

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Dresden
Lessingstraße 10
01465 Dresden-Langebrück

Telefon +49(35201)725 0
Telefax +49(35201)725 20

www.mbbm-ind.com

Dipl.-Ing. Martin Loesch
Telefon +49(35201)725 42
martin.loesch@mbbm-ind.com

07. April 2025
M174908/01 Version 1 LSH/SIK

Quartier am Bahnhof - Taufkirchen

Mikroklimatologische Untersuchung

Bericht Nr. M174908/01

Auftraggeber:

**B.S. Projekt Taufkirchen GmbH
Jaiserstraße 36
82049 Pullach im Isartal**

Bearbeitet von:

**M. Sc. Erik Petersen
Dipl.-Ing. Martin Loesch**

Berichtsumfang:

Insgesamt 43 Seiten

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Dresden
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner,
Manuel Männel,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Wetter, Klima und Mikroklima – Begriffliches und Eingrenzung des Untersuchungsmaßstabs	6
3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und klimatischen Gegebenheiten	8
3.1 Beschreibung des Standortes	8
3.2 Großräumige und regionale klimatologische Rahmenbedingungen	10
4 Vorhabenbedingte Wirkfaktoren	35
5 Empfehlungen für Minderungsmaßnahmen	38
6 Gesamtheitliche Betrachtung mikroklimatologischer Auswirkungen des Vorhabens	41
7 Literatur- und Quellenverzeichnis	42

Zusammenfassung

Der Gemeinderat Taufkirchen hat beschlossen eine 12,6 ha große Fläche westlich der S-Bahnlinie zu überplanen. Im Rahmen einer Mehrfachbeauftragung wurde der städtebauliche Entwurf zum „Quartier am Bahnhof“ von Steidle Architekten vom Gemeinderat ausgewählt, auf dessen Grundlage die weitere Planung fortgesetzt wird. Es soll ein Quartier entstehen, das die Bereiche Wohnen, Arbeiten, Nahversorgung, Gastronomie, Dienstleistungen, soziale Einrichtungen, etc. miteinander verbindet.

Es ist nicht von vornherein auszuschließen, dass die o. g. Eingriffe in die Bebauungsstruktur mikroklimatische Auswirkungen auf das Umfeld nach sich ziehen könnten. Aus diesem Grund sollte ein mikroklimatisches Gutachten erstellt werden, um potenziell auftretende Auswirkungen zu beschreiben.

Das mikroklimatische Gutachten umfasst zunächst die Darstellung der großräumigen und regionalen klimatischen Rahmenbedingungen. Darauf aufbauend erfolgt eine Analyse der lokalklimatischen Situation sowie der Empfindlichkeit des Schutzgutes (Mikro-) Klima innerhalb des Untersuchungsgebiets. Auf dieser Basis erfolgt eine Beurteilung der klimaökologischen Auswirkungen des Vorhabens im näheren Umfeld des Standortes.

Im Einzelnen sind folgende Feststellungen zu treffen:

- Auswirkungen auf das Klima der umliegenden Siedlungen oder Klima der Gemeinde durch das Vorhaben sind als solches nicht zu erwarten. Die verschiedenen, potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf das Mikroklima wurden im Rahmen des vorliegenden Gutachtens geprüft.
- Es sind insbesondere Auswirkungen am Standort selbst sowie den umliegenden Freiflächen erwartbar.
- Die geplante Begrünung inkl. Baumneu- bzw. Ersatzpflanzungen kann eine temperatenausgleichende Wirkung entfalten und zudem Windturbulenzen abmildern. Durch eine extensive Begrünung ist ein mikroklimatischer Nutzen zu erwarten.
- Es lässt sich festhalten, dass die mikroklimatischen Einflüsse des Vorhabens durch die Nutzung von bereits anthropogen genutzten Flächen sowie dem Erhalt, Ersatz bzw. die Schaffung neuer Grünflächen beschränkt wird. Die geplanten Maßnahmen können also als positiv für das Mikroklima gewertet werden. Negative Auswirkungen auf die Wohnbebauung bzw. auf das Klima der Gemeinde sind nicht zu erwarten.

Es bestehen somit keine Anhaltspunkte dafür, dass durch das Vorhaben schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorgerufen werden können.



Dipl.-Ing. Martin Loesch
Telefon: +49(35201)725-42
Projektbearbeiter



M. Sc. Erik Petersen
Telefon: +49 (89) 85602-122
Projektleitung/Qualitätssicherung

1 Situation und Aufgabenstellung

Der Gemeinderat Taufkirchen hat beschlossen eine 12,6 ha große Fläche westlich der S-Bahnlinie zu überplanen. Im Rahmen einer Mehrfachbeauftragung wurde der städtebauliche Entwurf zum „Quartier am Bahnhof“ von Steidle Architekten vom Gemeinderat ausgewählt, auf dessen Grundlage die weitere Planung fortgesetzt wird. Es soll ein Quartier entstehen, das die Bereiche Wohnen, Arbeiten, Nahversorgung, Gastronomie, Dienstleistungen, soziale Einrichtungen, etc. miteinander verbindet.

Es ist nicht von vornherein auszuschließen, dass die o. g. Eingriffe in die Bebauungsstruktur mikroklimatische Auswirkungen auf das Umfeld nach sich ziehen könnten. Aus diesem Grund soll ein mikroklimatisches Gutachten erstellt werden, um potenziell auftretende Auswirkungen zu beschreiben.

Das mikroklimatische Gutachten umfasst die Darstellung der großräumigen und regionalen klimatischen Rahmenbedingungen. Darauf aufbauend erfolgt eine Analyse der lokalklimatischen Situation sowie der Empfindlichkeit des Schutzgutes (Mikro-) Klima innerhalb des Untersuchungsgebiets. Auf dieser Basis erfolgt eine Beurteilung der klimaökologischen Auswirkungen des Vorhabens im näheren Umfeld des Standortes.

2 Wetter, Klima und Mikroklima – Begriffliches und Eingrenzung des Untersuchungsmaßstabs

Unter dem *Klima* wird die Gesamtheit der in einem bestimmten Gebiet auftretenden *Wetterphänomene* und deren zeitliche Verteilung (d. h. tages- und jahreszeitliche Variabilität sowie die typische Abfolge von Wetter- bzw. Witterungsphänomenen) verstanden. Als *Wetter* ist der kurzzeitige physikalische (und ggf. auch chemische) Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Punkt (z. B. an der Erdoberfläche) definiert.

Das Klima wird charakterisiert durch *Klimaelemente* als messbare Einzelercheinungen der Atmosphäre (z. B. Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung) und sog. *Klimafaktoren* als Eigenschaften des Raumes, die das Klima im Raum beeinflussen (z. B. geographische Breite, Höhe über NHN, Kontinentalität, Vegetation, Oberflächeneigenschaften). Vor dem Hintergrund der Prägung des Klimas durch die Klimafaktoren wird deutlich, dass Klima nicht nur als das Wirken von Prozessen innerhalb der Erdatmosphäre zu begreifen ist, sondern nur durch die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und den weiteren Sphären der Erde (Lithosphäre (Erdkruste; ggf. auch tieferliegende Erdschichten), Pedosphäre (Boden), Relief, Hydrosphäre (flüssiges Wasser), Kryosphäre (Eis) sowie Biosphäre einschließlich anthropogener Einflüsse (Anthroposphäre).

Meteorologische und klimatische Prozesse können nach ihrer räumlichen Ausdehnung sowie ihrer zeitlichen Dauer in raum-zeitliche Maßstabsbereiche (Skalen) unterteilt werden. Diese werden in der nachfolgenden Abbildung 1 verdeutlicht.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Darstellung und Bewertung der durch die vorhabenbedingten Klimafaktoren in dessen näherem Umfeld direkt hervorgerufenen klimatischen Auswirkungen. Diese konzentrieren sich im Wesentlichen auf den Standort und dessen näheres Umfeld. Der Untersuchungsrahmen erstreckt sich daher im Wesentlichen auf die Mikroskalen sowie den unteren mesoskaligen Bereich (Meso-Gamma).

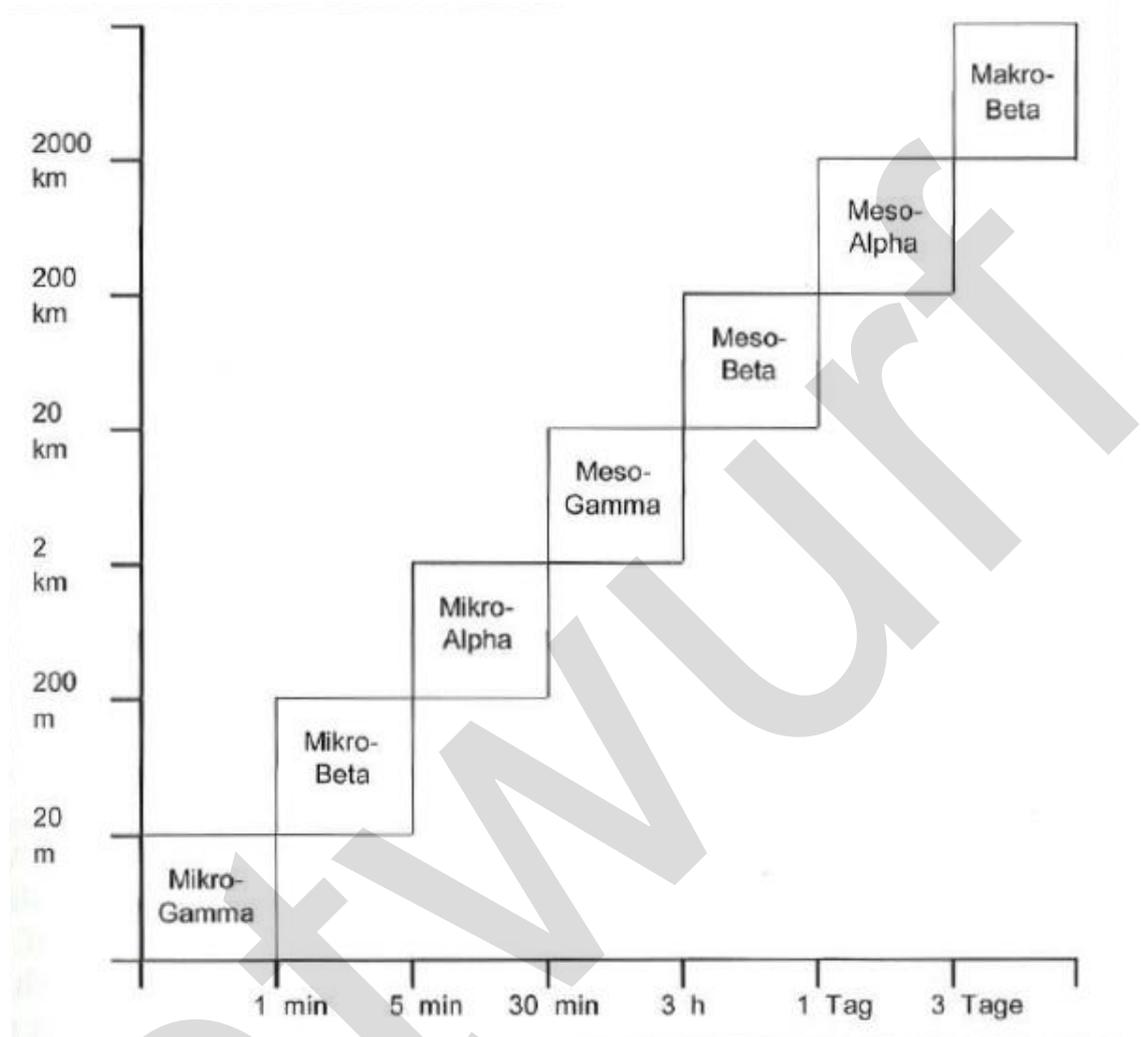


Abbildung 1. Maßstabszuordnung atmosphärischer Prozesse entsprechend Orlanski (1975) [1], aus [3].

Zu bewerten sind neben vorhabenbedingten Veränderungen einzelner Klimaelemente innerhalb des Untersuchungsgebiets insbesondere auch deren Bedeutung für die klimaökologischen Funktionen der Landschaft. Wesentliche Schutzziele sind die Erhaltung von Reinluftgebieten, die Erhaltung oder Verbesserung des Bestandsklimas (z. B. im Bereich von Siedlungen) sowie die Erhaltung oder die Schaffung von klimatischen Ausgleichsräumen hinsichtlich der lokalklimatischen Regenerations- und Austauschfunktion. Die meteorologischen Standortbedingungen, v. a. die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeit sowie die atmosphärische Turbulenz, haben darüber hinaus einen wesentlichen Einfluss auf die Verlagerung und Verdünnung von Luftschadstoffen.

3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und klimatischen Gegebenheiten

3.1 Beschreibung des Standortes

Der Standort des geplanten „Quartier am Bahnhof“ befindet sich westlich der S-Bahnstrecke der Gemeinde Taufkirchen im oberbayerischen Landkreis München. Der ca. 12,6 ha große Bereich befindet sich zwischen dem Lindenring, der Waldstraße und der Eschenstraße und wird aktuell vorrangig gewerblich genutzt. Zukünftig soll eine Verschmelzung von Wohnraum, Gewerbe- und Grünflächen stattfinden.

Das nähere Umfeld wird in Richtung Westen, Osten und Süden durch Wohnbauungen geprägt. Nördlich der Waldstraße ist ein weiteres Gewerbegebiet gelegen. Das westlich des Vorhabenstandortes gelegene Wohngebiet wird durch den Grüngürtel „Am Wald“ durchzogen. In Richtung Osten sind zudem landwirtschaftliche Nutzflächen gelegen.

Der Standort liegt auf einer geodätischen Höhe von ca. 580 m ü. NHN. Das Gelände ist im Umfeld als relativ eben zu charakterisieren, wobei im Allgemeinen ein Anstieg in Richtung Süden zu den Alpen und nach Norden ein Abfall des Geländes feststellbar ist.

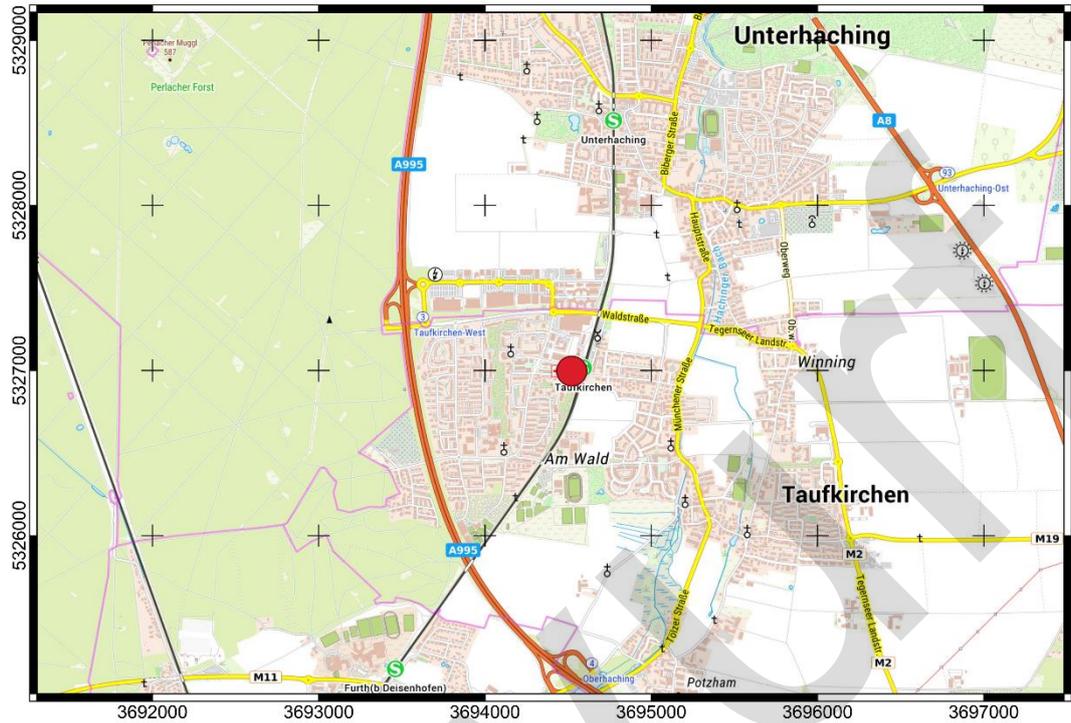
Der Standort ist in der Großlandschaft „Alpenvorland“ gelegen. Naturräumlich liegt das Areal im „Unterbayerischen Hügelland und Isar-Inn-Schotterplatten“ (Naturraum ID: D65) in der Haupteinheit „Münchener Ebene“ (Haupteinheit ID: 051).

Die nächstgelegene naturschutzfachlich als Schutzgebiet ausgewiesene Fläche ist das Landschaftsschutzgebiet LSG - 396067 „Perlacher und Grünwalder Forst einschließlich des Gleißentalles“, welches ca. 1,0 km westlich liegt.

Der Standort sowie die Umgebung sind aus der nachfolgenden Kartenausgabe sowie dem Freiflächenplan (Abbildung 2 und Abbildung 3) zu entnehmen.

In Anlehnung an die TA Luft wird als direktes Untersuchungsgebiet eine Fläche mit dem Umkreis mit einem Radius der 50-fachen der Höhe der Gebäude betrachtet. Gemäß dem Entwurf des Bebauungsplans [13] kann eine maximale Gebäudehöhe zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht festgelegt werden, da noch kein Höhenbezugspunkt feststeht. Es finden sich jedoch Angaben zur Geschossigkeit. Demnach sollen vorrangig Gebäude mit fünf bis sieben Geschossen errichtet werden. Im Zentrum des Quartiers sowie an der Waldstraße sind jedoch Hochpunkte mit bis zu 16 Geschossen verortet. Die Höhe des 16-geschossigen Gebäudes wird vorliegend mit ca. 50 m abgeschätzt, sodass der Radius des Untersuchungsgebietes 2.500 m beträgt, was ungefähr der Definition von Mikroklima nach Orlanski (1975) entspricht.

Da jedoch stets ein enger Zusammenhang zwischen Mikro- und Mesoklima besteht, wird das Untersuchungsgebiet, sofern für die Untersuchungen relevant, bis in den Meso-Gamma Bereich (ca. 20 km - vgl. Abbildung 1) erweitert.



Kartendaten: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 2. Kartenauszug des Standortumfeldes. Standort der des Quartiers am Bahnhof rot markiert, Kartengrundlage: [4].



Abbildung 3. Geplanter Plan der Freiflächenverfügbarkeit im Bereich des „Quartier am Bahnhof“. Quelle: [14].

3.2 Großräumige und regionale klimatologische Rahmenbedingungen

3.2.1 Allgemeines

Die Klimaverhältnisse einer Landschaft werden durch das Zusammenwirken von Relief, Boden, Wasserhaushalt und Vegetation, den menschlichen Einflüssen bzw. Nutzungsformen sowie der übergeordneten makroklimatischen Ausgangssituation bestimmt. Das Regionalklima wird dabei v. a. durch natürliche Wirkfaktoren wie z. B. die geographische Breite, die Entfernung zur Meeresküste, die Geländehöhe sowie die orographische Gliederung der Landschaft beeinflusst.

Im Allgemeinen können sich aus verschiedenen Standortfaktoren, wie z. B. dem Relief, der Verteilung von aquatischen und terrestrischen Arealen, dem Bewuchs und der Bebauung lokalklimatische Unterschiede ergeben, für die i. d. R. keine Messdaten vorliegen. Auf die bodennahen Luftschichten bzw. das Lokalklima üben dabei sowohl die Topographie als auch die Unterlage, d. h. die Bodenbeschaffenheit, einen Einfluss aus.

3.2.2 Methodik und Datengrundlagen

Zur Beschreibung der großräumigen und regionalen klimatischen Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet wurden die Messdaten der Klima- bzw. Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Umfeld des Vorhabenstandortes ausgewertet. Es wurden nur solche Messstationen in die Untersuchung eingestellt, die für die Beschreibung der klimatischen Ausgangssituation sowie zur Beurteilung der vorhabenbedingten Auswirkungen auf das Lokalklima eine ausreichende bzw. für das Untersuchungsgebiet repräsentative Datenbasis liefern.

Die folgenden meteorologischen Parameter wurden an der (nächstgelegenen) DWD-Messstation München-Stadt (DWD-ID: 03379), welche etwa 13,4 km nordwestlich des geplanten Quartiers am Bahnhof liegt, erhoben. Aufgrund der räumlichen Nähe ist aus fachlicher Sicht eine Übertragbarkeit der Parameter Wind, Lufttemperatur, Niederschläge, Nebelhäufigkeiten, Bewölkung, Sonnenscheindauer sowie Luftfeuchte prinzipiell möglich, insbesondere weil es sich um konservative Annahmen handelt. Die Station München-Stadt befindet sich in einem urbanen Gebiet mit einer entsprechenden Verdichtung und den damit verbundenen Effekten. Das Untersuchungsgebiet ist weniger stark verdichtet und versiegelt. Es ist demnach davon auszugehen, dass die Temperatur (bspw. an heißen Sommertagen) im Untersuchungsgebiet um einige Kelvin niedriger ist als am Standort der Messstation. Im Rahmen der Untersuchung scheint eine (geringe) Überschätzung der Situation im Untersuchungsgebiet sinnvoller als eine Unterschätzung.

Die ausgewählte DWD-Messstation gewährleistet daher eine im Rahmen der verfügbaren Wetterinformationen konservative Beschreibung der meteorologischen und klimatischen Situation am Standort. Aufgrund der Vergleichbarkeit des Naturraums und der nahen geografischen Lage sowie aufgrund der vergleichbaren Bebauung im Umfeld können alle in diesem Gutachten behandelten meteorologischen Größen auf den Standort übertragen werden.

Darüber hinaus wurde zur Beschreibung der allgemeinen klimatischen Bedingungen im langjährigen Mittel der vom DWD herausgegebene Klimaatlas der Bundesrepublik Deutschland ausgewertet [6].

Nachfolgend werden zunächst die langjährigen Mittel sowie ggf. Amplituden der wesentlichen Klimaelemente auf Grundlage des Klimaatlanten und der langjährigen Messdaten des DWD aus den Jahren 1991 - 2020 beschrieben.

3.2.3 Allgemeine klimatische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt auf den Isar-Inn-Schotterplatten auf einem Niveau von ca. 580 m ü. NHN. Die Landschaft im Standortbereich ist aufgrund der Lage in den Ausläufern der Alpen als relativ eben zu charakterisieren.

Geographisch liegt der Standort in Zentraleuropa und weist hier im Vergleich zu westlicher gelegenen Teilen Europas kontinental klimatisch beeinflusste Verhältnisse auf. Dabei wird das Untersuchungsgebiet im Vergleich zu anderen deutschen Regionen in stärkerem Maße durch im Jahresgang stärker schwankende Lufttemperaturen geprägt, insbesondere in den winterlichen Monaten. In den Sommermonaten kann auch der gemäßigte maritime Einfluss aus Westen prägend sein.

Längere stabile Hochdruckwetterlagen stellen sich im Sommerhalbjahr durch die Ausdehnung des Azorenhochs bis nach Mitteleuropa und im Winter durch die Ausweitung des kontinentalen Kältehochs über dem osteuropäischen Festland ein.

Ebenso wie der Jahresgang der Lufttemperatur ist auch deren Tagesgang im Vergleich zu maritim geprägten Bereichen etwas ausgeprägter.

Für den Zeitraum 1991 - 2020 stellen sich gemäß dem Deutschen Klimaatlas des DWD [6] die langjährigen Mittelwerte der wichtigsten Klimaparameter im Bereich des Untersuchungsgebietes für den o. g. Zeitraum folgendermaßen dar:

- Das langjährige Mittel der Lufttemperatur beträgt 10,1 °C. Im Sommer (Monate Juni, Juli und August) werden Durchschnittswerte von 17,8 – 19,4 °C erreicht; im Winter (Monate Dezember, Januar und Februar) von 0,9 – 1,9 °C. Die wärmsten Monate mit Durchschnittswerten von über 19 °C sind der Juli und August, während der Januar mit Werten von durchschnittlich unter 0,9 °C am kältesten ist.
- Die jährliche Niederschlagshöhe liegt im Durchschnitt bei etwa 939 mm. Die größten Niederschlagsmengen fallen im langjährigen Mittel im Juni, Juli und August mit je über 110 mm. Am niederschlagsärmsten ist der Monat Februar mit deutlich unter 50 mm. Das Sommerhalbjahr ist im Mittel mit 597 mm deutlich niederschlagsreicher als das Winterhalbjahr mit 347 mm. Im Schnitt fällt im Vergleich zum gesamtdeutschen Mittel von ca. 820 mm mehr Niederschlag.
- Die mittlere Sonnenscheindauer liegt bei ca. 1.830 Stunden pro Jahr.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Klimaparameter im langjährigen Mittel (1991 - 2020) der DWD-Station München-Stadt (ID-Nr. 03379) aufgeführt, die mehrjährige Messdaten für die Umgebung liefert [6].

Tabelle 1. Die wichtigsten Klimaparameter im langjährigen Mittel (1991 – 2020) der DWD-Station München-Stadt (ID-Nr. 03379) Quelle: [6] [7].

Klimaparameter	München-Stadt
Mittleres Jahresmittel der Lufttemperatur (°C)	10,1
Mittleres tägliches Maximum der Lufttemperatur (°C)	14,5
Mittleres tägliches Minimum der Lufttemperatur (°C)	6,1
Anzahl der Sommertage (Tagesmaximum der Lufttemperatur ≥ 25 °C)	53,1
Anzahl der heißen Tage (Tagesmaximum der Lufttemperatur ≥ 30 °C)	12
Anzahl der Frosttage (Tagesminimum der Lufttemperatur ≤ 0 °C)	73,8
Anzahl der Eistage (Tagesmaximum der Lufttemperatur ≤ 0 °C)	20,2
Mittlere Jahressumme der Niederschlagshöhe (mm)	939
Mittlere jährliche Anzahl der Tage mit Nebel	24,5
Jahressumme der Sonnenscheindauer in Stunden	1830

3.2.4 Windverhältnisse

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Druckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1.500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. Ein zweites Maximum, das vor allem durch die Luftdruckverteilung in Hochdruckgebieten bestimmt wird, ist bei Winden aus Ost bis Nordost vorherrschend. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, kann die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topographischen Strukturen modifiziert sein [2].

Geprägt durch die großräumige Luftdruckverteilung sind regional übergeordnet vor allem Winde aus westsüdwestlichen Richtungen sowie sekundär aus östlichen Richtungen zu erwarten.

Im vorliegenden Fall können für die Beschreibung der am Standort zu erwartenden Verhältnisse die meteorologischen Daten der DWD-Station München-Stadt herangezogen werden. Als repräsentatives Jahr für den Zeitraum 2010 - 2019 wurde das Jahr 2016 ermittelt.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung sowie die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklassen.

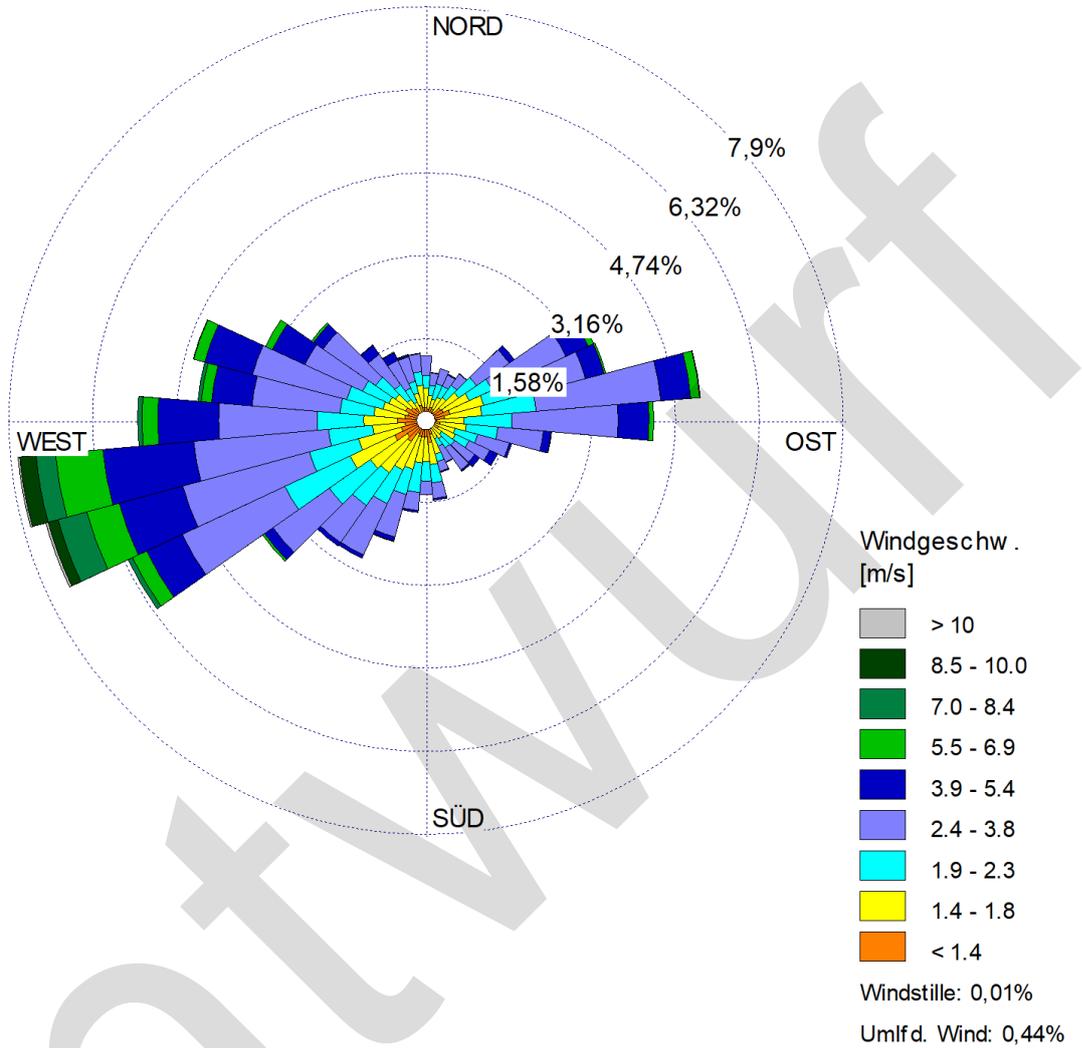


Abbildung 4. Häufigkeitsverteilung der Windrichtung, München-Stadt 2016 [5].

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\174\M174908\M174908_01_Ber_1D.DOCX:07.04.2025

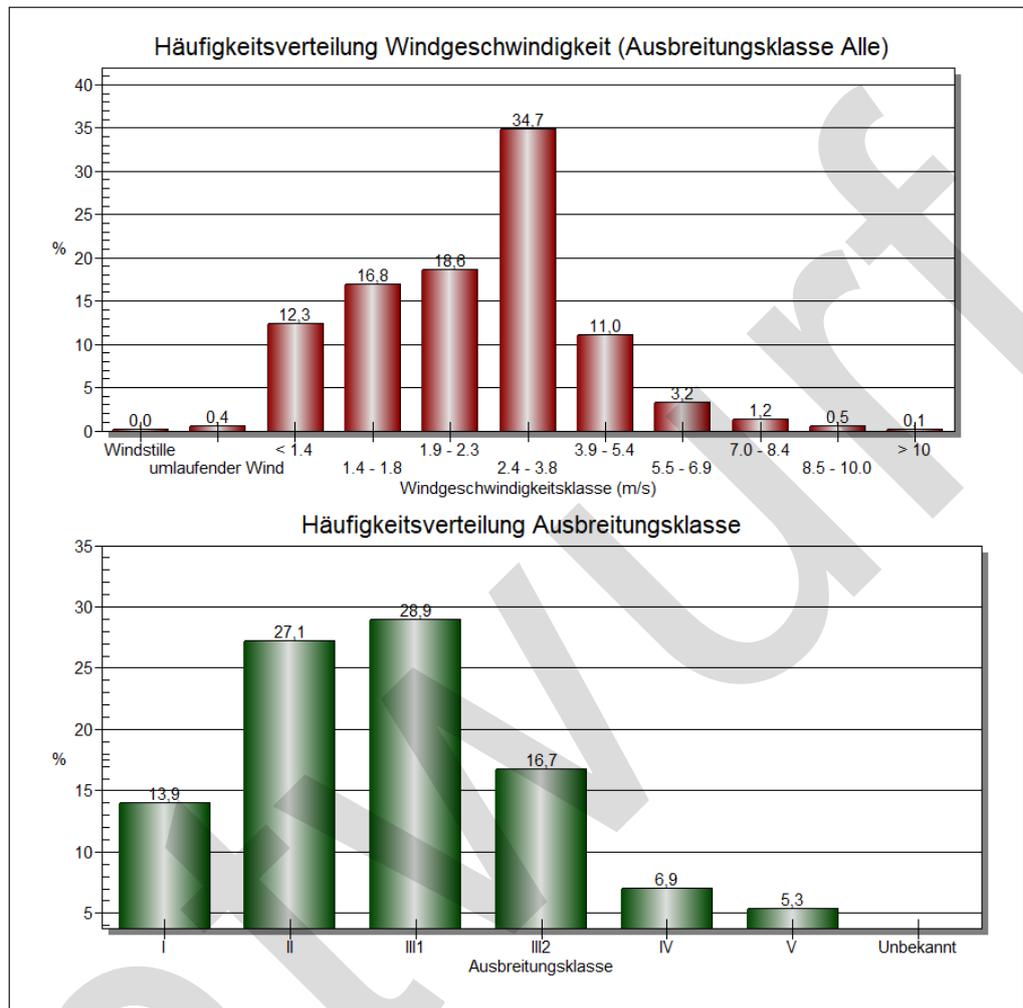


Abbildung 5. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklassen, München-Stadt 2016 [5].

Die Windrose zeigt ein erwartetes Maximum aus westsüdwestlicher Richtung. Ein sekundäres Maximum geprägt durch schwächere Windgeschwindigkeiten liegt aus östlichen Richtungen vor.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2,7 m/s, Schwachwindwetterlagen mit Windgeschwindigkeiten bis maximal 1,4 m/s treten in rund 12,7 % der Jahresstunden auf. Stabile Ausbreitungssituationen (Ausbreitungsklassen I und II) liegen in ca. 41 % der Jahresstunden vor.

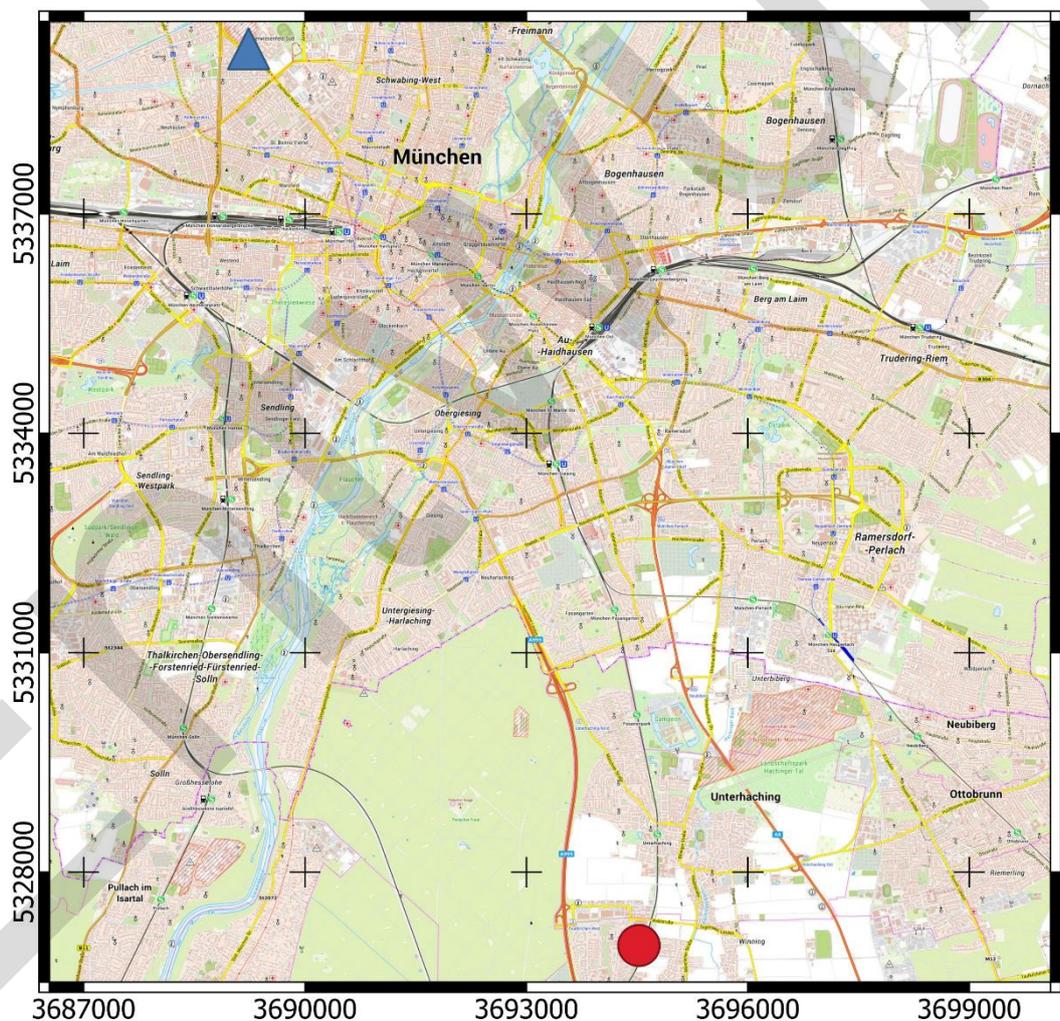
Starkwindsituationen mit Windstärken >7 m/s und damit hoher atmosphärischer Turbulenz treten hauptsächlich bei Winden aus westlichen Richtungen auf.

3.2.5 Beschreibung weiterer beurteilungsrelevanter Klimakenngrößen

3.2.5.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die Klimatelemente Lufttemperatur, Niederschlag, relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer, Bewölkung und Globalstrahlung näher betrachtet. Hierzu wurde die Klimamessstation München-Stadt hinsichtlich der verfügbaren gemessenen Klimatelemente ausgewertet; der Betrachtungsfokus liegt hierbei – ergänzend zum langjährigen Bezugszeitraum (1991 - 2020) des Klimaatlas des Deutschen Wetterdiensts – auf dem Vergleich mit in älterer und jüngerer Vergangenheit liegenden Messjahrgängen (falls vorhanden), um potenzielle klimawandelbedingte Auswirkungen aufzeigen zu können.

Hierbei ist festzustellen, dass die Station München-Stadt, entsprechend dem Namen, in der Innenstadt von München gelegen ist (siehe nachfolgende Abbildung).



Kartendaten: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 6. Lage der DWD-Messstation München Stadt (blaues Dreieck) sowie des Vorhabenstandortes (roter Kreis); Kartenhintergrund: [4].

Im Bereich der Messstation dominieren Grünflächen sowie Wohnbebauungen. Trotz des hohen Anteils an Grünflächen ist davon auszugehen, dass an dieser Messstation tendenziell höhere Temperaturen zu erwarten sind als am Vorhabenstandort. Hierfür gibt es folgende Anhaltspunkte:

- Geringerer Grad an Versiegelung am Vorhabenstandort;
- Einfluss der städtischen Wärmeinsel an der Messstation sowie am Vorhabenstandort sowie
- Einfluss von Kaltluftflüssen (am Standort; im Bereich der Messstation sind aufgrund der innenstädtischen Lage weniger Kaltluftflüsse zu erwarten).

Die einzelnen Punkte werden nachfolgend ausgeführt.

Versiegelungsgrad

Durch den hohen Grad an versiegelten Flächen im städtischen Bereich ist mit einem Anstieg der lokalen Temperatur zu rechnen. Generell heizen sich dichte bebaute Flächen mit vertikalen Strukturen (aufgrund der höheren Oberfläche) bei Sonneneinstrahlung deutlich schneller auf als nicht versiegelte Flächen. Die Wärme wird zum Teil in den asphaltierten Flächen gespeichert und während der Nachtstunden abgegeben. Dies sorgt dafür, dass es insbesondere in Sommernächten zu deutlich höheren Temperaturen im städtischen Bereich (im Vergleich zum Umland) kommen kann.

Weiterhin verdunstet an heißen Tagen von Grünflächen Wasser. Dies hat einen kühlenden Effekt.

Schließlich sorgt die Versiegelung bzw. Bebauung eines Bereiches dafür, dass weniger Bäume vorhanden sind, sodass neben der Verdunstungskühle auch Schatten fehlt.

Eine Abbildung der Stadtklimaanalyse der Landeshauptstadt München zeigt die (modellerte) Lufttemperatur an einem wolkenlosen Sommertag um 14 Uhr (siehe [17]). Der Vorhabenstandort ist nicht Teil der Modellierung, da diese nur innerhalb der Stadtgrenzen von München durchgeführt wurde. Es ist dennoch erkennbar, dass am Standort der DWD-Messstation eine Temperatur von 30 °C bis 36 °C zu erwarten ist. Im Randbereich der Stadt sind Temperaturen von bis zu 35 °C erwartbar, wobei die Bereiche, in denen die Temperatur niedriger (bis ca. 30 °C) ist, einen deutlich größeren Anteil als an der Messstation einnehmen.

Anhand dieser Modelldaten kann abgeleitet werden, dass die gemessenen Temperaturen der Station München-Stadt am Vorhabenstandort um einige Grad niedriger sind. Der Grund dafür ist, dass die Versiegelung am Standort deutlich niedriger ist und im Umfeld deutlich mehr Freiflächen vorhanden sind. Da bei der Planungsentwicklung auf vorrangig auf Innenentwicklung statt Außenentwicklung gesetzt wird, also vorrangig bereits Flächen mit anthropogener Nutzung für die Bebauung herangezogen werden, ist nicht von einer relevanten Änderung im Planfall zu rechnen.

Städtische Wärmeinseln.

In Zusammenhang mit dem hohen Versiegelungsgrad (siehe oben) und dem somit anthropogen geschaffenen (Innen-)Stadtklimatop (vgl. Kapitel 3.2.6.2) geht die Bildung von s.g. städtischen Wärmeinseln (Urban Heat Island – UHI) einher.

Wie bereits ausgeführt, führt im Sommer die verminderte Verdunstung in Innenstadtbereichen zu höheren Temperaturen. Zusätzlich wird aufgrund der Versiegelung bzw. Bebauung von Flächen Wärme gespeichert, die während der Nachtstunden abgestrahlt wird und somit ebenfalls zu einer höheren Temperatur in der Stadt im Vergleich zum städtischen Umland beiträgt.

Dies führt dazu, dass tagsüber über einer Stadt warme Luft konvektiv aufsteigt. Es bilden sich Ausgleichsströmungen aus, die bodennah zu einem Zuströmen von Luft aus dem Umland führen, sodass insbesondere während der Nachtstunden kühlere Umgebungsluft (s.g. Flurwind) in das Stadtgebiet fließt. Die Flurwinde können jedoch aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeiten durch Strömungshindernisse blockiert bzw. umgelenkt werden.

Das generelle Prinzip von städtischen Wärmeinseln kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

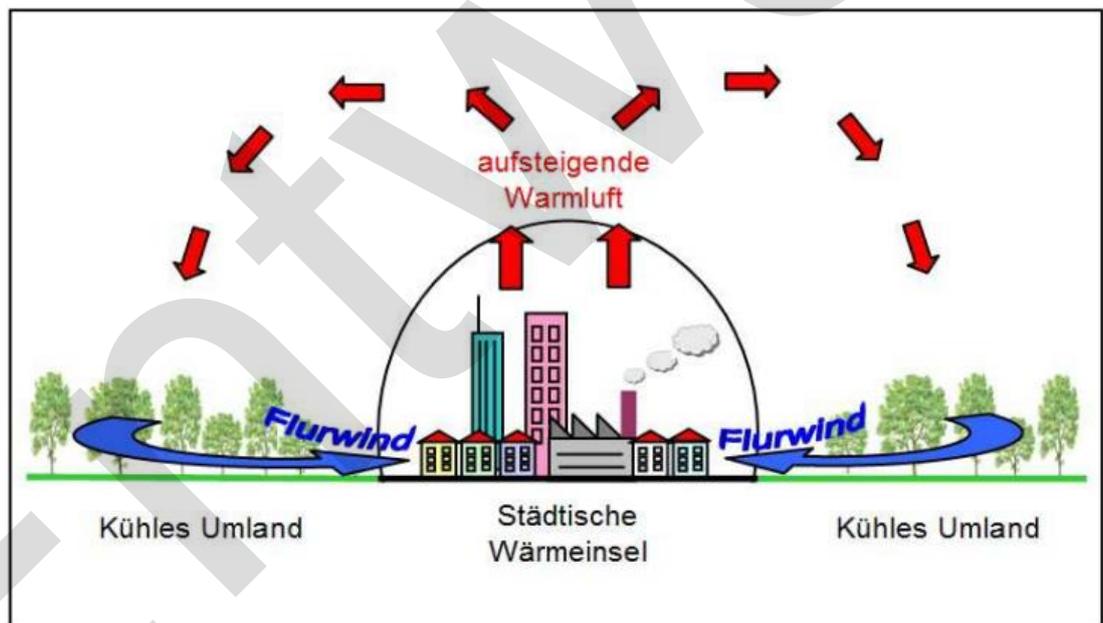


Abbildung 7. Prinzipskizze der städtischen Wärmeinseln aus [17].

Da der Standort außerhalb der Großstadt München gelegen ist und keine übermäßige industrielle Nutzung aufweist, ist davon auszugehen, dass sich hier im Sommer nur in geringem Umfang eine städtische Wärmeinsel ausprägt. Wie bereits beschrieben, soll vorrangig die Bebauung von bereits anthropogen genutzten Flächen erfolgen. Eine relevante Änderung im Planfall ist demnach nicht zu erwarten.

Kaltluftabflüsse

Die beschriebenen Flurwinde können auch als Kaltluftabflüsse bezeichnet werden. Die Strömung der Kaltluft wurde in der bereits zitierten Stadtklimaanalyse der Stadt München modelliert [17].

Der Studie ist zu entnehmen, dass der Vorhabenstandort eher in einem Bereich mit (sehr) hohen Kaltluftströmungen Richtung München gelegen ist, während der Standort der Messstation sich in einem Bereich mit geringen bis mittleren Kaltluftströmungen befindet. Dies ist demnach ebenfalls ein Hinweis darauf, dass die mittlere Temperatur am Vorhabenstandort um einige Kelvin niedriger liegt als an der Messstation.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen mikroklimatischen Phänomene werden die Klimaelemente nachfolgend dargestellt.

3.2.5.2 Lufttemperatur

Zur Beschreibung des Klimaelements Lufttemperatur wurde auf die vieljährigen Stationsmittelwerte an der DWD Messstation „München-Stadt“ (ID-Nr. 03379) für den Bezugszeitraum 1991-2020 zurückgegriffen, welche vom DWD bereitgestellt werden [6] [7].

In der nachfolgenden Tabelle sind die Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperatur zusammengefasst sowie in Abbildung 8 graphisch dargestellt.

Tabelle 2. Gemittelte monatliche Werte der durchschnittlichen Lufttemperatur, Maximaltemperatur und Minimaltemperatur im Bezugszeitraum 1991 bis 2020 an der Messstation München-Stadt (DWD ID: 03379) in [°C] (Jahresmittelwerte). Quelle: eigene Berechnung mit Daten aus [6] [7].

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Durchschnitt	0,9	1,9	5,7	10,2	14,3	17,8	19,6	19,4	14,7	10,1	4,9	1,8	10,1
Maximaltemperatur	4,0	5,6	10,1	15,2	19,4	22,9	24,9	24,7	19,6	14,5	8,2	4,8	14,5
Minimaltemperatur	-1,8	-1,4	1,7	5,3	9,3	12,9	14,7	14,5	10,4	6,5	2,1	-0,8	6,1

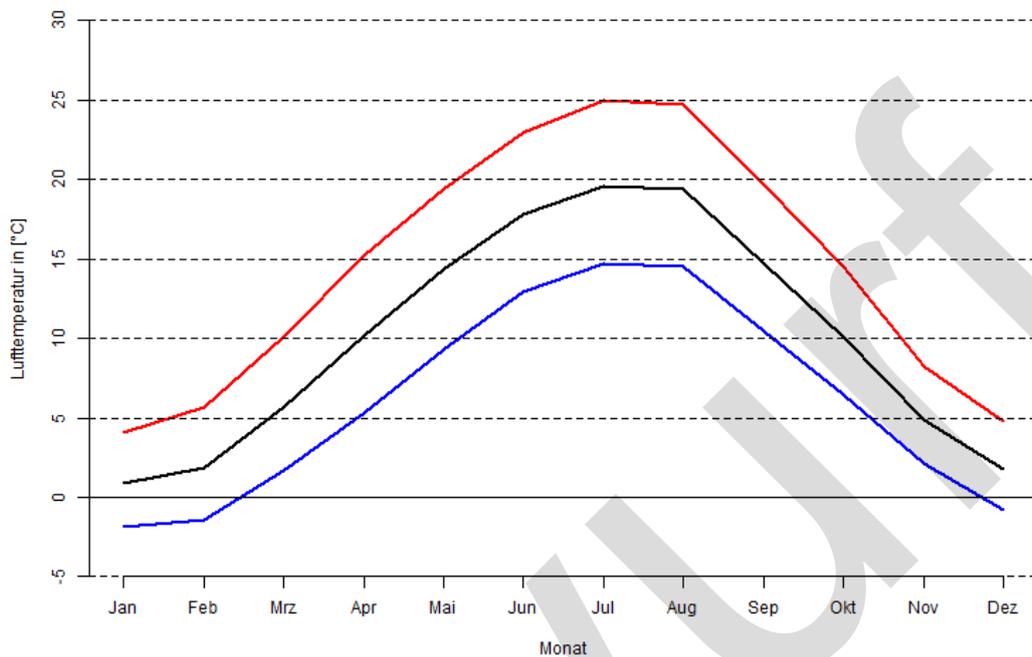


Abbildung 8. Diagramm der monatlichen Mittelwerte der Lufttemperatur (schwarz), monatlich gemittelte Maximaltemperatur (rot) und monatlich gemittelte Minimaltemperatur (blau) des Bezugszeitraums 1991 bis 2020 der DWD-Station München-Stadt in [°C]. Quelle: eigene Grafik mit Daten aus [6] [7].

Die mittlere Lufttemperatur an der Messstation „München-Stadt“ weist ein, für die geographische Lage in Mitteleuropa, typisches Profil auf. Das Minimum der Lufttemperatur findet sich im Januar und das Lufttemperaturmaximum im Juli [6]. Dem kontinentalen Einfluss Eurasiens ist die ausgeprägte Temperaturamplitude von ca. 19 °C geschuldet, da der ausgleichende maritime Einfluss des Atlantiks in diesem Bereich Mitteleuropas zunehmend abnimmt.

Unter Berücksichtigung der unter 3.2.5.1 beschriebenen mikroklimatischen Phänomene ist davon auszugehen, dass die Temperaturen am Vorhabenstandort (in Abhängigkeit von der Wetterlage) geringfügig niedriger sind. Jedoch sollten die Schwankungen der Lufttemperatur (wie in Abbildung 8 gezeigt) auch am Vorhabenstandort stattfinden (wenngleich die Kurven in Richtung der Ordinate geringfügig nach unten verschoben wären).

Es herrscht demnach sowohl an der Messstation München-Stadt als auch am Vorhabenstandort ein typisches Jahreszeitenklima vor, bei dem die Lufttemperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht geringer sind als die zwischen den Jahreszeiten [2].

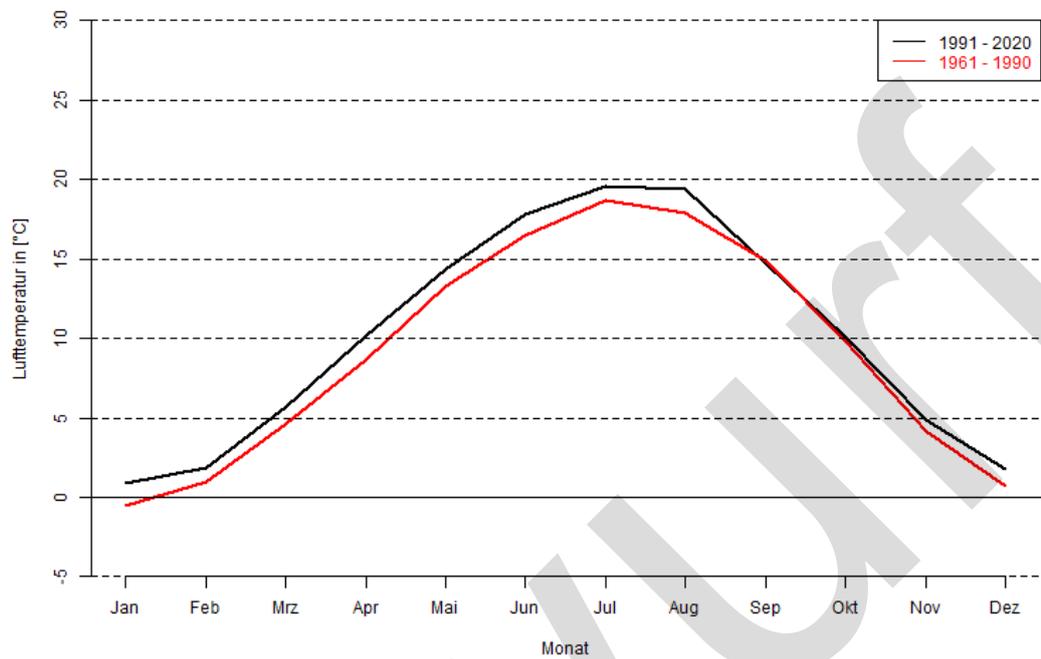


Abbildung 9. Monatliche mittlere Lufttemperatur der DWD-Station München-Stadt während der Klimareferenzperiode 1961 – 1990 und der Bezugsperiode von 1991 – 2020; Quelle: eigene Grafik mit Daten aus [6].

An der nächstgelegenen repräsentativen DWD Messstation „München-Stadt“ (DWD-ID: 03379) lag der Temperaturdurchschnitt in der Klimaperiode 1991 – 2020 stadtklimatologisch bedingt bei 10,1 °C. Der durchschnittlich wärmste Monat ist in dieser Periode der Juli mit 19,6 °C und der kälteste der Januar mit 0,9 °C. Damit liegt kein Monat unterhalb des Gefrierpunktes (vgl. Abbildung 9) [5], [6]. Am Vorhabenstandort könnten die Temperaturen im Januar hingegen noch unter dem Gefrierpunkt liegen, generell sollte jedoch auch ein Temperaturanstieg beim Vergleich der Klimareferenzperiode 1961 – 1990 und der Bezugsperiode von 1991 – 2020 deutlich erkennbar sein.

Die Temperaturdaten der DWD-Station München-Stadt werden seit dem Jahr 1958 erhoben und zeigen einen deutlichen Trend eines Anstiegs der Lufttemperatur, welcher ursächlich mit dem anthropogenen Klimawandel begründbar ist. Den relativen Anstieg der Temperaturen kann man visuell gut anhand der sog. Klimastreifen (vgl. Abbildung 10) verdeutlichen. In Abbildung 9 ist erkennbar, dass die Temperaturen vor allem im Winter, Frühjahr und Sommer höher liegen. Im Herbst sind die Lufttemperaturen zwischen den Referenzperioden relativ gleich.

Das LfU hat unter Berücksichtigung verschiedenster Gesellschafts- und Klimaszenarien Prognosen für das Voranschreiten des Klimawandels bis zum Ende des Jahrhunderts getätigt. Demnach wird sich die Durchschnittstemperatur in Bayern um bis zu 1,6 °C erhöhen, wenn Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden. Ohne Klimaschutzmaßnahmen könnte die Jahresmitteltemperatur in der Klimaregion Südbayerisches Hügellandes sogar um bis zu 4,8 °C ansteigen. Im Vergleich zu Mitte des 20. Jahrhunderts liegt die mittlere Temperatur dieser Region bereits heute ca. 2 °C höher [8].

Mittlere Jahrestemperatur München-Stadt 1958 - 2022

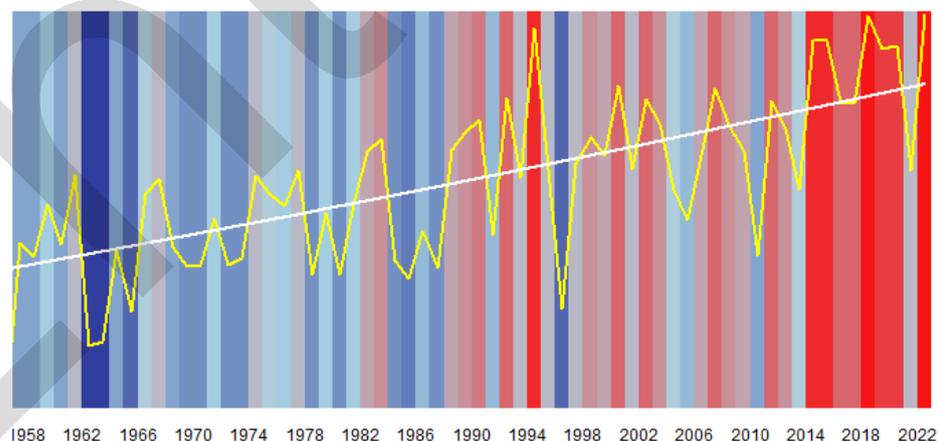


Abbildung 10. Jährliche mittlere Temperatur an der DWD Station München-Stadt, dargestellt als sog. Klimastreifen: blaue Farbtöne zeigen kältere Jahre, rote Farbtöne wärmere Jahre als im Durchschnitt der Jahre 1958 - 2022. Die gemessene Jahresmitteltemperatur ist mit der gelben Kurve dargestellt. Die weiße Kurve zeigt einen geglätteten Verlauf der Temperatur.

Hinsichtlich der übergeordneten klimatischen Entwicklung sollten trotz der beschriebenen mikroklimatischen Einflüsse keine relevanten Unterschiede zwischen der Messstation München-Stadt und dem Vorhabenstandort feststellbar sein. Die klimatische Entwicklung ergibt sich deutschlandweit in ähnlichem Maße und wird weder durch das geplante Vorhaben hervorgerufen oder beeinflusst. Die tendenzielle Entwicklung ist jedoch bei der Bewertung des Vorhabens zu berücksichtigen (siehe hierzu auch Kapitel 5).

3.2.5.3 Kaltluft

Die Topographie des Untergrundes kann auf die bodennahen Luftschichten einen erheblichen Einfluss ausüben und durch ihr Relief das Windfeld nach Richtung und Geschwindigkeit modifizieren. Es können sich wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche lokale, thermische Windsysteme bilden. Besonders bedeutsam sind Kaltluftabflüsse.

Unter Kaltluft versteht man bodennahe Luft, die kälter als die Luft in ihrer Umgebung ist. Kaltluft wird entweder vor Ort aufgrund des Energieumsatzes an der Erdoberfläche gebildet oder durch kleinräumige Zirkulation herantransportiert. Kaltluftentstehung und -abfluss hängen von meteorologischen Verhältnissen, der Flächennutzung sowie von der Geländeform und -exposition ab. Lokale Kaltluft entsteht während des abendlichen Abkühlungsprozesses und insbesondere in der Nacht an der Erdoberfläche.

In wolkenlosen Nächten kann die Erdoberfläche nahezu ungehindert Energie abstrahlen, wodurch sie sich merklich abkühlt und die darüber liegende Luft ebenfalls. Die Intensität der Abkühlung ist in erster Linie abhängig von der Bodenbedeckung. Wiesen und landwirtschaftlich genutzte Flächen mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität der Oberflächen gelten als wichtige Kaltluft produzierende Flächen.

Von höher gelegenen Flächen fließt die Kaltluft dem Geländegefälle folgend zu tiefergelegenen Gebieten ab. Während die Fließgeschwindigkeit von Neigung und Rauigkeit der Oberfläche abhängig ist, wird die Fließrichtung durch die Geländeform bestimmt. Als Leitlinien des Kaltluftabflusses treten lang gestreckte Hohlformen mit gleichsinnigem Gefälle auf. In tiefer gelegenen konkaven Geländeteilen wie in Tälern, Talkesseln, Schluchten und Mulden kann sich die Kaltluft sammeln und es können sich Kaltluftseen bilden.

Neben orographisch geprägten Strömungen kann es auch aufgrund sogenannter Flurwindssysteme, eine direkte Ausgleichsströmung von hohen zu tiefen Luftdrücken, zu Kaltluftströmen in ebenen urbanen Räumen kommen. Diese entstehen durch stark überbaute Gebiete wie etwa Stadtzentren, welche sich, wie in Kapitel 3.2.6.2 beschrieben, stärker erwärmen als umliegende Freiflächen [17].

Um den Zustrom an Kaltluft in die Stadt quantifizieren zu können, kann der sog. Kaltluftvolumenstrom herangezogen werden. Dieser stellt das Produkt zwischen der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft und der vertikalen Schichthöhe dar und wird in Kubikmeter pro Sekunde angegeben. Nach [17] orientiert sich die Klassifizierung des Volumenstroms anhand des Wertespektrums im Untersuchungsgebiet, welches vorliegend die Stadt München darstellt. Hierbei sind Volumenströme von $< 150 \text{ m}^3/\text{s}$

als gering, bis 750 m³/s als mäßig, bis 1400 m³/s als hoch und größer 1400 m³/s als sehr hoch einzustufen.

Laut [17] befindet sich der Vorhabenstandort (wenngleich knapp außerhalb des in [17] modellierten Bereichs) zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (die Uhrzeit, in der Kaltluft in autochthonen Strahlungsnächsten voll ausgeprägt ist) in einem Bereich eines hohen bis sehr hohen Kaltluftvolumenstroms, welcher eine aggregierte Windgeschwindigkeiten von 0,5 – 1,0 m/s Richtung Norden aufweist¹. Generell werden Siedlungsgebiete eher von Kaltluft um- und nicht durchflossen.

Es ist somit davon auszugehen, dass die Fließgeschwindigkeit der Kaltluft am Standort – sowohl aktuell als auch zukünftig - 0,3 – 0,5 m/s nicht überschreitet.

3.2.5.4 Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit ist ein Relativmaß, definiert als der aktuelle Wasserdampfdruck im Verhältnis zum Sättigungsdampfdruck über Wasser bei der aktuellen Lufttemperatur. Sie stellt daher kein absolutes Maß für den Wasserdampfgehalt der Luft dar (dieser ergibt sich jedoch aus der relativen Luftfeuchte in Verbindung mit der Lufttemperatur) und ist bei gegebenem Wasserdampfpartialdruck in starkem Maße von der Lufttemperatur abhängig. Sie ist dennoch eine wichtige diagnostische Größe, da sie erkennen lässt, in welchem Maß die Luft mit Wasser gesättigt ist bzw. im Umkehrschluss, welche Wasserdampfaufnahmekapazität (bei relativen Luftfeuchten < 100 %) bzw. welches Potential, verfügbares Wasser zu verdunsten, noch gegeben ist, bis es zur Sättigung (relative Luftfeuchte 100 %) oder gar zur Kondensation (relative Luftfeuchte > 100 %) und damit zum Ausfall tropfenförmigen Wassers kommt (Nebel, Niederschlag).

Die relative Luftfeuchte nimmt Werte bis knapp über 100 % ein (zu relativen Luftfeuchten von über 100 % und damit Übersättigung kann es kommen, wenn kein hinreichendes Angebot an Kondensationskeimen vorliegt) und bewegt sich in unseren Breiten typischerweise zwischen 20 und 100 %. Luftfeuchten von 0 % sind in der Troposphäre nicht anzutreffen.

Zur Beschreibung der relativen Luftfeuchtigkeit wird auf stündliche Messdaten der DWD Messstation München-Stadt mit der ID-Nr. 03379 zurückgegriffen. Diese Station ist die am nächsten gelegene Wetterstation.

In der folgenden Tabelle werden die mittleren monatlichen Werte der relativen Luftfeuchtigkeit an der Messstation München-Stadt im Bezugszeitraum 1991 bis 2020 aufgeführt; das darauffolgende Histogramm verdeutlicht die Häufigkeitsverteilung der Luftfeuchtigkeit im genannten Bezugszeitraum.

¹ Als Referenz wird der südliche Radbereich des Stadtgebiets von München auf Höhe des Vorhabenstandortes verwendet.

Tabelle 3. Rel. Luftfeuchte im Bezugszeitraum 1991 bis 2020 an der Messstation München-Stadt (DWD ID: 03379) in [%] (Jahresmittelwerte). Quelle: eigene Berechnung mit Daten aus [5].

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Durchschnitt	81	76	71	65	68	68	66	68	76	80	83	83
maximale Feuchte	91	85	84	75	79	77	75	77	87	89	91	92
minimale Feuchte	73	65	58	49	55	57	57	53	67	75	74	76

In Tabelle 3 ist ein deutlicher Jahresgang der monatlichen mittleren relativen Luftfeuchtigkeit zu erkennen, wobei hohe Werte in den Wintermonaten und geringere Werte in den Sommermonaten zu verzeichnen sind. Da die relative Luftfeuchtigkeit lufttemperaturabhängig ist, weisen beide Jahresgänge eine antizyklische Amplitude auf. Da typischerweise im Sommer wärmere Temperaturen vorliegen, liegt eine höhere Wasserdampfaufnahmekapazität vor als in den kühlen Wintermonaten.

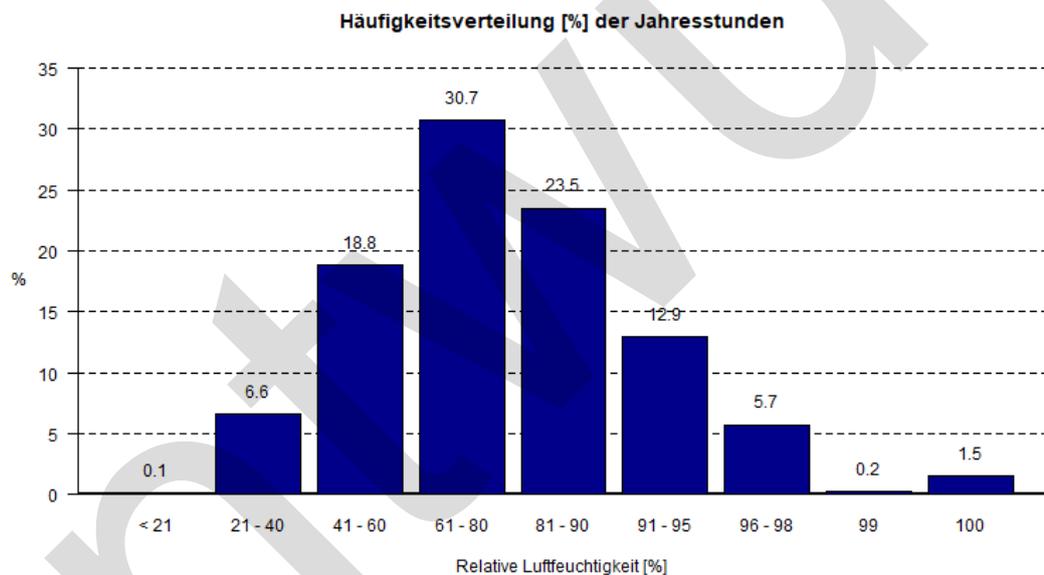


Abbildung 11. Häufigkeitsverteilung der rel. Luftfeuchtigkeit an der DWD-Station München-Stadt (DWD ID: 03379) im Bezugszeitraum 1991 – 2020. Quelle: eigene Berechnung und Grafik mit Daten aus [5].

Ähnlich wie bei der Temperatur ist am Vorhabenstandort davon auszugehen, dass aufgrund der höheren Zahl an Grün- und Ackerflächen im Umfeld des Vorhabenstandortes die relative Luftfeuchte geringfügig größer sein sollte, da auf solchen Flächen mehr Wasser verdunsten kann, als dies auf versiegelten Flächen der Fall ist (vgl. Kapitel 3.2.5.1). Auf den jahreszeitlichen Verlauf sollte dieser Effekt jedoch keine Auswirkungen haben. Eine relevante Veränderung durch das Vorhaben ist nicht zu erwarten.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\174\MM174908\MM174908_01_Ber_1D.DOCX:07.04.2025

3.2.5.5 Nebelhäufigkeiten

Für Nebelereignisse liegen an der Messstation München-Stadt Daten ab dem Jahr 1991 und bis zum Jahr 2009 vor. Nachfolgend wird demnach abweichend von anderen aufgeführten Klimaparametern nicht die Bezugsperiode 1991 bis 2020 betrachtet.

Das Untersuchungsgebiet wird durch einen hohen Anteil an Grün-, Forst- und landwirtschaftlichen Nutzflächen geprägt.

An der Messstation München-Stadt hingegen fällt die durchschnittliche Anzahl der Nebeltage aufgrund der städtischen Lage relativ gering aus. Dies kann u. a. mit der städtischen Überwärmung (Wärmeninseleffekt, vgl. Kapitel 3.2.5.1) begründet werden.

Die DWD-Wetterstation München-Stadt verzeichnet im Bezugszeitraum eine mittlere Anzahl der Tage mit Nebelereignissen von 24,5 [5]. Aufgrund der erwarteten höheren Luftfeuchte am Vorhabenstandort in Kombination mit der niedrigeren Temperatur bzw. den auftretenden Kaltluftereignissen sind am Vorhabenstandort geringfügig mehr Tage mit Nebelereignissen zu erwarten. Eine relevante Veränderung durch das Vorhaben ist nicht zu erwarten.

3.2.5.6 Niederschläge

Für die Beschreibung der Niederschläge wurde ebenfalls auf die DWD-Station München-Stadt (ID: 03379) zurückgegriffen. Niederschläge sind regional sehr differenziert und können sich lokal deutlich unterscheiden. Insbesondere konvektive Niederschlagsereignisse sind meist auf kleine lokale Skalen begrenzt. Dennoch ist aufgrund der räumlichen Nähe der DWD-Messstation zum Standort von einer guten Vergleichbarkeit auszugehen.

In Bayern fiel im Jahr 2020 im Durchschnitt ein jährlicher Niederschlag von 861 mm, was über dem gesamtdeutschen Mittelwert liegt [9].

An der DWD Messstation „München-Stadt“ fiel im Durchschnitt der Klimaperiode 1991 - 2020 eine Niederschlagssumme von 939 mm, wobei der meiste Niederschlag im Sommer niederging. So sind die niederschlagsreichsten Monate der Juni, Juli und August, wohingegen die niederschlagsärmste Zeit der Februar darstellt [5], [6]. Die durchschnittlich höheren Niederschläge sind zum einen mit der Alpennähe und so entstehenden Stauniederschlägen zu erklären.

Abbildung 12 zeigt die monatliche mittlere Niederschlagsverteilung an der DWD-Station „München-Stadt“ der Klimareferenzperiode 1961 – 1990 sowie der Bezugsperiode 1991 - 2020. In allen Bezugsperioden sind die meisten Niederschläge in den Sommermonaten zu verzeichnen. Der verhältnismäßig niederschlagsärmste Monat ist im Mittel der Monat Februar.

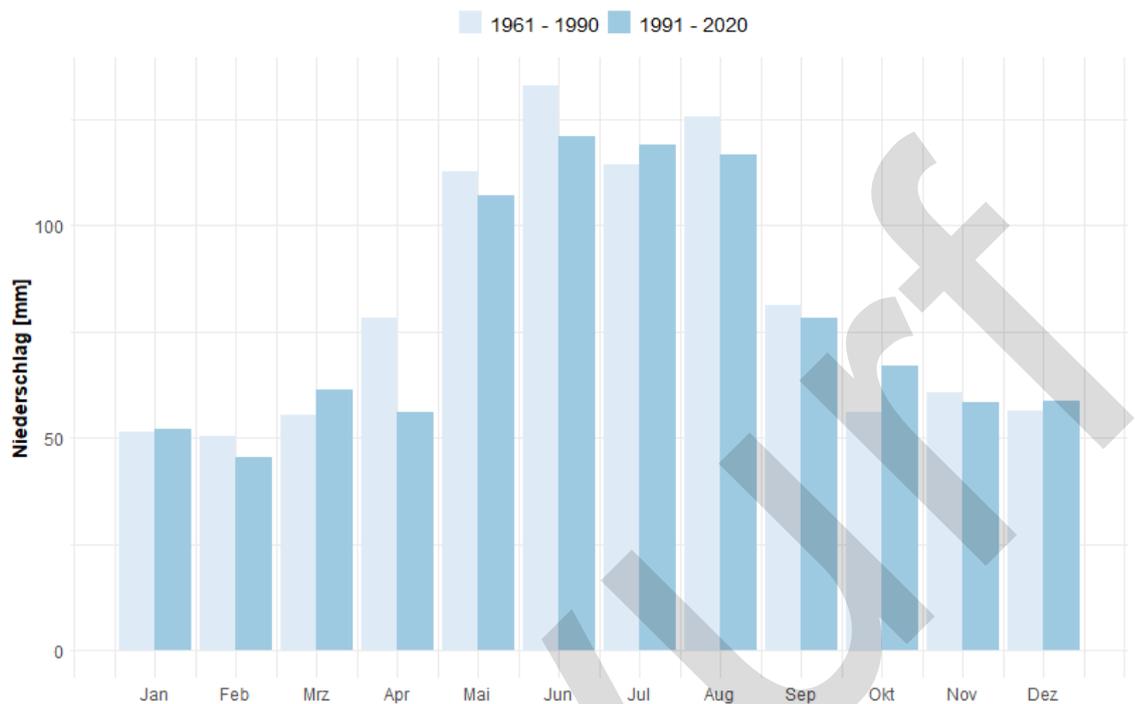


Abbildung 12. Monatliche mittlere Niederschlagsverteilung der DWD-Station München-Stadt der Klimareferenzperiode 1961 – 1990 und der Bezugsperiode von 1991 - 2020 Quelle: eigene Grafik mit Daten aus [6].

Bei der Analyse zwischen Klimareferenzperiode und Bezugsperiode zeigt sich, dass die durchschnittliche Gesamtniederschlagsmenge um etwa 35 mm zurückgeht. Es wird demnach etwas trockener. Aus Abbildung 12 geht hervor, dass dieser Rückgang insbesondere im Frühling und Frühsommer, aus den Monaten April bis Juni resultiert. In anderen Monaten sind die Unterschiede weniger ausgeprägt oder es ist sogar eine Steigerung der Niederschlagssumme zu verzeichnen. Letztere ist am deutlichsten im Oktober. Dies deckt sich mit der prognostizierten Entwicklung, welche durch das LfU in [8] bzgl. des Klimawandels beschrieben wird.

Ohne Klimaschutzmaßnahmen sind bis Ende des Jahrhunderts im Sommer tendenziell geringere und im Frühjahr und Winter tendenziell höhere Niederschlagsmengen zu erwarten. Es wird jedoch nicht erwartet, dass sich die mittlere Jahresniederschlagsmenge nennenswert verändert. Es wird allerdings aufgrund der Nähe zum hochalpinen Gelände von häufigeren und intensiveren Starkregenereignissen ausgegangen [8].

Lokale Starkniederschläge stellen insbesondere für dicht bebaute und versiegelte Regionen sowie kleine Flussbereiche in Tallagen ein erhöhtes Risiko von Überflutungen dar.

Eine relevante Veränderung durch das Vorhaben ist nicht zu erwarten.

3.2.5.7 Bedeckungsgrad

Der Bedeckungsgrad ist ein Maß für die Stärke der Bewölkung an einem Ort. Dabei wird die Bewölkung auf einer Skala von 0 (keine Bedeckung) bis 8 (vollständige Bedeckung) über den gesamten sichtbaren Himmel angegeben.

Für das Klimaelement Bewölkung (Bedeckungsgrad) wurde ebenfalls auf die DWD-Station München-Stadt (DWD-ID 03379) zurückgegriffen. In der nachstehenden Tabelle 4 werden die monatlichen Mittelwerte, die Maxima und Minima der Bedeckungsgraddaten für die Bezugsperiode 1991 – 2020 dargestellt.

Tabelle 4. Monatliche Mittelwerte des Bedeckungsgrads im Bezugszeitraum 1991 – 2020 an der DWD-Messtation München-Stadt (DWD-ID 03379). Eigene Berechnungen mit Daten aus [5].

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Durchschnitt	6,0	5,6	5,2	4,9	5,0	4,9	4,6	4,4	4,8	5,4	6,1	6,1
Maximum	7,4	7,4	7,0	6,1	6,6	5,7	5,9	6,0	6,4	6,9	7,4	7,5
Minimum	4,6	3,6	2,9	2,3	3,2	3,8	2,9	3,0	2,9	3,8	4,8	3,6

Die Tabelle zeigt – charakteristisch für den Bedeckungsgrad – einen mäßig akzentuierten Jahresgang mit höheren Bedeckungsgraden im Winter – als im Sommerhalbjahr. Graphisch unterstützt wird dies durch Abbildung 13.

Der Monat mit dem durchschnittlich geringsten Bedeckungsgrad ist August, gefolgt von Juli. Der höchste Bedeckungsgrad wird mit 6,1 sowohl im November als auch im Dezember erreicht. Bezüglich der Maximalwerte sind insbesondere die Wintermonate Dezember, Januar und Februar mit Werten deutlich über 7 zu nennen. Die geringsten Minimalwerte treten im Frühjahr und Sommer auf, wobei der April mit 2,3 den geringsten durchschnittlichen Minimalwert aufweist.

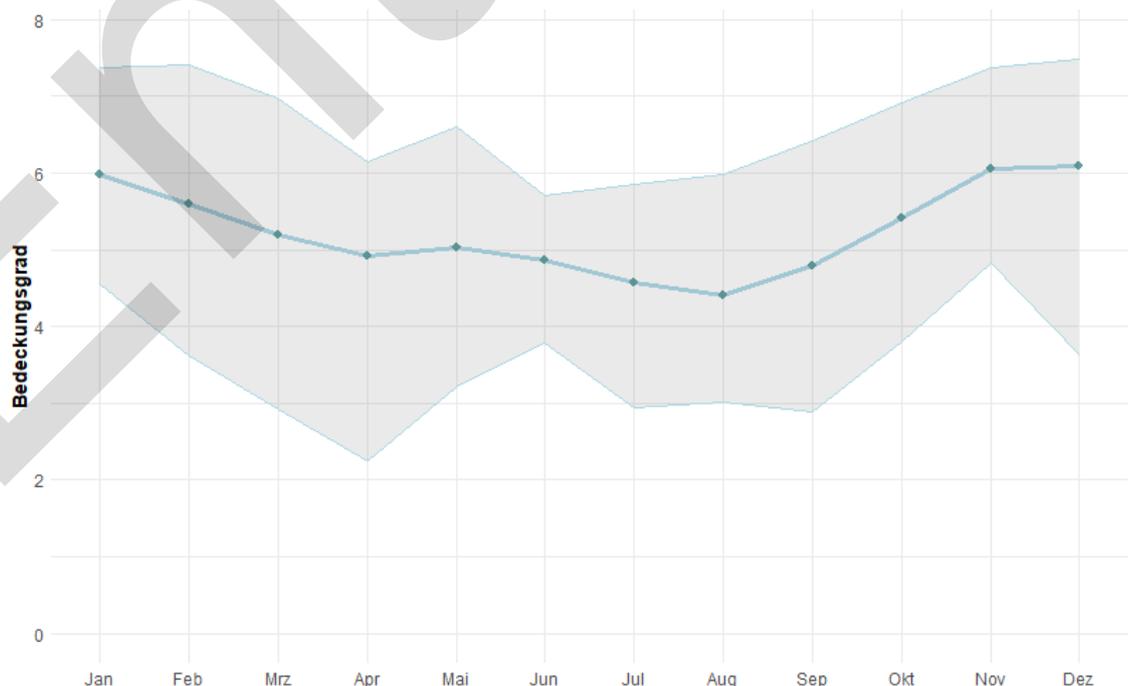


Abbildung 13. Jahresgang des Bedeckungsgrads im Bezugszeitraum 1991 – 2020 an der Messstation München-Stadt (DWD-ID 03379). Die schattierte Fläche zeigt die Bandbreite, also Minima und Maxima, des Bedeckungsgrades, die während des Bezugszeitraums auftrat. Quelle: eigene Berechnungen mit Daten aus [5], [6].

Die beschriebene Antikorrelation zwischen Bedeckungsgrad und Niederschlagsmenge lässt darauf schließen, dass die Niederschläge in den Sommermonaten tendenziell stärker ausfallen als in den Wintermonaten. Relevante Unterschiede zwischen der Messstation München-Stadt und dem Vorhabenstandort sind in Bezug auf die Bedeckung nicht zu erwarten.

Eine signifikante Veränderung durch das Vorhaben ist nicht zu erwarten.

3.2.5.8 Kurzwellige (solare) Strahlung

(Tatsächliche) Sonnenscheindauer

Es ist zu unterscheiden in eine astronomische und eine tatsächliche Sonnenscheindauer.

Die theoretische Sonnenscheindauer ist ein Maß für die maximale Sonnenscheindauer eines Tages, Monats oder Jahres, die unter idealen Bedingungen (wolkenlose, ungetrübt klare Atmosphäre, keine Horizontüberhöhung durch Geländeerhebungen oder Gebäude) möglich ist. Die Sonnenscheindauer ist abhängig von der geographischen Breite sowie der Jahreszeit und wird auch als astronomische Sonnenscheindauer bezeichnet.

Demgegenüber stellt die tatsächliche Sonnenscheindauer die an einem bestimmten Ort in Wirklichkeit auftretende Dauer des Sonnenscheins dar. Diese ist neben den astronomischen Gegebenheiten u. a. abhängig vom Gelände, der Vegetation und der Gebäude sowie von der Bewölkung und Trübung der Atmosphäre. Die tatsächliche Sonnenscheindauer liegt somit unterhalb der astronomischen Sonnenscheindauer.

In der nachfolgenden Tabelle wird die monatliche Sonnenscheindauer in der Bezugsperiode 1991 bis 2020 und in der Klimareferenzperiode 1961 bis 1990 an der DWD-Messstation München-Stadt dargestellt.

Tabelle 5. Gemittelte, monatliche Sonnenscheindauer in [h] des Bezugszeitraums 1991 – 2020 sowie der Klimareferenzperiode 1961 – 1990 an der DWD-Messstation München-Stadt
Eigene Berechnungen mit Daten aus [5].

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961 - 1990	65	87	125	152	187	196	226	208	172	131	74	56	1.680
1991 - 2020	75	95	145	186	213	224	241	232	170	123	74	66	1.830

Wie die Tabelle zeigt, sind die Sommermonate am sonnenreichsten, während der Winter aufgrund des Sonnenstandes und des im Allgemeinen im Winter höheren Bedeckungsgrades sonnenärmer ist. Dies liegt u. a. an der interannuellen Schwankungsbreite von Hoch- und Tiefdruckgebieten, welche in der Lage aufgrund der kontinentalen Prägung eine Häufung von bodennahen Hochdruckgebieten in den

Sommermonaten und demnach eine relative Häufung an Tiefdruckgebieten in den Wintermonaten nach sich zieht.

Der sonnenreichste Monat ist in beiden Klimaperioden der Juli, der sonnenärmste Monat ist der Dezember. Auffällig zeigt sich, dass sich deutliche Änderungen im April und Oktober auch antikorrelierend in den Niederschlagsänderungen (vgl. Kapitel 3.2.5.6) widerspiegelt. Dieser Entwicklung gegenüber steht jedoch die Beobachtung aus dem Monat März. In diesem gab es sowohl einen Zuwachs an Niederschlägen als auch an Sonnenscheindauer. Demnach kann hier ebenfalls bereits ein Trend zu selteneren, dann jedoch stärkeren Niederschlagsereignissen verzeichnet werden.

Mit einem Mittelwert von 1.830 Sonnenstunden im Jahr liegt die Sonnenscheindauer über dem Mittelwert für Deutschland (1.600 h/a) [10]. In Analogie zur Bedeckung sind zwischen den Messdaten der Station München-Stadt und dem Vorhabenstandort auch bei der Sonneneinstrahlung keine erheblichen Unterschiede zu erwarten. Eine signifikante Veränderung durch das Vorhaben ist nicht zu erwarten.

Globalstrahlung

Unter der Globalstrahlung versteht man die gesamte auf die Erdoberfläche einfallende kurzwellige Strahlung, auf die etwa 96 % des Spektralbereiches der Sonne fallen. Die Globalstrahlung setzt sich aus der direkten solaren Strahlung und der diffusen Himmelsstrahlung zusammen. Die diffuse Himmelsstrahlung resultiert aus gestreutem und reflektiertem Sonnenlicht und ist die Summe dieser Strahlungsflüsse, welche aus dem oberen Halbraum mit Ausnahme der Sonnenscheibe einfällt [12]. Die Erdatmosphäre dient in diesem Zusammenhang als ein „Schutzschild“, welches durch Absorption, Reflexion und Streuung die direkte Solarstrahlung bzw. Bestrahlungsstärke insgesamt verringert sowie insbesondere auch schädliche kurzwellige Anteile (v. a. UV-C und UV-B) ganz bzw. zu großen Anteilen ausfiltert.

Ein weiterer wesentlicher Einflussfaktor auf die Globalstrahlung übt der Bedeckungsgrad aus, da bei Bewölkung die direkte Strahlung stark reflektiert und gestreut wird, so dass die direkten Strahlungsanteile reduziert werden und die diffusen an Gewicht gewinnen.

Während einzelne Wolken an ansonsten sonnigen Tagen, die nicht die Sonnensichtbarkeit selbst verschatten, durch Reflexion an den weißen Wolkenflanken sogar zu kurzzeitigen Strahlungsspitzen führen können, die über die für den unbewölkten Zustand möglichen Werte hinausgehen, führen hohe Bewölkungsgrade zu einer in der Regel stark reduzierten Globalstrahlung, die dann durch die diffuse Strahlung dominiert wird.

Nach [11] weist die Region um den Standort im Bezugszeitraum von 1991 bis 2020 eine jährliche Globalstrahlung von 1.181 – 1.200 kWh/m² auf, wobei diese in den Wintermonaten aufgrund des geringeren Elevationswinkels der Sonne mit 26 - 30 kWh/m² im Dezember (niedrigster Monatswert) deutlich geringer ist als im Juni und Juli mit 171 – 180 kWh/m² (höchster Monatswert). Die monatlichen Summen der Globalstrahlung folgen – wie die Sonnenscheindauer – demnach im Wesentlichen dem Jahresgang des Sonnenstands, werden jedoch auch durch Witterungseinflüsse (insbesondere dem Bewölkungsgrad) beeinflusst.

Eine signifikante Veränderung durch das Vorhaben ist nicht zu erwarten.

3.2.6 Klimatopausstattung und mikroklimatische Bestandssituation im Untersuchungsgebiet

Im Allgemeinen können sich aus verschiedenen Standortfaktoren, wie z. B. dem Relief, der Verteilung von aquatischen und terrestrischen Arealen, dem Bewuchs und der Bebauung lokalklimatische Unterschiede ergeben, für die i. d. R. keine Messdaten vorliegen. Auf die bodennahen Luftschichten bzw. das Lokalklima üben dabei sowohl die Topographie als auch die Unterlage, d. h. die Bodenbeschaffenheit, einen Einfluss aus.

Nach VDI 3787 Blatt 1 [18] werden „räumliche Einheiten, in denen die mikroklimatisch wichtigsten Faktoren relativ homogen und die mikroklimatischen Bedingungen wenig unterschiedlich sind“, als Klimatope bezeichnet. Klimatope lassen sich in der Praxis allerdings nicht parzellenscharf abgrenzen, sondern gehen i. d. R. fließend ineinander über.

Klimatope werden aus der Flächennutzung und der Flächenversiegelung abgeleitet. Die Klassifizierung erfolgt analog zur Methodik, wie sie im Handbuch Stadtklima [22] beschrieben wurde. Klimatope werden aus der Nutzungsklassifizierung der ALKIS Basis DLM [19] (Attribut OBJART) und den High Resolution Layer: Imperviousness Density (IMD) [20] sowie Impervious Built-up (IBU) [21] des Copernicus Land monitoring services kombiniert. Zu jeder Fläche aus dem ALKIS Basis-DLM erfolgt eine Zuweisung der Flächennutzung zu einem Klimatop. In überbauten Flächen erfolgt die Zuordnung zunächst zu einer Hauptklasse, die über den Grad der Versiegelung in die endgültige Klassifizierung der Klimatops unterschieden wird.

Nach VDI 3787 Blatt 1 werden acht Klimatope unterschieden:

1. Gewässer- und Seenklima
2. Freilandklima
3. Waldklima
4. Grünflächen
5. Vorstadt- oder Ortsklima
6. Stadtrandklima
7. Innenstadtklima
8. Gewerbe und Industrieklima

Die Karte der Klimatope im Bestand im weiteren Umkreis um das Planungsgebiet ist in Abbildung 14 dargestellt.

Das Plangebiet wird aktuell als Gewerbe- und Industrieklima bewertet. Umliegend finden sich Stadtklimatope und Freiflächenklimatope. In den folgenden Kapiteln werden die Klimatope genauer beschrieben.

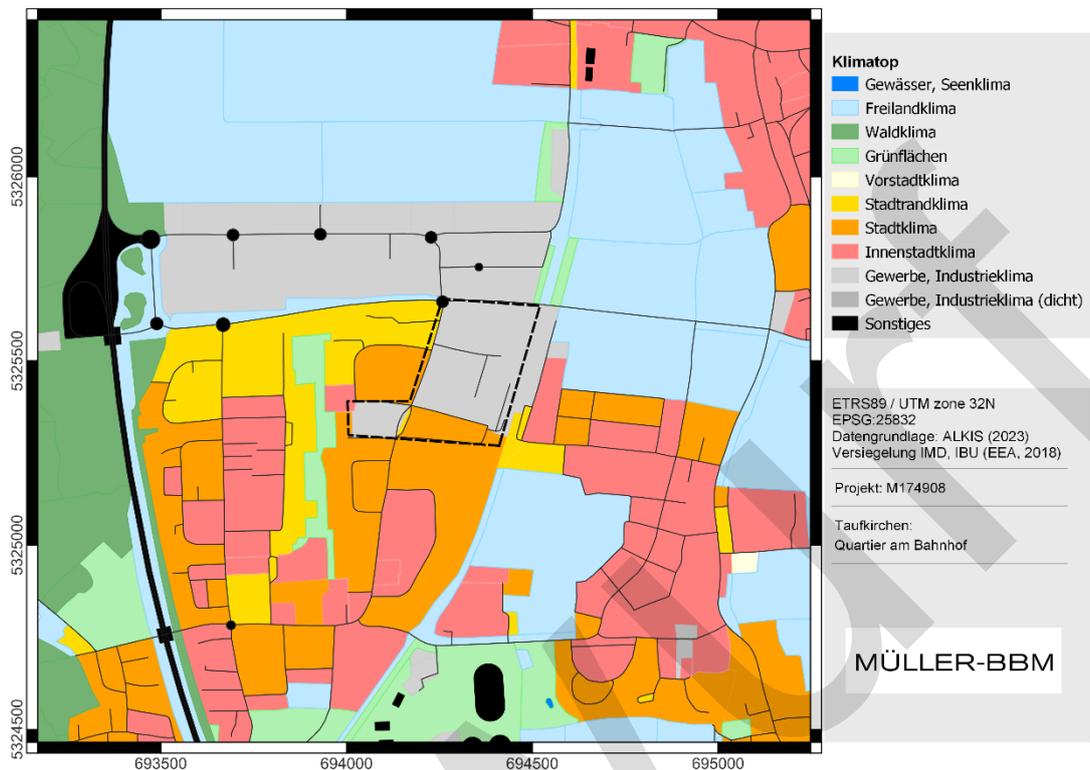


Abbildung 14. Klimatope im Bestand im Bereich des Vorhabenstandortes; „Quartier am Bahnhof“ (schwarz gestrichelt umrandet).

3.2.6.1 Klimatop der Industrie- und Gewerbeflächen

Das Klima der Industrie- und Gewerbeflächen ist durch einen hohen Versiegelungsgrad und ggf. eine erhöhte Luftschadstoff- und Abwärmelast geprägt. Darüber hinaus sind die mikroklimatischen Verhältnisse gegenüber einem naturnahen Standort verändert: Böden zeichnen sich in Abhängigkeit der Nutzungsart durch eine unterschiedliche Erwärmung der darüber liegenden Luftmassen aus. Diese Unterschiede resultieren aus der Veränderung der Verdunstungsfähigkeit, der Wärmeleitung und -speicherfähigkeit sowie des Absorptionsvermögens solarer Strahlung. Hierbei sind versiegelte Flächen im Gegensatz zu vegetationsbedeckten Flächen durch eine stärkere Erwärmung der darüber liegenden Luftmassen gekennzeichnet.

Ferner ist die Wärmespeicherfähigkeit von Baumaterialien höher, so dass versiegelte und überbaute Bereiche generell ein wärmeres Klima aufweisen als vergleichbare Standorte im Offenland. Versiegelte und überbaute Böden heizen sich am Tage schneller auf, während nachts die gespeicherte Wärme an die Umgebung freigesetzt wird. Diese führt wiederum zu einer nächtlichen Überwärmung im Vergleich zu unversiegelten und unbebauten Bereichen.

Stark differenzierte Bauwerkshöhen, die für Gewerbe- und Industriegebiete i. d. R. typisch sind, führen darüber hinaus zu einer Erhöhung der aerodynamischen Rauigkeit und damit zu einer Bremsung des bodennahen Windfeldes. Hierdurch können ausgeprägte Turbulenzstrukturen bei der Gebäudeumströmung entstehen.

Der Standort selbst liegt in einem durch Einkaufsmöglichkeiten und Bürogebäuden

geprägten Gewerbegebiet westlich der Gleisanlagen. Nördlich des Vorhabenbereiches schließen weitere Gewerbeflächen (u.a. Supermärkte/Discounter, Baumärkte/Tierbedarfshandlungen, Hotels usw.) an.

Industrieflächen sind sowohl im Bestand als auch in Planfall jedoch nicht anzutreffen.

3.2.6.2 Stadtklimatop

Die klimatischen Bedingungen des Stadtklimas sind mit den klimatischen Verhältnissen von Gewerbe- und Industriestandorten vergleichbar. Unterschiede ergeben sich jedoch durch die Art der tatsächlichen baulichen Nutzungen. Je dichter und weitläufiger die Siedlungsbereiche sind, desto stärker treten die stadtklimatischen Auswirkungen auf das Lokalklima in Erscheinung.

Stadtklimatope zeichnen sich oftmals durch geradlinig verlaufende Schneisen aus, wie z. B. Straßen und Bahnlinien, welche bei einer entsprechenden Anströmung zu düsenartigen Verstärkungen von Windgeschwindigkeiten führen können, über die aber auch Frisch- und Kaltluft in das Stadtgebiet eingetragen werden können.

Typischerweise bilden sich innerhalb dieses Klimatops aufgrund der in Kap. 3.2.5.1 beschriebenen Prozesse die sogenannten städtischen Wärmeinseln aus. Außerdem nehmen die bodennahe Windgeschwindigkeit und der Luftaustausch innerhalb der städtischen Bebauung häufig spürbar gegenüber dem unbebauten Umland ab. Bei schwachwindigen Wetterlagen kann es dadurch in den Stadtgebieten zu einer Anreicherung der im Stadtgebiet insbesondere bodennah freigesetzten Luftschadstoffe kommen.

In Taufkirchen sollten, neben den im Abschnitt 3.2.6.1 genannten Industrie- und Gewerbebereichen, die bebauten Bereiche westlich der Bahntrasse zu den (im Vergleich zum Umland) überwärmten Gebieten zählen [16].

Jedoch ist bereits im Bestand, die Wohnbebauungen, durch (insbesondere im Vergleich zum bebauten Innenstadtbereich von München) einen hohen Grad an Grünflächen gekennzeichnet. So sind die Straßenzüge von Bäumen gesäumt, ein Teil der Dächer der höheren Wohnbebauungen ist begrünt und das Wohngebiet wird durch einen breiteren, dichter bewachsenen Grünstreifen entlang der Nord-Südlinie geteilt. Hierdurch werden die Einflüsse des städtischen Klimatops teilweise kompensiert (siehe hierzu auch die nachfolgend dargestellten Klimatope).

3.2.6.3 Freiflächenklimatop

Neben einer starken nächtlichen Abkühlung ist das Freiflächenklima durch einen deutlich ausgeprägten Jahres- und Tagesgang der Lufttemperatur gekennzeichnet. Bei einer guten Wasserversorgung des Oberbodens zeichnen sich diese Flächen durch hohe latente Wärmeumsätze und damit durch hohe Verdunstungsraten aus. Die hohe Bodenfeuchte führt insbesondere in Herbst- und Wintermonaten zu häufigen Nebelbildungen sowie allgemein zu hoher Luftfeuchte. Durch die hohe Luftfeuchtigkeit im Bereich der Freiflächen werden auch angrenzende Klimatope beeinflusst.

Freiflächen im Untersuchungsgebiet grenzen zwar nicht unmittelbar an den Vor-

habenstandort an, sind aber östlich der Bahntrasse sowie nördlich der Gewerbeflächen in größerer Zahl in Form landwirtschaftlicher Nutzflächen zu finden. Auf diesen kann sich nachts Kaltluft ausbilden, welche dann entlang der Geländeneigung (nach Norden hin) abfließt. Dies kann aufgrund der lockeren Bebauung im Umgriff des Vorhabenstandortes zu einer Durchmischung der Luftschichten während der (sommerlichen) Nachtstunden sorgen.

3.2.6.4 Waldklimatop

Das Waldklimatop weist wegen der Vegetationen komplexe mikroklimatische Prozesse auf. Die direkte Sonneneinstrahlung wird durch die hohen Baumkronen am Boden reduziert. Zusätzlich bilden sich hierdurch Schattenflächen auf. Insgesamt sorgt dies dafür, dass sich die Luft- und Bodenschichten nicht so stark erhitzen.

Weiterhin ist die Luftfeuchtigkeit im Waldklimatop im Vergleich zum Umland erhöht. Dies kann auf den Prozess der Evapotranspiration zurückgeführt werden, bei dem Pflanzen Wasser durch ihre Wurzeln aufnehmen und durch ihre Blätter abgeben. Der Verdunstungseffekt sorgt ebenfalls dazu, dass die Temperatur im Waldklimatop nicht zu stark ansteigt.

Gleichzeitig bilden die Baumkronen aber auch eine Art natürliches Dach, welches die Waldflächen nachts vor einer Auskühlung schützt. Demnach kann abgeleitet werden, dass sowohl die Temperatur als auch die Luftfeuchte über den Tagesverlauf nur geringen Schwankungen unterliegen ist.

Die zuvor beschriebenen Effekte variieren in Abhängigkeit der Art und der Dichte der Vegetation.

Ca. 1 km westlich des Vorhabenstandortes befindet sich mit dem Perlacher Forst ein ca. 13,4 km² großes, zusammenhängendes Waldgebiet. Der Forst besteht zum Teil noch aus einer Fichtenmonokultur, die in den letzten Jahren durch Laubbäume wie Eichen, Linden und Hainbuchen ergänzt wurde. Aufgrund der Lage des Waldgebietes in den Isar-Inn-Schotterplatten und den damit verbundenen durchlässigen Kies-schichten in den oberen Bodenebenen, finden sich innerhalb des Perlacher Forstes nur wenige Oberflächengewässer.

Am Standort selbst ist kein Waldklimatop vorhanden. Eine Beeinträchtigung des genannten Waldklimatops durch das Vorhaben ist aufgrund des Abstands nicht erwartbar.

3.2.6.5 Gewässerklimatop

Gewässerflächen weisen in der Regel einen ausgleichenden thermischen Einfluss auf die Umgebung auf. So wird die Lufttemperatur in der Nähe eines Flusses, insbesondere in den Sommermonaten, tagsüber niedriger und nachts höher ausfallen als in Freiflächen ohne Gewässer.

Charakteristisch ist ebenfalls eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit um den Fluss und über den Auen. Dies kann vor allem in den Herbst und Wintermonaten zu vermehrter Nebelbildung im Flusstal führen. Letzteres wird durch den vom Fluss induzierten o. g. thermischen Einfluss aufgrund stabilerer vertikaler Luftschichtung im Flussauenbereich verstärkt. Aufgrund ihrer aerodynamisch glatten Oberfläche stellen Gewässeroberflächen überdies potenziell wertvolle Strömungs- und somit Luftleitbahnen dar.

Wesentlich prägende Gewässer sind am Standort nicht vorhanden. Ca. 1 km östlich des Vorhabenstandortes vereinigen sich der Hachinger und der Entenbach, wobei sich an der Klassifikation „Bach“ bereits zeigt, dass es sich um eher kleine Fließgewässer handelt. Nach der Vereinigung fließen die Gewässer als „Hachinger Bach“ weiter in Richtung Norden. Der größte Fluss ist die Isar. Diese verläuft westlich des Perlacher Forst in einem Abstand von ca. 5 km zum Vorhabenstandort. Ein relevanter Einfluss auf diesen kann aufgrund der Entfernung ebenfalls ausgeschlossen werden.

4 Vorhabenbedingte Wirkfaktoren

Unter Wirkfaktoren werden bestimmte Eigenschaften eines Vorhabens verstanden, die von einem Vorhaben ausgehen und die in der Umwelt bzw. den einzelnen Schutzgütern (z. B. Klima, Mensch, Boden) bestimmte Reaktionen auslösen könnten. Ein von einem Vorhaben ausgehender Wirkfaktor kann zu unterschiedlichen direkten oder indirekten Einwirkungen bzw. Wirkprozessen in der Umwelt führen. Ein Wirkfaktor kann sich zudem auf mehrere Schutzgüter auswirken und zu einer Beeinflussung der Umweltfunktionen oder der Ausgestaltung eines Umweltbestandteils führen. Nachfolgend sind die vorhabenbedingten Wirkfaktoren zusammengestellt und deren Einfluss auf die Schutzgüter beschrieben.

Das geplante Vorhaben umfasst den in Abbildung 3 gezeigten Bereich. Dieser umfasst 12,6 ha (also 126.000 m²). Folgende Flächen sind für die Begrünung vorgesehen:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Private Freiflächen (Boden und Dach) | ca. 34.000 m ² ; |
| - Öffentliche Grünfläche | ca. 3.700 m ² ; |
| - Gemeinschaftsgärten auf dem Dach | ca. 7.000 m ² ; |
| - Dachbegrünung mit Potenzial für PV | ca. 22.000 m ² ; |
| - Grünzug/Biotope | ca. 4.100m ² . |

Während die Begrünung von Dächern sich positiv auf die Aufenthaltsqualität in den Häusern auswirken kann, hat sie für die Flächeninanspruchnahme und die mikro-klimatische Gesamtsituation im Standortumfeld nur geringe Auswirkungen. Dies liegt an der geplanten Höhe der Bebauungen. Aufgrund des geringen Einflussbereiches von Begrünungen sind keine unmittelbaren Effekte am Boden zu erwarten. Allerdings kann sich städtebaulich durch eine Vielzahl von Grünflächen auf Dächern in der Summe eine positive Auswirkung auf die Umgebung ergeben, insbesondere dann, wenn eine Begrünung auf vielen Gebäuden stattfindet. Hierzu liefert das Planungskonzept einen Beitrag.

Weiterhin geht von den vorgesehenen Grünzügen und Biotopen eine kühlende Wirkung aus.

Neben den begrünten PV-Flächen auf den Dächern stehen weiterhin 1.033 m² für die Installation von PV-Anlagen zur Verfügung.

Weiterhin sollen ca. 40.000 m² als so genannte Freiflächen zur Verfügung stehen. Hierbei handelt es sich um unbebaute Flächen, die den Zwecken eines Gebäudes untergeordnet sind. Zu den unterzuordnenden Flächen zählen insbesondere Vorgärten, Hausgärten, Spielplätze, Stellplätze usw., die mit der Bebauung in unmittelbarem Zusammenhang stehen.

Gemäß dem Entwurf des Bebauungsplanes ist eine „...*Bereitstellung hochwertiger Erholungs- und Aufenthaltsbereiche als private und öffentlichen Freiflächen für die Anwohner*innen und die Arbeitnehmer*innen*...“ vorgesehen [13], weshalb davon ausgegangen werden kann, dass die Flächen vorrangig begrünt und nicht asphaltiert werden. Die Notwendigkeit zur Schaffung asphaltierter Stellplätze (für Autos) ergibt sich auch deshalb nicht, da unter den Wohngebäuden Tiefgaragen geplant werden.

Weiterhin ist ein Parkhaus im s.g. Sondergebiet 4 geplant, das als Mobilitätshub dienen soll und die notwendigen Park-and-Ride-Stellplätze aufnimmt.

Bezüglich der umliegenden Freiflächen wird es keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme geben. Diese reduzieren sich im Vergleich zur aktuellen Nutzung, wobei die Freiflächen aktuell 61.360 m² in Anspruch nehmen. Es findet im Planfall demnach eine Verdichtung statt. Dies kann negative Effekte auf die Aufenthaltsqualität und das Mikroklima nach sich ziehen. Diese werden vorliegend dadurch begrenzt, dass eher auf eine Innenentwicklung anstelle einer Außenentwicklung gesetzt wird, was bedeutet, dass vornehmlich Flächen bebaut werden, die bereits aktuell eine Bebauung aufweisen. Somit weisen die Flächen bereits einen negativen Effekt auf die Aufenthaltsqualität auf, sodass sich im Planfall keine signifikante Verschlechterung, sondern eher (aufgrund der vorgesehenen Begrünungsmaßnahmen) eine Verbesserung ergeben sollte.

Aufgrund der Lage des Standortes sowie seiner Ausdehnung sind nachteilige Veränderungen der Klimaparameter im gesamten Untersuchungsgebiet nicht zu erwarten. Der Geltungsbereich ist bereits im Bestand überbaut und zu einem großen Anteil asphaltiert. Die Baumreihen, die sich zwischen Gebäuden und Straßenzügen befinden, sollen im Planfall erhalten bleiben und erweitert werden. Im Entwurf zum Bebauungsplan wird dies als „Erhalt von ortsbildprägenden Vegetationsstrukturen und Einzelbäumen sowie Integration in die Planung und umfangreiche Neupflanzung von Bäumen“ bezeichnet [13].

Im Bebauungsplan wird davon ausgegangen, dass ein nicht unerheblicher Teil des vorhandenen Vegetationsbestands gefällt werden muss. Um diesen Verlust zu kompensieren, sind Festsetzungen zur Pflanzung von Bäumen pro m² Grundstücksfläche sowie einer absoluten Anzahl an Nachpflanzungen im Straßenraum sowie in den öffentlichen Grünflächen vorgesehen. Darüber hinaus werden Bäume, die einen ausreichenden Abstand von künftigen Bauräumen haben und in der Baumbestandsbewertung als erhaltenswert eingestuft wurden, als zu erhaltender Baumbestand im Bebauungsplan festgesetzt.

Die nachfolgende Karte zeigt die als erhaltenswert eingestuften Bäume² sowie die Baumbilanz des Vorhabens.

² Eine Vitalitätsbewertung des vorhandenen Baumbestands wurde im Rahmen der BPlan-Erstellung durchgeführt. Auf Grund der fortgeschrittenen Jahreszeit konnte nicht mehr für alle Bäume eine verlässliche Aussage zur Vitalität getroffen werden, weswegen im Frühjahr 2025 noch eine abschließende Kartierung erfolgen muss. Die Erkenntnisse hieraus liegen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht vor.



Abbildung 15. Baumbewertung (Stand: April 2025) [13].

Zusammenfassend betrachtet sind nur sehr geringe Beeinträchtigungen der lokal-klimatischen Situation im Bereich des Standortes sowie des angrenzenden direkten Umfeldes zu erwarten. Großräumige klimatische Beeinträchtigungen sind dagegen aufgrund der örtlich begrenzten Einflüsse nicht zu erwarten. Ferner ist davon auszugehen, dass durch die Kompensation aktuell vorhandener Grünflächen eine Erhaltung des Ist-Zustandes oder eine geringe Verbesserung erreicht wird.

5 Empfehlungen für Minderungsmaßnahmen

Nachfolgend werden allgemeine Empfehlungen gegeben, wie das geplante Vorhaben ggf. angepasst werden kann, um die mikroklimatischen Folgen abzumildern.

Regulation der Oberflächentemperatur

Die Oberflächentemperatur bestimmt maßgeblich den Wärmehaushalt der bodennahen Luftschichten. Dabei entscheiden insbesondere Faktoren wie Albedo, Wärmeleitfähigkeit, Wärmespeichervermögen, Verdunstungspotential und das Maß an direkter Sonneneinstrahlung über die Intensität der Erwärmung einer Oberfläche. Hohe Speicherwirkungen und hohe Wärmeleitfähigkeiten wirken ausgleichend auf die Oberflächentemperaturen. Eine Reduzierung der Oberflächentemperaturen kann beispielsweise durch Verschattung erzielt werden. Konkrete Vorschläge für eine Verringerung der Oberflächentemperatur sind:

- Helle Bodenbeläge wählen, da diese aufgrund der hohen Albedo mehr kurzweilige Strahlung reflektieren und sich weniger stark aufheizen.
- Leichte Materialien verwenden: Holz und grobporige Steinplatten speichern weniger Energie als bspw. schwere Materialien (Granit, Beton). In der Übergangsjahreszeit können temperatenausgleichende Effekte durch die materialbedingte Wärmeabgabe in den Abendstunden durchaus positive Effekte auf die thermischen Umgebungsbedingungen haben. In Hitzeperioden wird allerdings die thermische Belastung zusätzlich verschärft. An entsprechenden Aufenthaltsplätzen sind ggf. diese Aspekte gegeneinander abzuwägen.
- Wasserspeicherfähigkeit des Oberbodens beibehalten, wenn möglich keine Versiegelung. So entstehender latenter Wärmefluss kann zu einer Abkühlung der oberflächennahen Lufttemperatur führen.

Urbane Grüne Infrastruktur (UGI)-Maßnahmen

Durch den Einsatz von urbanen grünen Infrastrukturen (UGI) können Ökosystemdienstleistungen zur Klimaanpassung beitragen. Als UGI versteht man multifunktionale Netzwerke von Grün- und Freiflächen, um bspw. regulierende Leistungen für die Klimaanpassung zu erhalten [15]. Im vorliegenden Fall können bspw. die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen für eine Reduktion der thermischen Belastung im Untersuchungsgebiet sorgen:

- Frühe Anpflanzung von Bäumen bereits während der Bauphase des jeweiligen Bauabschnittes. Insbesondere an Strahlungstagen sind die Effekte (Verschattung, Strahlungsumsetzung im Kronenbereich) deutlich spürbar.
- Prüfung, ob Bestandsbäume im Planfall fortbestehen können. Das komplette Leistungsspektrum eines Baums (Kühlung durch Verschattung, Filter von Luftschadstoffen) kommt erst ab einem gewissen Alter und einer gewissen räumlichen Ausdehnung zum Tragen. Bestandsbäume liefern diese Leistungen bereits in einem, je nach Alter, beträchtlichen Umfang. Bei Neuanpflanzung bedarf es 10 oder mehr Jahre „Wartezeit“.

- Der gezielte Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünung kann zu einer Reduktion der thermischen Belastung in dicht bebauten Bereichen führen. Aufgrund der Höhe der vorliegenden Gebäude ist eine Fassadenbegrünung eher unwahrscheinlich. Ggf. sollte geprüft werden, ob die unteren Stockwerke, insbesondere der Südfassaden begrünt werden können. Alternativ kann die Verwendung heller Farben die thermische Last zumindest reduzieren.
- Durch die Anpflanzung von Bäumen oder insbesondere von Sträuchern und Hecken kann die Oberflächenrauigkeit erhöht werden und somit eine Reduktion der Windgeschwindigkeiten in Bodennähe erzielt werden. Insbesondere in Bereichen scharfer Gebäudekanten und schmaler Wege zwischen Gebäuden kann ein Düseneffekt so vermindert werden.
- Es sollte zudem auf die Wasserspeicherfähigkeit geachtet werden, statt Niederschlagswasser abzuleiten. Eine hohe Wasserspeicherfähigkeit kann neben dem zu Verfügung stellen von Wasser für Begrünung zudem durch Verdunstung zu einer gemäßigten oberflächennahen Temperatur führen und somit die Wärmelast reduzieren.

Angaben der Auftraggeberin zufolge sind von den vorstehend genannten Maßnahmen bereits einige in den Planungen vorgesehen.

So wird es – wie bereits dargestellt - Ersatz- und Zusatzpflanzungen von Bäumen geben. Im Zuge der Baumaßnahmen kann es erforderlich werden Bäume zu fällen. Diese werden durch angemessene Ersatzpflanzungen heimischer und klimaverträglicher Baumarten substituiert sowie durch Zusatzbepflanzungen ergänzt. Zudem wird, um die Flächenversiegelung zu minimieren, die Verwendung sickerfähiger Beläge festgesetzt. Weiterhin werden erhaltenswerte Bäume im Bebauungsplan definiert und bleiben auch zukünftig erhalten.

Weiterführend sind Begrünungen der Freiflächen und der Dachflächen geplant. Es wurde bereits eine artenschutzrechtliche Kartierung durchgeführt, auf deren Basis ein Fachbeitrag zur speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung erstellt wurde. Dieser befindet sich aktuell in Abstimmung mit dem gemeindlichen Umweltamt sowie der Unteren Naturschutzbehörde. Die Ergebnisse fließen im nächsten Verfahrensschritt in Form von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen sowie cef-Maßnahmen (continuous ecological functionality-measures also etwa Maßnahmen für die dauerhafte ökologische Funktion) in den Bebauungsplan ein und werden im städtebaulichen Vertrag geregelt.

Der Versiegelungsgrad wird im Planfall erhöht, allerdings erfolgt im Wesentlichen eine Inanspruchnahme von bereits versiegelten und gut erschlossenen Innenbereichen. Eine Flächeninanspruchnahme im Außenbereich erfolgt nicht. Als Minderungsmaßnahme ist die Festsetzung von Dachbegrünung und zu begrünenden Flächen sowie Versickerungseinrichtungen zur dezentralen Versickerung vorgesehen. Zur Begrünung der Dachflächen ist ein geringer Substrataufbau vorgesehen. Organische Materialien können positive Effekte hervorrufen. Kiesflächen sind zu vermeiden.

Hier können Grünelemente in Form von Rasen-, Wiesen- und Pflanzflächen sowie Baumpflanzungen zu einer Aufwertung des Mikroklimas und damit der Aufenthaltsqualität beitragen. Zudem sollen weitestgehend sickerfähiger Beläge eingesetzt werden. Auch können helle Oberflächenmaterialien verwendet werden, um ein schnelles Aufheizen zu vermindern.

6 Gesamtheitliche Betrachtung mikroklimatologischer Auswirkungen des Vorhabens

Durch das Vorhaben sind Auswirkungen auf das Mikroklima in verschiedener Form und Ausprägung zu erwarten. Diese wirken sich jedoch insbesondere auf die umgebenden Freiflächen und den Standort selbst aus. Auswirkungen auf das Klima der umliegenden Siedlungen bzw. Gewerbeflächen sind hingegen nicht zu erwarten, dafür sind die geplanten Änderungen (insbesondere aufgrund der im Bestand vorhandenen Versiegelung) zu gering.

Es ist geplant, signifikante und als schützenswert eingestufte Bestandteile des aktuellen Baumbestandes zu erhalten. Für Pflanzungen, die entfernt werden müssen, sind umfangreiche Ersatzpflanzungen vorgesehen. Weiterhin sollen die verfügbaren Freiflächen nicht vorrangig als (asphaltierte) Stellplätze, sondern als Grünflächen bzw. Gärten genutzt werden. Der Versiegelungsgrad wird im Planfall erhöht, allerdings erfolgt im Wesentlichen eine Inanspruchnahme von bereits versiegelten und gut erschlossenen Innenbereichen. Die vertikale Struktur nimmt im Planfall zu. Insgesamt bleibt die vorhandene anthropogene Prägung weiterhin bestehen.

Inwieweit diese die mikroklimatische Situation am Standort ändern, kann vorliegend nicht quantifiziert werden. Aufgrund der bereits vorhandenen Begrünung im Bereich, der auch im Planfall erhalten bleiben bzw. teilweise ersetzt werden soll. Hierbei wäre es dem Mikroklima zuträglich, wenn die geplanten Ersatzpflanzungen im Quartier stattfinden würden. In diesem Fall ist nicht von einem großen Impact auf das Mikroklima im Hinblick auf Temperatur und Luftfeuchte (Aufenthaltsqualität) auszugehen. Bezüglich der Windturbulenz kann eine Verengung der durchströmten Flächen zu einer Zunahme der Windgeschwindigkeit führen. Dies ist, hier im speziellen, abhängig von der Windrichtung.

Der Vorhabenbereich liegt südlich außerhalb des Untersuchungsraumes von [17]. Es ist davon auszugehen, dass der Vorhabenstandort in einem Bereich mit hohem Kaltluftvolumenstrom liegt. Aufgrund der vorhandenen Bebauung ist jedoch weiterhin davon auszugehen, dass die Kaltluft am Standort nur eine geringe Fließgeschwindigkeit von 0,3 – 0,5 m/s aufweist. Das Kaltluftsystem wird durch das Vorhaben nicht relevant gestört, da bereits im Bestand eine anthropogene Prägung vorhanden ist.

Fazit

Es lässt sich festhalten, dass die mikroklimatischen Einflüsse des Vorhabens hauptsächlich auf den Standort beschränkt sind. Die Nutzung bereits versiegelter Flächen und die Schaffung neuer Grünflächen kann positiv für das Mikroklima gewertet werden. Negative Auswirkungen auf umliegende Flächen sind nicht zu erwarten.

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Isidoro Orlanski: A Rational Subdivision of Scales for Atmospheric Processes.
In: Bulletin of the American Meteorological Society 56 (1975), Nr. 5, S. 527–530.
URL <http://www.jstor.org/stable/26216020>
- [2] Schönwiese, C.-D. (2008): Klimatologie. Eugen Ulmer KG, 472 S
- [3] Foken, Thomas: Angewandte Meteorologie: Mikrometeorologische Methoden.
Berlin, Heidelberg, s.l. : Springer Berlin Heidelberg, 2003
- [4] Openstreetmap-Mitwirkende: SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap:
Weitergabe unter gleichen Bedingungen (CC-BY-SA) -
<https://www.opentopomap.org/>
- [5] Deutscher Wetterdienst: Stationsdaten. https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/
- [6] Deutscher Wetterdienst: Klimadaten Deutschland: Vieljährige Mittelwerte.
https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html?nn=16102&lsblid=343278
- [7] DWD Climate Data Center (CDC), Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturmaxima und -minima (2 m) für Deutschland, Version v1.0.
- [8] Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU), (2021): Bayerns Klima im Wandel; Klimaregion Südbayrisches Hügelland;
<https://www.lfu.bayern.de/klima/klimawandel/klimazukunft/index.htm>
- [9] Deutscher Wetterdienst; Karsten Friedrich, Florian Imbery, Juliane Breyer (Mitarb.): Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2020. 04.03.2021.
https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [10] Deutscher Wetterdienst: Leistungen, Zeitreihen und Trends der Sonnenscheindauer; <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>
- [11] Deutscher Wetterdienst: Leistungen, Globalstrahlung (mittlere 30-jährigen Monats- und Jahressummen);
https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/strahlungskarten_mvs.html
- [12] Deutscher Wetterdienst: Globalstrahlung. 2021.
https://www.dwd.de/DE/leistungen/fernerkund_globalstrahlung_sis/fernerkund_globalstrahlung_sis.html
- [13] Gemeinde Taufkirchen (2024): Erläuterungsbericht zum Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 109 „Quartier am Bahnhof“; Stand: 12.12.2024.
- [14] Grabner Huber Lipp – Landschaftsarchitekten und Stadtplaner Partnerschaft mbB (2024): Freiflächenverfügbarkeit 225TW Quartier am Bahnhof Taufkirchen West; Stand: 26.06.2024.

- [15] A. Kazmierczak ; S. Pauleit ; L. Liu ; J. Ahern ; J. Niemela ; J.H. Breuste ; G. Guntenspergen ; N.E. Mcintyre ; T. Elmqvist ; P. James: Multifunctional Green Infrastructure Planning to Promote Ecological Services in the City. In: Urban Ecology. Patterns, Processes, and Applications. United Kingdom: Oxford University Press, 2011, S. 272–285
- [16] Landeshauptstadt München (2022): Münchner Stadtklima und Klimanpassung. Abgerufen unter: <https://stadt.muenchen.de/infos/stadtklima-klimaanpassung.html> zuletzt am 09.11.2022
- [17] GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2014): Stadtklimaanalyse Landeshauptstadt München. Auftraggeber: Referat für Gesundheit und Umwelt, LH München. 66 Seiten.; https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:1d8eeb94-d4fd-4933-b48f-00b58ef1c63b/Bericht_Stadtklimaanalyse_LHM.pdf; abgerufen am 09.11.2022
- [18] VDI 3787 Blatt 1: Umweltmeteorologie. Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. 2015-09.
- [19] ALKIS Basis-DLM. Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem. Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de.
- [20] Imperviousness Density (IMD). Copernicus Land monitoring services. High Resolution land cover characteristics for the 2018 reference year. 2018.
- [21] Impervious Built-up (IBU). Copernicus Land monitoring services High Resolution land cover characteristics for the 2018 reference year. 2018.
- [22] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Handbuch Stadtklima – Teil II Methoden, Arbeitspaket 1. Düsseldorf. 2014. (unveröffentlicht).