Windstatistik
Anlage 4:	Darstellung der Einteilung Windkomfortbereiche
Anlage 5:	Flächenhafte jährliche Windverteilungen nach Windrichtungssektoren

Anlage 1: Übersichtslageplan



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anlage 2: Meteorologische Grundlagen

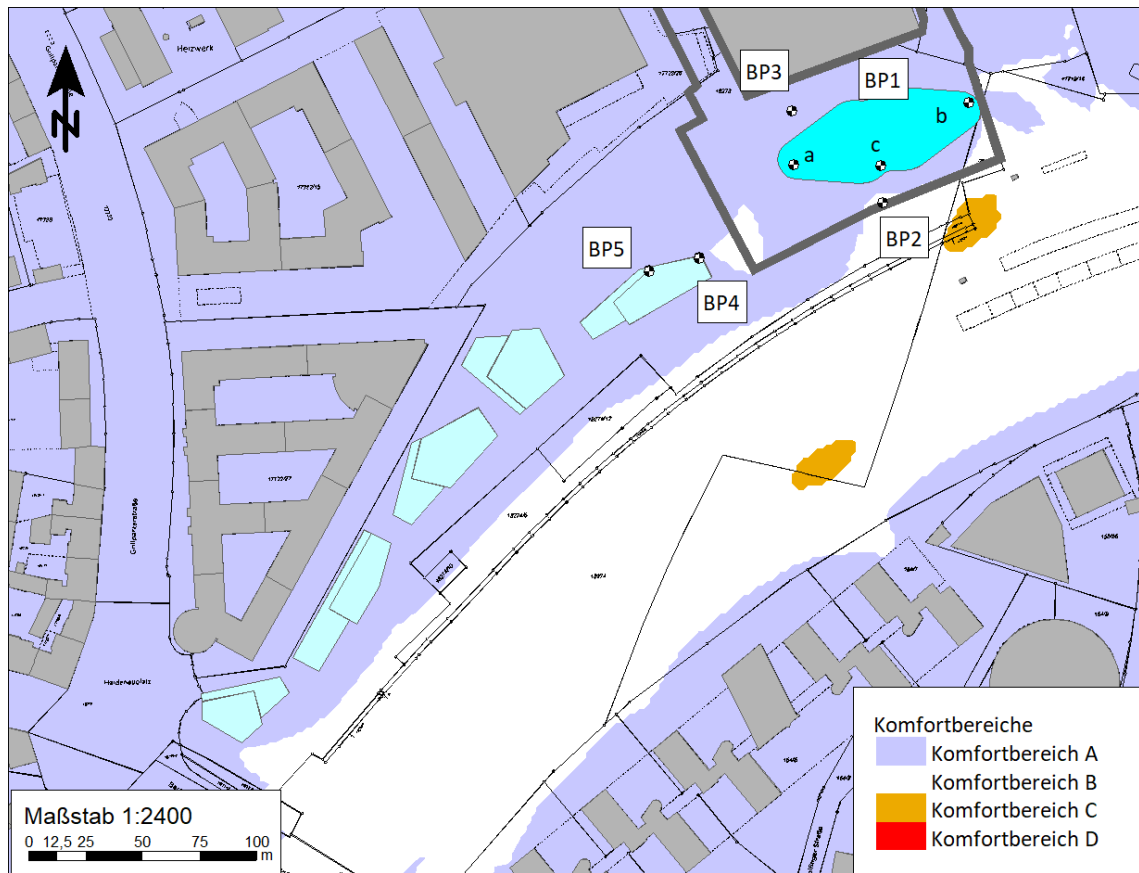
Windstärken nach Beaufort

Bf	v_w [m/s]	Bezeichnung	Kennzeichnung/Wirkungsweise
0	0-0,2	still	vollkommene Windstille
1	0,3-1,5	leiser Zug	Rauch steigt fast senkrecht empor
2	1,6-3,3	leichte Brise	für das Gefühl eben bemerkbar, Windfahne bewegt sich
3	3,4-5,4	schwache Brise	Blätter und dünne Zweige werden bewegt, desgleichen leichte Wimpel
4	5,5-7,9	mäßige Brise	hebt Staub und loses Papier, Zweige und dünne Äste werden bewegt
5	8,0-10,7	frische Brise	Kleine Laubbäume schwanken, für das Gefühl recht unangenehm
6	10,8-13,8	starker Wind	große Zweige werden bewegt, Wind an Häusern hörbar
7	13,9-17,1	steifer Wind	Bäume sind in Bewegung
8	17,2-20,7	stürmischer Wind	große Bäume werden bewegt, Zweige abgerissen, beim Gehen merkliche Behinderung
9	20,8-24,4	Sturm	leichtere Gegenstände werden aus ihrer Lage gebracht, kleinere Hausschäden
10	25,5-28,4	schwerer Sturm	Bäume werden umgeworfen
11	28,5-32,6	orkanartiger Sturm	zerstörende Wirkung schwerer Art
12	32,7-36,9	Orkan	verwüstende Wirkung

Anlage 3: Verwendete Windstatistik

		Windrichtungssektoren [10°]																																			
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
Windgeschwindigkeiten [m/s]	< 1,4	37	19	24	29	32	36	52	42	34	32	34	29	28	26	24	38	40	41	33	30	44	40	47	44	57	46	51	52	37	27	19	26	36	22	36	32
	1,4 - 1,8	34	30	27	29	44	72	62	75	68	40	33	33	30	28	37	45	44	35	39	47	56	66	57	114	83	45	39	39	31	40	36	26	26	31	29	51
	1,9 - 2,3	30	17	15	29	35	58	56	77	58	48	40	30	21	24	20	40	32	37	25	56	45	49	62	101	82	68	58	41	66	41	34	37	24	22	18	36
	2,4 - 3,8	20	17	22	42	68	121	113	180	150	63	59	58	28	32	18	13	33	31	37	61	73	63	79	185	204	207	136	94	131	111	92	49	46	24	18	30
	3,9 - 5,4	1	1	0	4	9	29	23	55	43	11	2	4	8	3	4	2	0	1	1	5	5	4	14	63	123	135	99	75	78	53	50	29	15	3	1	2
	5,5 - 6,9	0	0	2	1	1	5	0	2	4	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	1	1	0	19	70	105	29	13	31	17	9	4	3	0	0	0
	7,0 - 8,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27	40	3	4	2	1	0	1	0	0	0	0	
	8,5 - 10,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	9	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
	> 10,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe [h]		122	84	90	134	189	321	306	431	357	194	168	154	116	116	106	138	149	145	135	199	224	223	259	531	664	658	419	318	377	293	240	172	150	102	102	151
Summe [%]		1,4	1,0	1,1	1,6	2,2	3,8	3,6	5,0	4,2	2,3	2,0	1,8	1,4	1,4	1,2	1,6	1,7	1,7	1,6	2,3	2,6	2,6	3,0	6,2	7,8	7,7	4,9	3,7	4,4	3,4	2,8	2,0	1,8	1,2	1,2	1,8
		Norden				Nordosten				Osten				Südosten				Süden				Südwesten				Westen				Nordwesten				Norden			
		7,6				7,5				18,9				4,0				11,6				11,9				32,0				6,6				7,6			

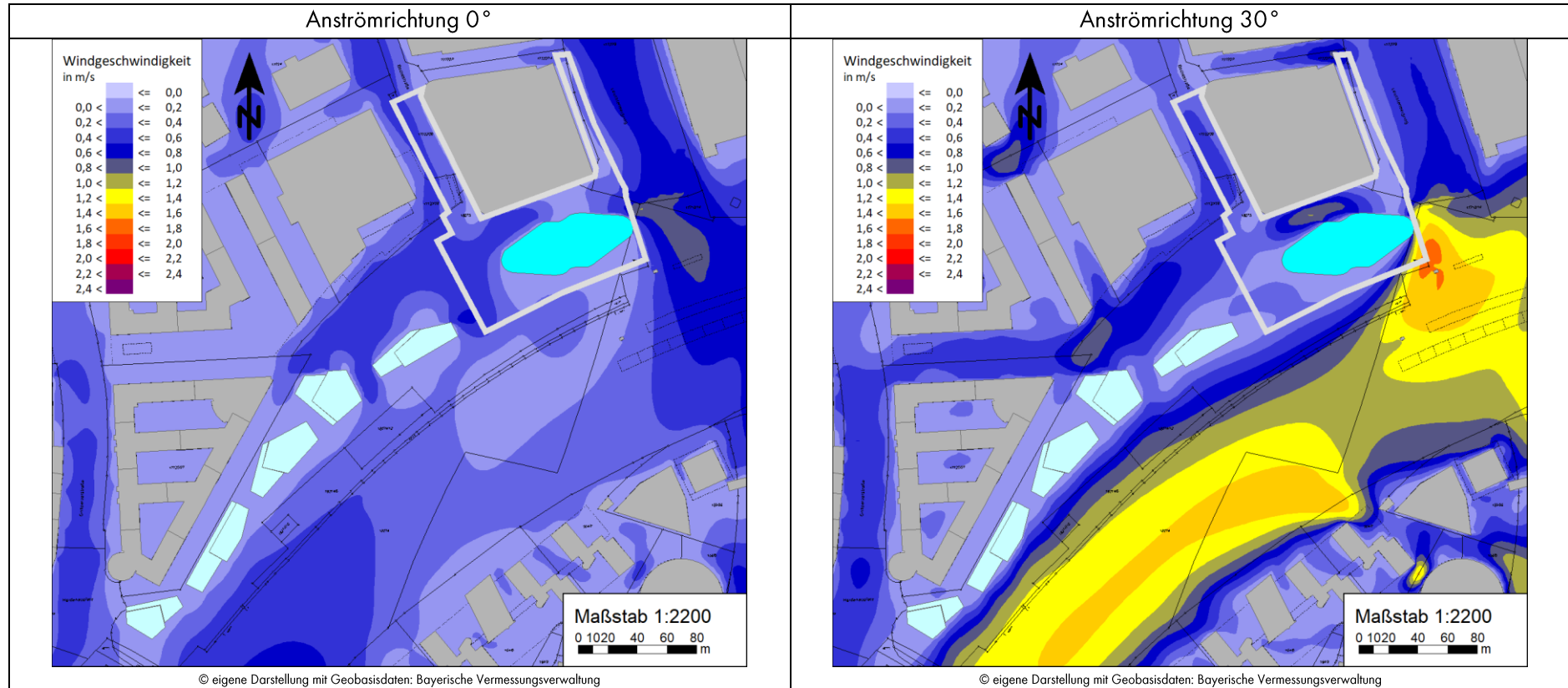
Anlage 4: Darstellung der Windkomfortbereiche



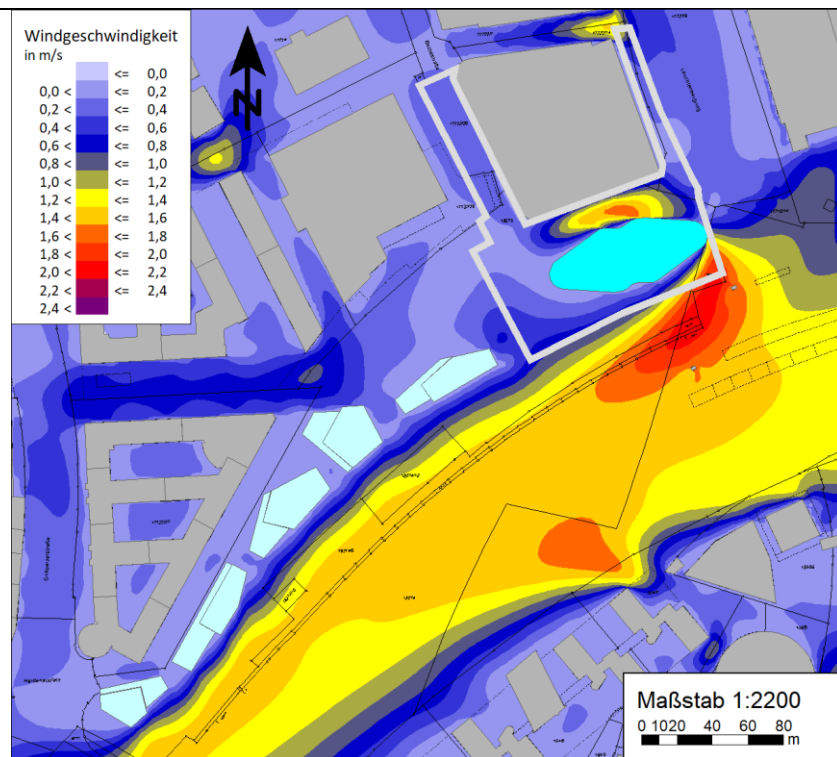
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anlage 5: Flächenhafte jährliche Windverteilungen nach Windrichtungssektoren

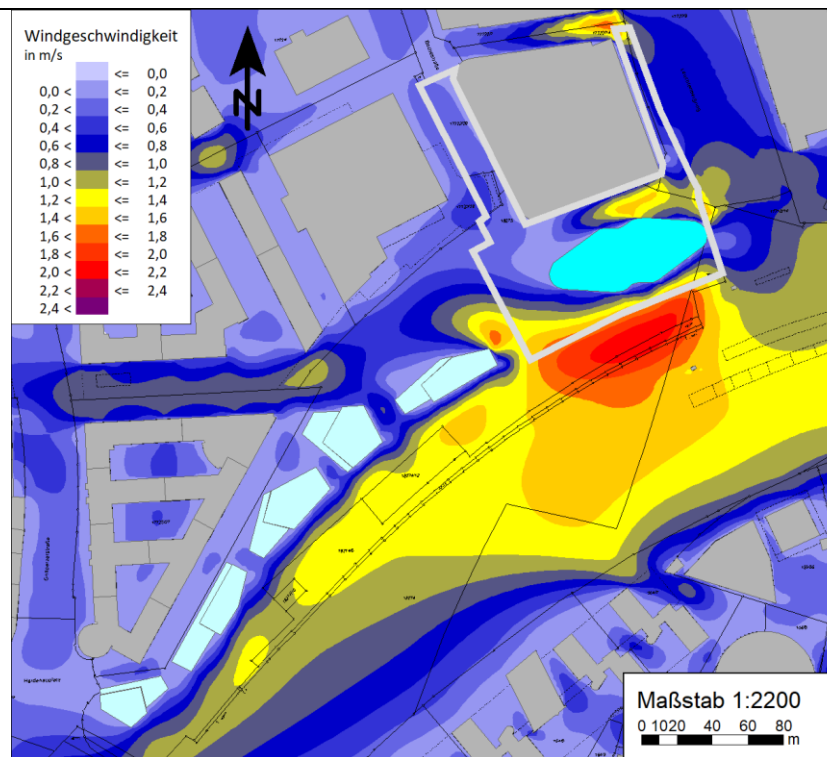
Anströmwindgeschwindigkeit von 2,5 m/s, Aufenthaltsbereich 1,4 m üGOK

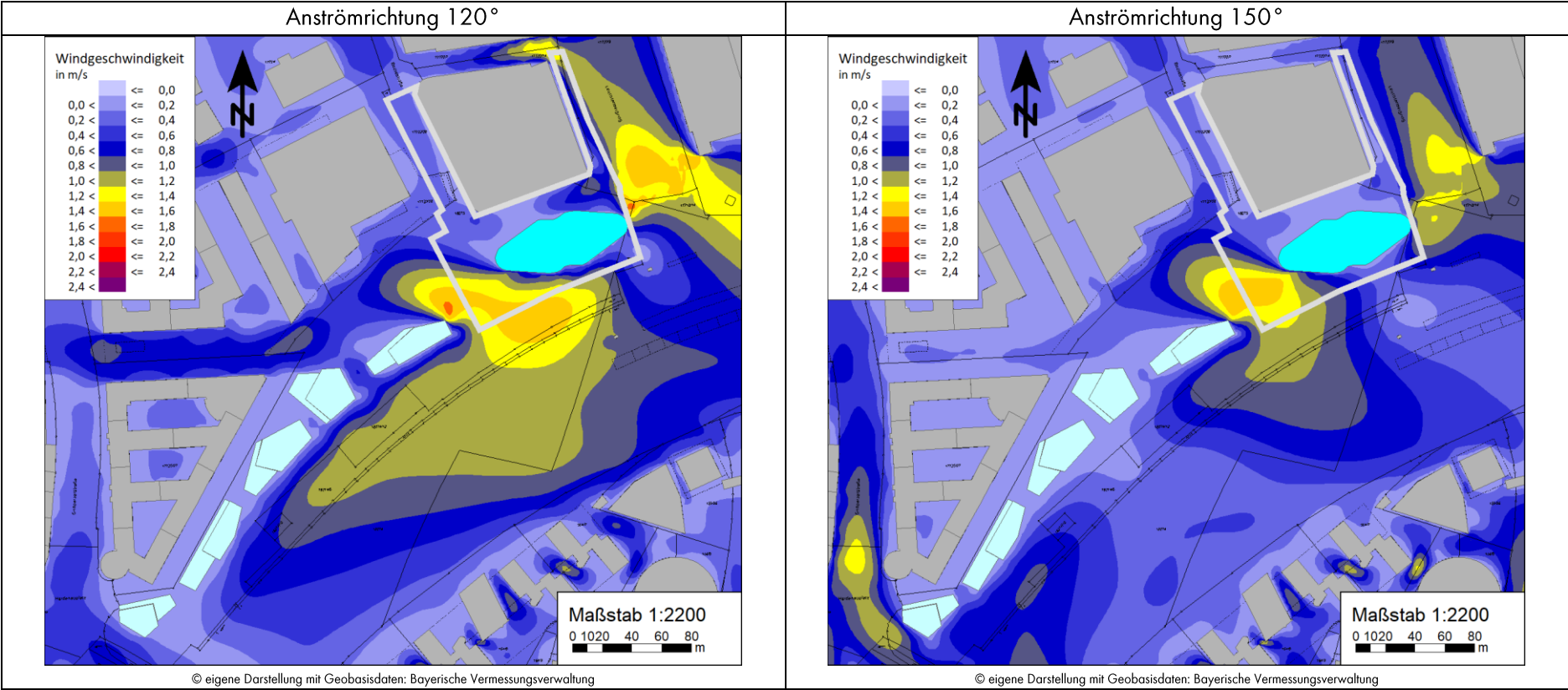


Anströmrichtung 60°

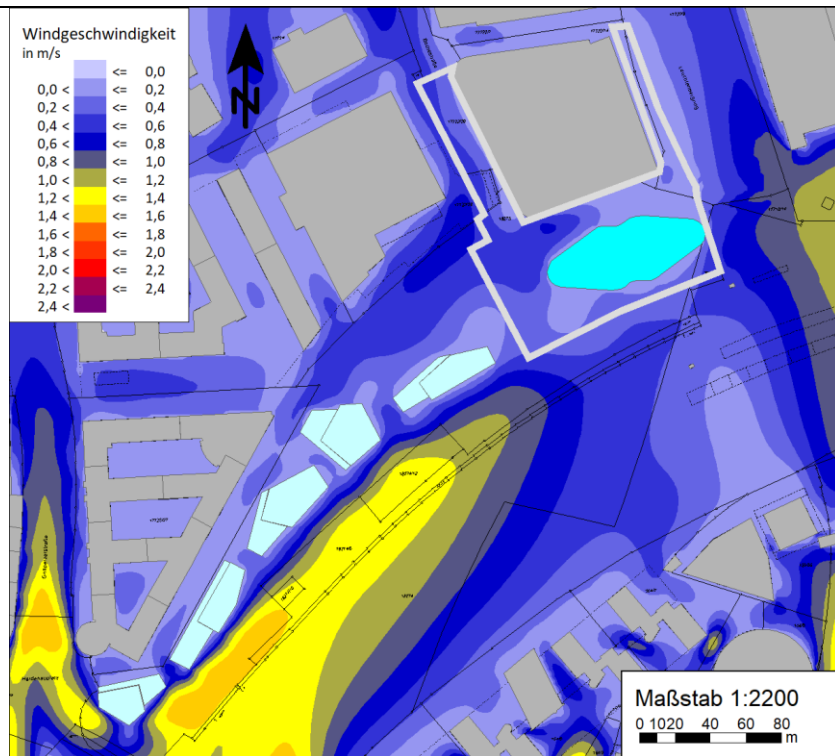


Anströmrichtung 90°



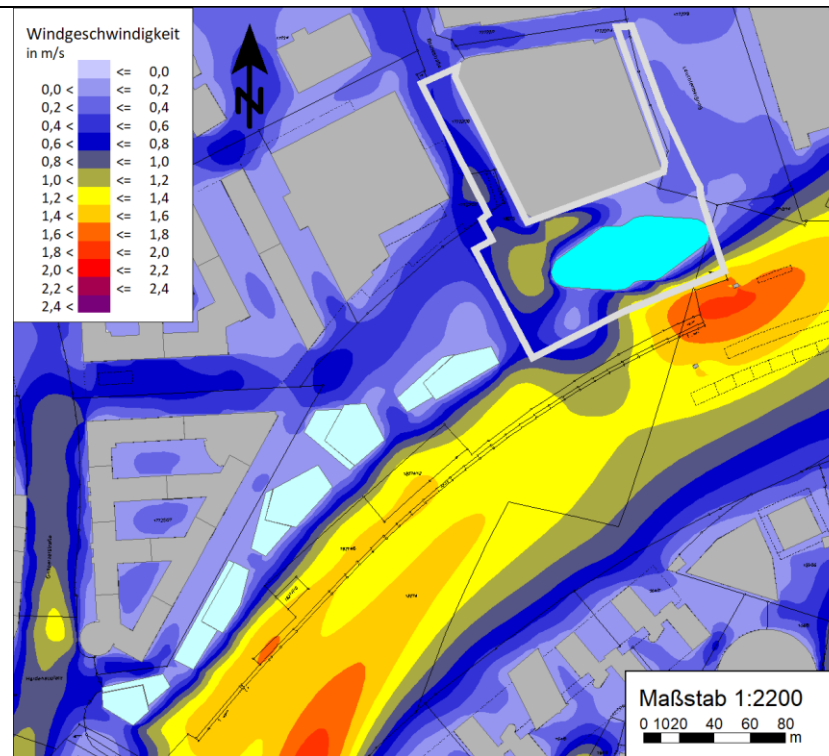


Anströmrichtung 180°



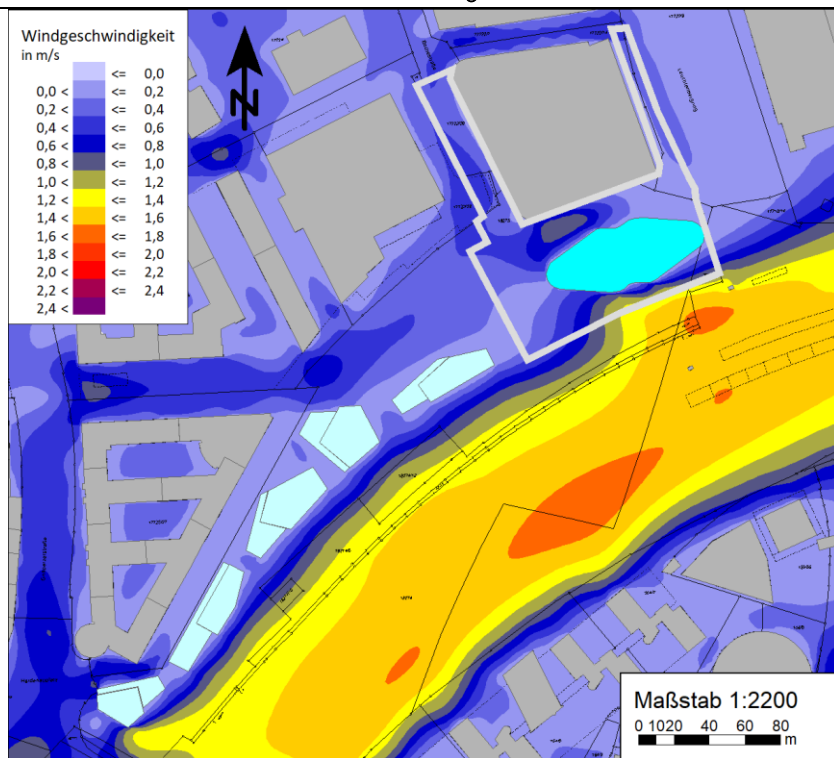
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anströmrichtung 210°



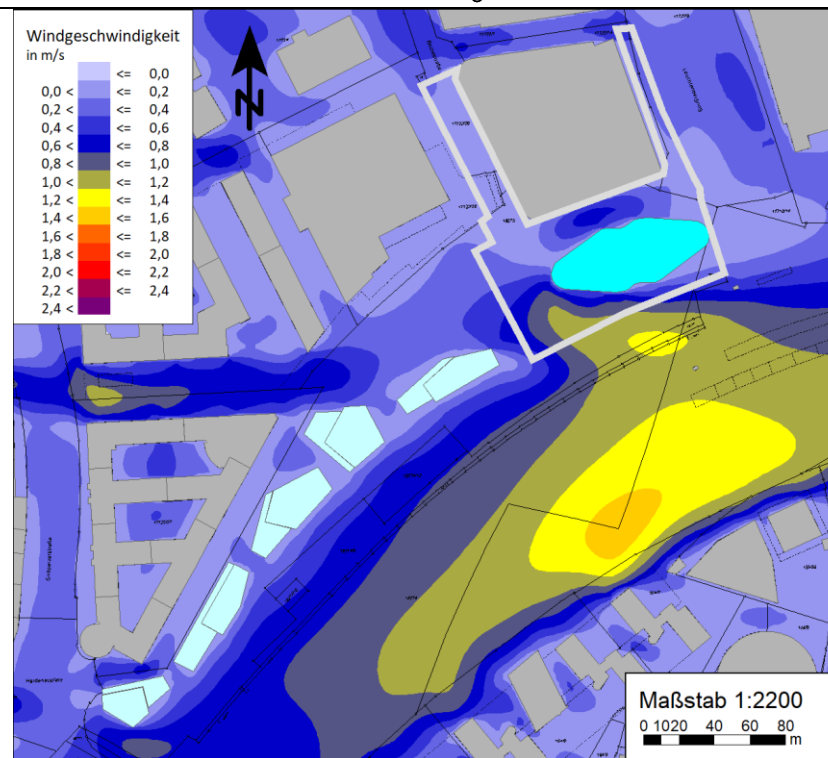
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anströmrichtung 240°



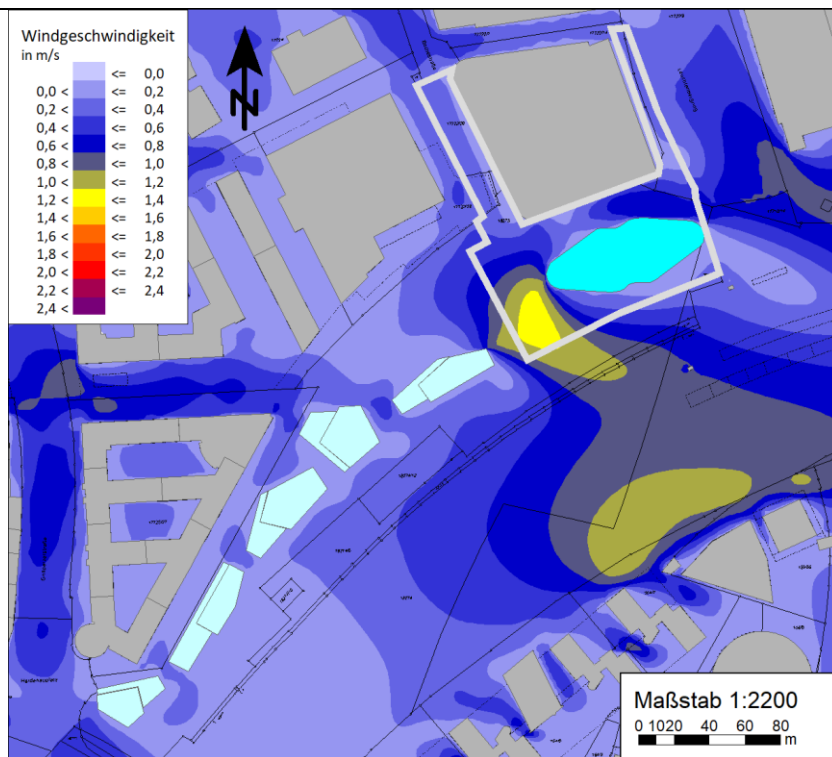
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anströmrichtung 270°



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anströmrichtung 300°



Anströmrichtung 330°

