

Müller-BBM Austria GmbH
Operring 4
8010 Graz

Christian Kurz

Telefon +43 (316) 325522-17
Christian.Kurz@mbbm-ind.com

27.03.2025
A8479401 stoc/mst/kuc

STADTKLIMATOLOGISCHES GUTACHTEN

Änderung Stadtentwicklungskonzept Auenbruggerplatz - Leechwald

Gutachten Nr.	A84794-01
Auftraggeber:	Stadt Graz Stadtplanungsamt Referatsleitung Flächenwidmung Stadtentwicklung Europaplatz 20 8011 Graz
Bearbeitet von:	Christian Kurz Eva Unger-Meisterhofer Sophie Stocker
Berichtsumfang:	42 Seiten (inkl. Anhang)

S:\AP\Proj\084\A84794\04 Gutachten\A84794_01_BER_2D_Final_20250327.docx 27.03.2025

Inhaltsverzeichnis

1	AUFGABENSTELLUNG	3
2	GRUNDLAGEN	3
3	ÖRTLICHE GEGEBENHEITEN	5
4	BESCHREIBUNG DER KLIMATOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE	7
4.1	Klimatopkarte und planerische Hinweiskarte 2011	7
4.2	Klimaanalysekarte und planerische Hinweiskarte 2024	9
4.3	Beschreibung der langjährigen regionalen klimatischen Verhältnisse	11
4.3.1	Allgemeine klimatische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet	11
4.3.2	Lufttemperatur	12
4.3.3	Relative Luftfeuchte	13
4.3.4	Niederschlag	15
4.3.5	Strahlung/Sonnenschein	16
4.4	Windverhältnisse am Standort	18
4.5	Messdaten Station Stiftingtal	21
4.6	Kaltluftproduktion und Kaltluftabfluss	23
5	LOKALKLIMATOLOGISCHE UNTERSUCHUNG MIT ENVI-MET	26
5.1	Modellbeschreibung	26
5.2	Rechengitter	26
5.3	Eingangsdaten	26
5.3.1	Gelände	27
5.3.2	Gebäude	27
5.3.3	Vegetation	27
5.3.4	Oberflächen	30
5.3.5	Meteorologische Initialisierungsparameter	30
5.4	Simulationsergebnisse	31
5.4.1	Temperatur	31
5.4.2	Thermisches Bioklima	31
5.4.3	Durchlüftung bei Kaltluftabfluss	32
6	EMPFOHLENE MINDERUNGSMASSNAHMEN	34
7	ZUSAMMENFASSUNG	36
8	ANHANG – Auswertungen mit ENVI-met	38

1 AUFGABENSTELLUNG

Auf dem Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz ist die Erweiterung des Kinderzentrums geplant. Die derzeitige Planung beinhaltet den Abbruch der bestehenden Krankenpflegeschule und die Errichtung von 2 neuen Modulen des Kinderzentrums [1].

Dafür ist eine Änderung des Stadtentwicklungskonzeptes und in weiterer Folge des Flächenwidmungsplanes für den Bereich nördlich des Grazer Landeskrankenhauses (Auenbruggerplatz – Leechwald) notwendig. Aufgrund der Lage im Bereich des Leechwaldes und in Nahelage zur Frischluftschneise Stiftingtal ergibt sich eine erhöhte Relevanz der stadtklimatologischen Begutachtung.

Die Müller-BBM Austria GmbH wurde mit der Erstellung eines stadtklimatologischen Gutachtens als Grundlage für die Strategische Umweltprüfung gemäß Leitfaden des Landes Steiermark beauftragt.

2 GRUNDLAGEN

- [1] Masterplan für Kinderzentrum neu, Auszug für UEP, Version 3.1, Stand 04/2023, per E-Mail übermittelt vom Referat für Stadtentwicklung und Flächenwidmung der Stadt Graz am 29.05.2024
- [2] Übersichtslageplan STEK Änderung KAGES - Grünzone und Grüngürtel Übersicht, erstellt von Christine Schilcher am 08.01.2024, übermittelt vom Referat für Stadtentwicklung und Flächenwidmung der Stadt Graz am 29.05.2024
- [3] Stadtklimaanalysen 1986, 1996, 2044 und 2011, Reinhold Lazar und Wolfgang Sulzer, veröffentlicht vom Stadtplanungsamt Graz, Quelle: <https://www.graz.at/cms/beitrag/10295935/8115447/Stadtklimaanalysen.html>
- [4] Klimaanalysekarte (KAK) und Karte der planerischen Hinweise (PHK) 2024. Übermittelt von Oliver Konrad, Abteilung Stadtplanung der Stadt Graz, per E-Mail am 19.07.2024
- [5] „Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) Vs. 22.09“, Markus Kuntner und Dietmar Öttl, November 2022
- [6] „GRAL Manual – GRAL Graphical User Interface 23.11“, Mag. Dr. Dietmar Öttl, Ing. Markus Kuntner, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, 8010 Graz, Landhausgasse 7, Dezember 2023
- [7] „Messdaten der Klimanormalperiode 1991-2020 in Österreich“, zusammengestellt durch GeoSphere Austria / Department für Klima-Folgen-Forschung
- [8] Messdaten der meteorologischen Station Stiftingtal des Klima-Informationssystems (KIS) aus dem Zeitraum 16.05.2023 – 28.05.2024, übermittelt von Immanuel Karner, Stadtvermessungsamt Graz, am 03.06.2024
- [9] „Windfeldbibliothek Steiermark, Bezugsjahr 2017“, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, 8010 Graz, Landhausgasse 7, Berichts-Nr. ABT15-Lu-05-2022 vom Dezember 2022, Datenkatalog: https://data.steiermark.at/cms/beitrag/11822084/97108894/?ApplInt_OGD_ID=1720
- [10] Bericht zur KLAM_21 Simulation für KIS Graz der GeoSphere Austria, erstellt von Sandro Oswald, Download:

https://geodaten.graz.at/Geodatenreferenzen/KIS/Berichte/Kaltluft_KLAM/KLAM21_KIS_Graz.pdf

- [11] Michael Bruse, Daniela Bruse, Helge Simon: ENVI-met. Essen : ENVI_met GmbH, 2022. URL www.envi-met.com
- [12] Michael Bruse: Die Auswirkungen kleinskaliger Umweltgestaltung auf das Mikroklima. Bochum, Ruhr Universität Bochum. Dissertation. 1999
- [13] Bruse, Michael; Fleer, Heribert: Simulating surface–plant–air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. In: Environmental Modelling & Software 13 (1998), 3-4, S. 373–384
- [14] Digitales Landschaftsmodell, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen BEV, Stichtag 12.09.2023- URL: <https://data.bev.gv.at/geonetwork/srv/ger/catalog.search#/metadata/c25dc7a7-bece-4962-8eae-c9177df1dc6b>
- [15] Analyse der Grazer Thermalbefliegungen 2021, Ao. Univ-Prof. Mag. Dr. Wolfgang Sulzer und BSc. Thomas Posch, Oktober 2023
- [16] VDI 3787 Blatt 8: Umweltmeteorologie – Stadtentwicklung im Klimawandel. 2020-09
- [17] VDI 3787 Blatt 4: Umweltmeteorologie – Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung. 2020-12
- [18] VDI 3787 Blatt 2: Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung Teil I: Klima. 2008-11

3 ÖRTLICHE GEGEBENHEITEN

Auf dem Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz ist die Erweiterung des Kinderzentrums geplant. Die derzeitige Planung beinhaltet den Abbruch der bestehenden Krankenpflegeschule und die Errichtung von 2 neuen Modulen des Kinderzentrums auf Gst. Nr. 3042/1, EZ 2081, KG 63103 Geidorf [1].

Das Modul 1 ist mit einer Länge von maximal 150 m und einer Breite von maximal 80 m ausgerichtet in der Achse Nordnordwest – Südsüdost und weist maximal 6 Geschosse über Grund mit einer Höhe von maximal ca. 30 m über Grund auf. Die Verbindungsbereiche zwischen den beiden Hauptgebäuden werden in den Geschossen 3 bis 6 ausgeführt und sind frei unterströmbar.

Das Modul 2 besteht aus 3 Einzelgebäuden mit einer Fläche von jeweils ca. 40 m x 40 m und einer maximalen Höhe von 7 Geschossen bzw. ca. 30 m über Grund.

Für die Umsetzung des Vorhabens ist eine Änderung des Stadtentwicklungskonzeptes [2] und in weiterer Folge des Flächenwidmungsplanes notwendig. Im Stadtentwicklungskonzept ist für einen Bereich mit einer Fläche mit 25.791 m² eine Änderung von Grüngürtel in ein Gebiet mit baulicher Entwicklung und im Flächenwidmungsplan eine Änderung von Freiland zur Kategorie Kerngebiet geplant (Abb. 3).

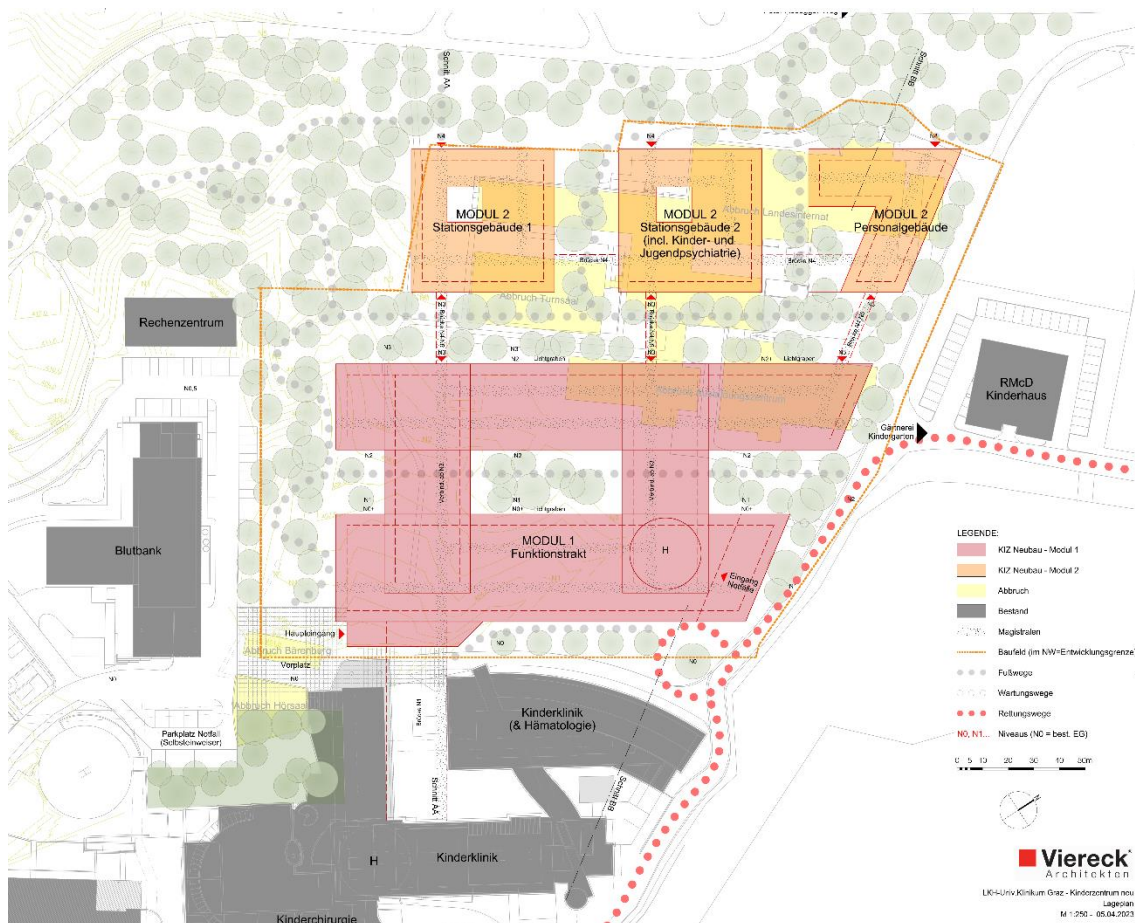


Abb. 1: Lageplan des neuen Kinderzentrums mit den beiden Modulen und schematisch der geplanten Rettungszufahrt [1].

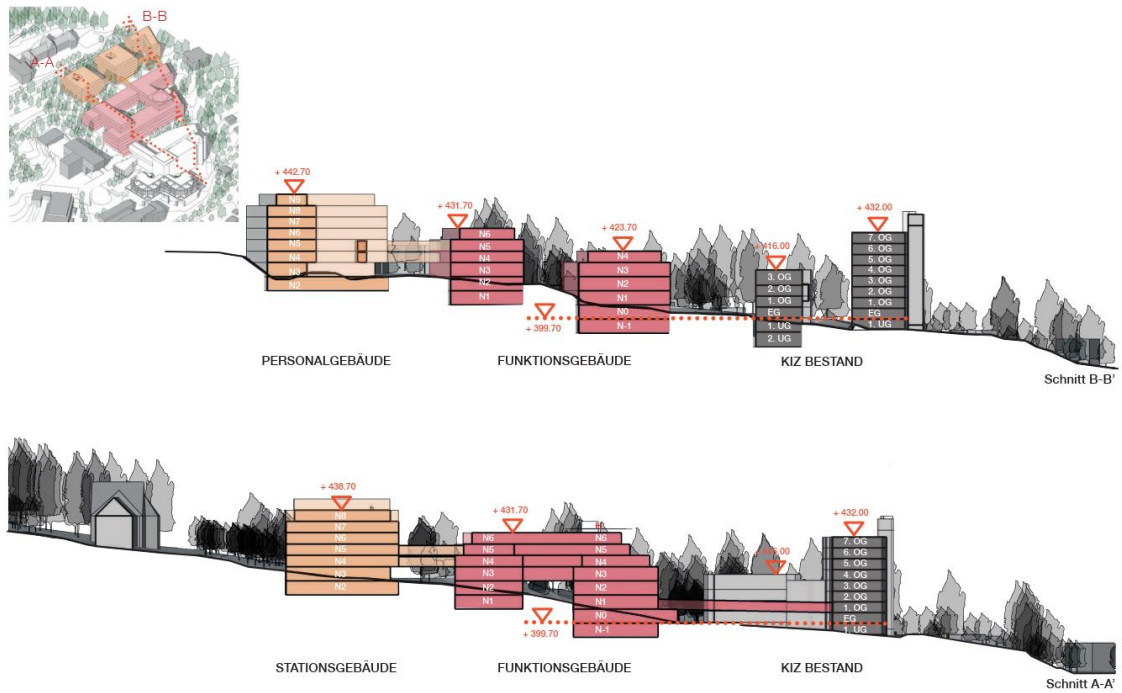


Abb. 2: Schnitte der geplanten Gebäude der beiden Module und des bestehenden Kinderzentrums [1].

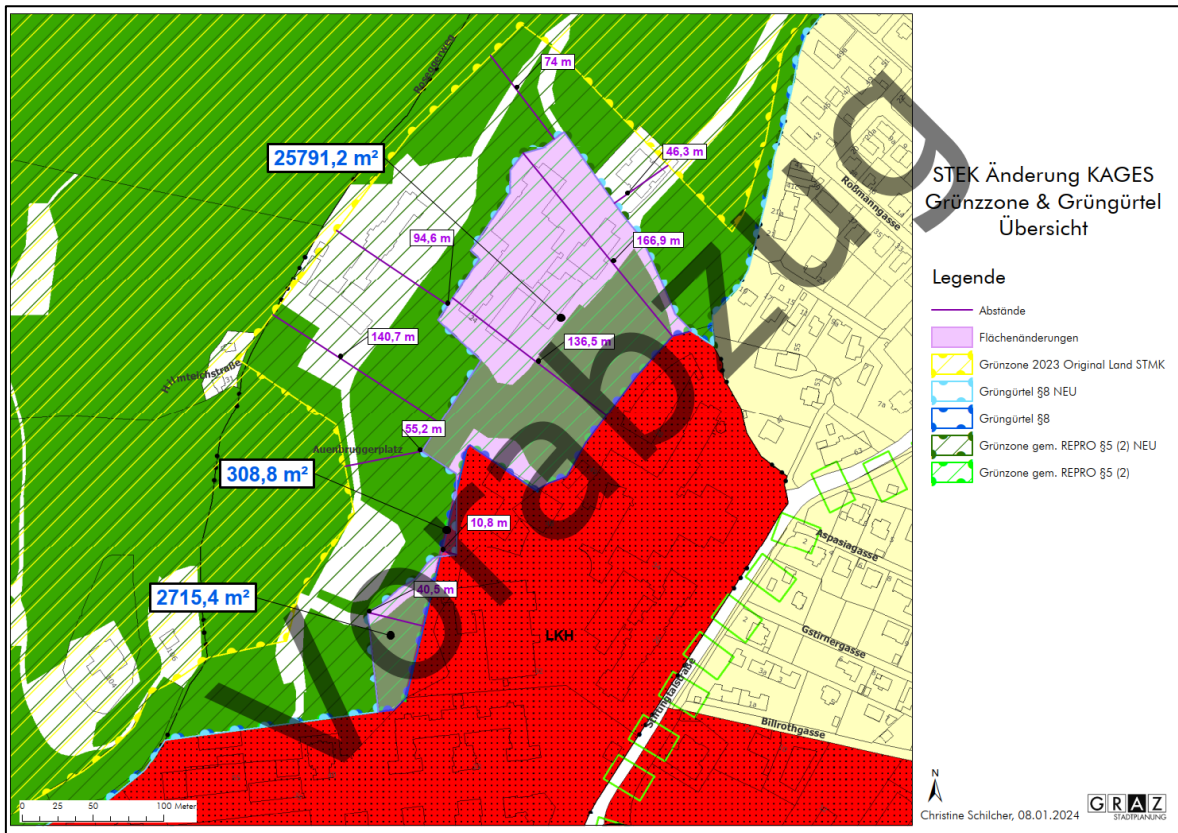


Abb. 3: Übersichtslageplan mit der geplanten Änderung des Grüngürtels [2].

4 BESCHREIBUNG DER KLIMATOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

4.1 Klimatopkarte und planerische Hinweiskarte 2011

Klimatope sind räumliche Einheiten, die mikroklimatisch einheitliche Gegebenheiten aufweisen. Das Mikroklima wird vor allem durch die Faktoren Flächennutzung, Bebauungsdichte, Versiegelungsgrad, Oberflächenstruktur, Relief und Vegetationsart beeinflusst.

Das Vorhaben befindet sich gemäß der Klimatopkarte aus der Stadtklimaanalyse 2011 der Stadt Graz [3] im Klimatop Nr. 17 „Hangzone in Seitentälern“, nicht weit entfernt von Klimatop Nr. 12 „mäßig kalte Seitentäler und Abschnitte“ mit schwach bis mäßig entwickeltem Talaustrittswind.

In der planerischen Hinweiskarte aus der Stadtklimaanalyse 2011 der Stadt Graz [3] befindet sich das Vorhaben teilweise in der Zone 18 „Hanglage in Seitentälern im Osten – Kaltluftproduktionsfläche“ mit der planerischen Empfehlung „Lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung“ und teilweise in der Zone 19 „Hanglagen im Grüngürtel, Kaltluftproduktion“ mit der planerischen Empfehlung „Von Bebauung freihalten“.

4.2 Klimaanalysekarte und planerische Hinweiskarte 2024

Gemäß der aktuellen Klimaanalysekarte aus dem Klimainformationssystem (KIS) der Stadt Graz [3] befindet sich das Vorhaben im Sonderklimatop LKH Nr. 32 nicht weit entfernt das Basisklimatops Nr. 15 „mäßig kalte Seitentäler“.

Nr. 15: Mäßig kalte Seitentäler:

Diese Zone trifft man verbreitet vor der Einmündung der Seitentäler ins Murtal an; Ausnahmen gibt es vorwiegend nur dann, wenn durch bauliche Hindernisse oder Talengen Kaltluftstau eintritt und tiefere Temperaturen die Folge sind. Typischerweise stoßen wir auf die Zone 15 in den größeren Seitentälern wie Mariatroster Tal oder Kainbachtal. Dabei ist zu beachten, dass gegenüber der Stadtklimaanalyse 1994 infolge der zunehmenden Bebauung das Temperaturniveau etwas gestiegen ist (etwa um 0,5 bis 1,5 K). Besonders auffällig etwa im Peterstal, wo die Einstufung in wärmere Talzonen angepasst wurde. Die Durchlüftung wird durch die Talauswinde mit 1-2 m/s, in Abschnitten mit baulichen Hindernissen oder Bäumen auch darunter, geprägt und die Nebelhäufigkeit bleibt insgesamt gering.

Nr. 32: LKH:

Das LKH weist eine sehr hohe Bebauungsdichte bei starkem Versiegelungsgrad auf und zeichnet sich durch eine nächtliche Überwärmung aus, die durch den Talauswind aus dem Stiftingtal gemildert wird.

Für das Sonderbiotop Nr.32 werden folgende planerische Empfehlungen angegeben:

Tab. 1: Sonderbereiche auf der planerischen Hinweiskarte

Nr.	Klimatopkarte	VDI	Planungs-karte Nr.	Beschreibung	Planerische Empfehlungen
32	LKH, LNKH, UKH, TUG	Mischflächen	32	Sehr unterschiedliche Abschnitte mit teils extremer Versiegelung und hoher Bebauungsdichte (LKH, TUG) einerseits und UKH und LNKH andererseits mit hohem Grünflächenanteil und damit kühlen Verhältnissen	Bäume pflanzen und entsiegeln im erst genannten Bereich

Basisklimatope und Sonderklimatope

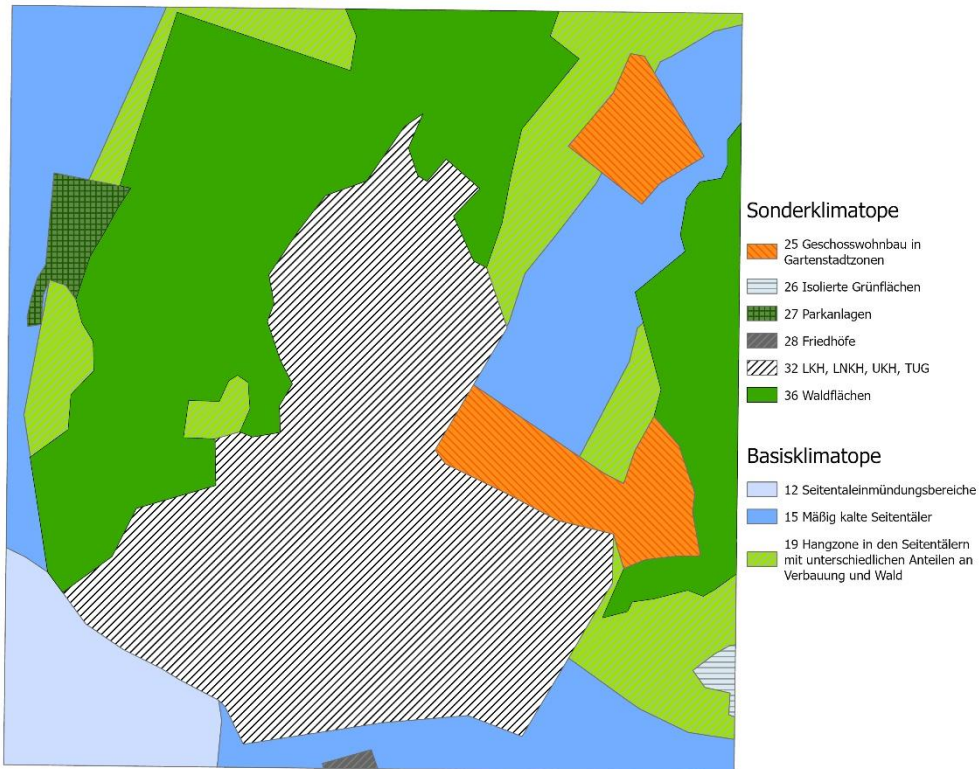


Abb. 6: Klimaanalysekarte für den Bereich der geplanten Änderung [4].

Planerische Hinweise - Basis- und Sonderflächen

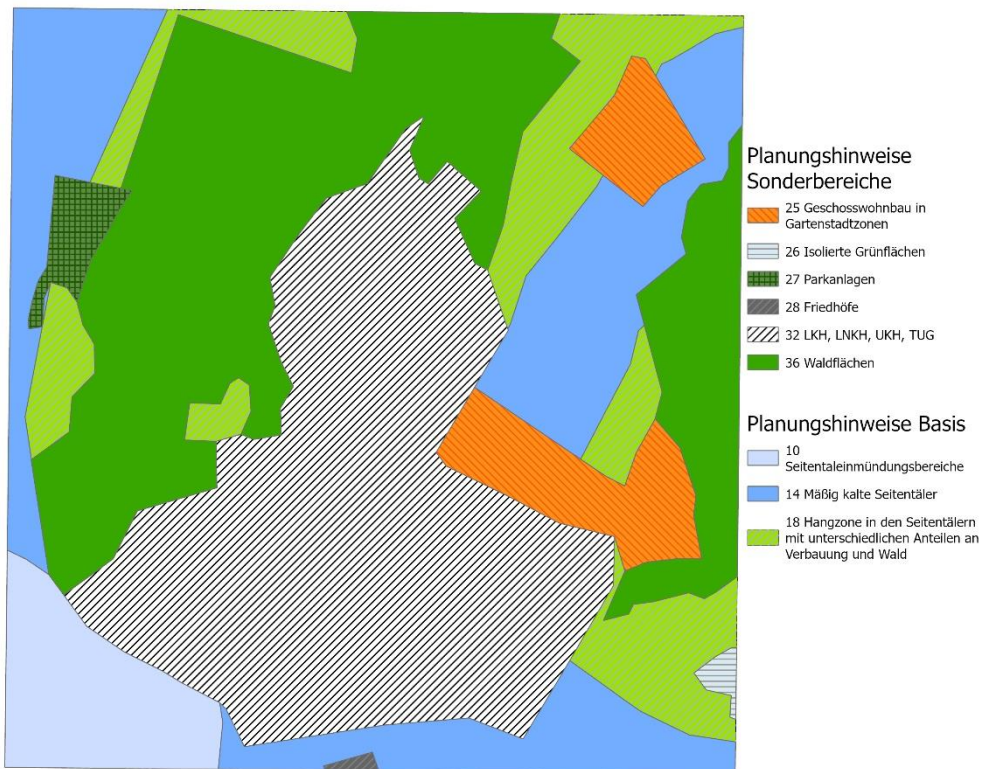


Abb. 7: Planerische Hinweiskarte für den Bereich der geplanten Änderung [4].

4.3 Beschreibung der langjährigen regionalen klimatischen Verhältnisse

4.3.1 Allgemeine klimatische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

Gemäß den Messdaten der Klimanormalperiode 1991 – 2020 an der Wetterstation Graz-Universität (Synnr. 11290) der GeoSphere Austria [7] stellen sich die langjährigen Mittelwerte der wichtigsten Klimaparameter folgendermaßen dar:

- Das langjährige Mittel der Lufttemperatur beträgt 11,1 °C. Im Sommer (Monate Juni, Juli und August) werden Durchschnittswerte von 19,4 °C – 21,2 °C erreicht; im Winter (Monate Dezember, Januar und Februar) von 0,6 °C – 2,7 °C. Die wärmsten Monate mit Durchschnittswerten von etwa 21 °C sind der Juli und August, während der Januar mit einem Wert von durchschnittlich 0,6 °C am kältesten ist.
- Die jährliche Niederschlagssumme liegt im Durchschnitt bei etwa 854 mm. Die größten Niederschlagsmengen fallen im langjährigen Mittel im Juni, Juli und August mit je über 120 mm monatlicher Niederschlagssumme. Am niederschlagsärmsten ist der Monat Januar mit 20 mm monatlicher Niederschlagssumme. Das Sommerhalbjahr (April bis September) ist im Mittel mit einer halbjährlichen Niederschlagssumme von 613 mm deutlich niederschlagsreicher als das Winterhalbjahr (Oktober bis März) mit einer halbjährlichen Niederschlagssumme von 242 mm.
- Die mittlere Sonnenscheindauer liegt bei ca. 2068 Stunden pro Jahr.

Die wichtigsten Klimaparameter im langjährigen Mittel (1991 – 2020) der Station Graz-Universität sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt [7].

Tab. 2: Die wichtigsten Klimaparameter im langjährigen Mittel (1991– 2020) der Station Graz-Universität [7]

Klimaparameter	Graz-Universität
Mittleres Jahresmittel der Lufttemperatur (°C)	11,1
Mittleres tägliches Maximum der Lufttemperatur (°C)	15,6
Mittleres tägliches Minimum der Lufttemperatur (°C)	6,3
Anzahl der Sommertage (Tagesmaximum der Lufttemperatur ≥ 25 °C)	72
Anzahl der heißen Tage (Tagesmaximum der Lufttemperatur ≥ 30 °C)	17
Anzahl der Frosttage (Tagesminimum der Lufttemperatur ≤ 0 °C)	85
Anzahl der Eistage (Tagesmaximum der Lufttemperatur ≤ 0 °C)	15
Mittlere Jahressumme der Niederschlagshöhe (mm)	854
Jahressumme der Sonnenscheindauer in Stunden	2068

4.3.2 Lufttemperatur

Zur Beschreibung des Klimaelements Lufttemperatur wurde auf die Messdaten der Klimanormalperiode 1991 – 2020 an der Wetterstation Graz-Universität zurückgegriffen [7]. In der nachfolgenden Tabelle sind die monatlichen Mittelwerte und die mittleren täglichen Maximum- und Minimumwerte der Temperatur zusammengefasst sowie in Abbildung 8 grafisch dargestellt. Abbildung 9 zeigt den Verlauf der Temperatur-Jahresmittelwerte im Zeitraum 1991 – 2020.

Tab. 3: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur im Bezugszeitraum 1991– 2020 an der Station Graz-Universität.

Mittel ... Mittelwert der täglichen Tagesmitteltemperaturen in °C
 Mittl. Maximum ... Mittelwert der täglichen Maxima in °C
 Mittl. Minimum ... Mittelwert der täglichen Minima in °C

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Mittel (°C)	0,6	2,7	6,8	11,6	15,8	19,4	21,2	20,8	16,1	11,3	6,0	1,1	11,1
Mittl. Maximum (°C)	3,9	7,7	11,6	17,2	20,8	25,0	25,9	25,4	21,2	15,3	9,2	4,0	15,6
Mittl. Minimum (°C)	-2,8	-1,9	1,7	6,0	9,9	13,9	15,1	14,8	11,1	6,6	2,7	-1,8	6,3

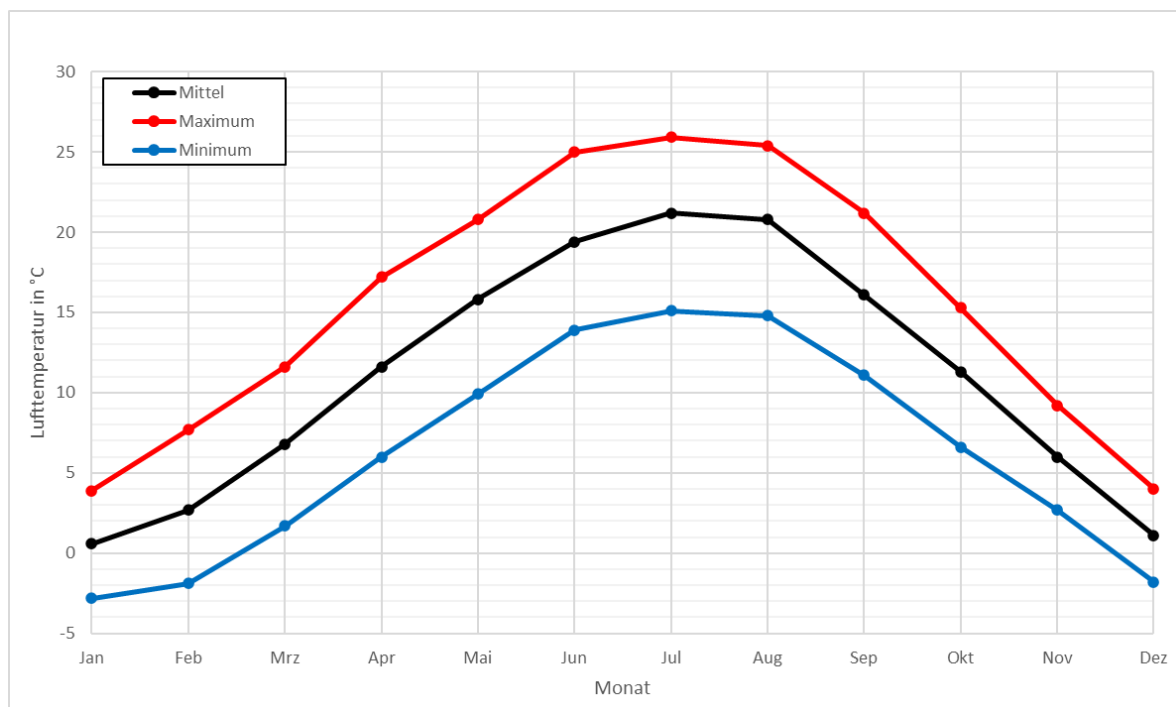


Abb. 8: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur im Bezugszeitraum 1991– 2020 an der Station Graz-Universität. Mittelwert der täglichen Tagesmitteltemperaturen (schwarz), Mittelwert der täglichen Maxima (rot) und Mittelwert der täglichen Minima (blau).

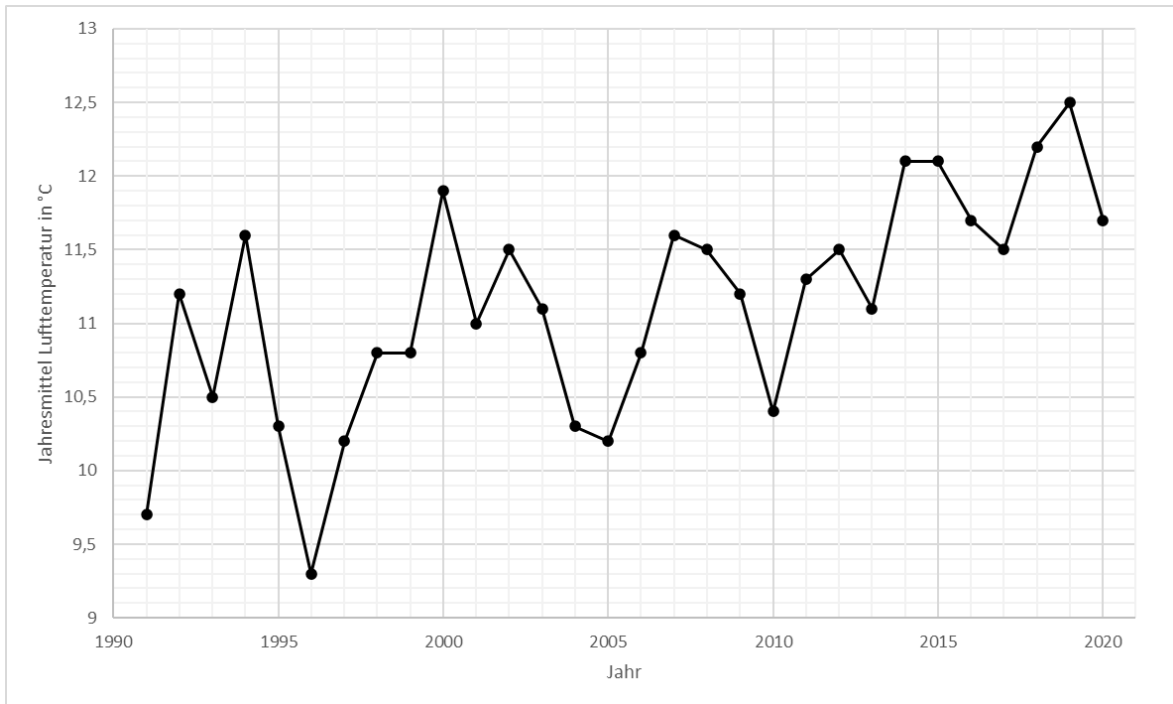


Abb. 9: Jahresmittelwerte der Lufttemperatur in den Jahren 1991–2020 an der Station Graz-Universität.

4.3.3 Relative Luftfeuchte

Zur Beschreibung der relativen Luftfeuchte wurde auf die Messdaten der Klimanormalperiode 1991 – 2020 an der Wetterstation Graz-Universität zurückgegriffen [7]. In der nachfolgenden Tabelle sind die monatlichen Mittelwerte der relativen Luftfeuchte zusammengefasst sowie in Abbildung 10 grafisch dargestellt. Abbildung 11 zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte der relativen Luftfeuchte im Bezugszeitraum 1991 – 2020.

Tab. 4: Monatsmittelwerte der relativen Luftfeuchte im Bezugszeitraum 1991–2020 an der Station Graz-Universität.

Mittel 7 Uhr ... Mittelwert der täglichen relativen Luftfeuchte-Werte um 7 Uhr
 Mittel 14 Uhr... Mittelwert der täglichen relativen Luftfeuchte-Werte um 14 Uhr

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Mittel 7 Uhr (%)	89	86	84	79	78	78	78	84	89	92	91	90	85
Mittel 14 Uhr (%)	69	59	53	50	53	55	53	55	58	63	71	73	59

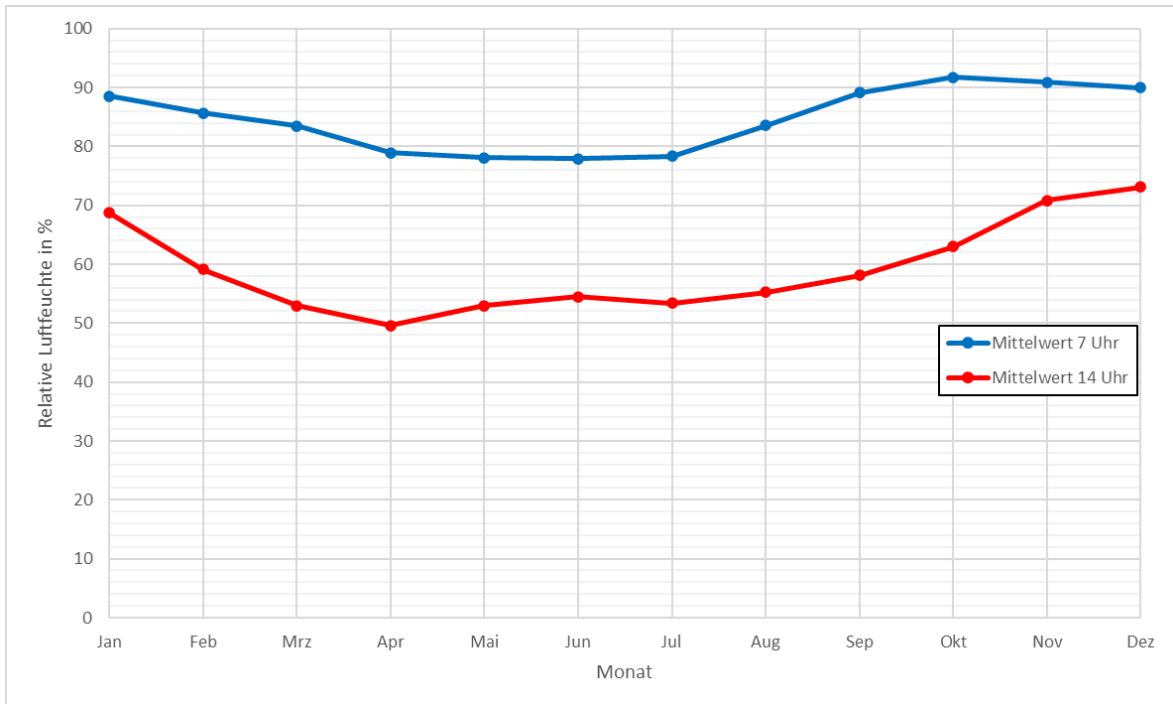


Abb. 10: Monatsmittelwerte der relativen Luftfeuchte im Bezugszeitraum 1991– 2020 an der Station Graz-Universität. Mittelwert der täglichen relativen Luftfeuchte-Werte um 7 Uhr (blau) und um 14 Uhr (rot).

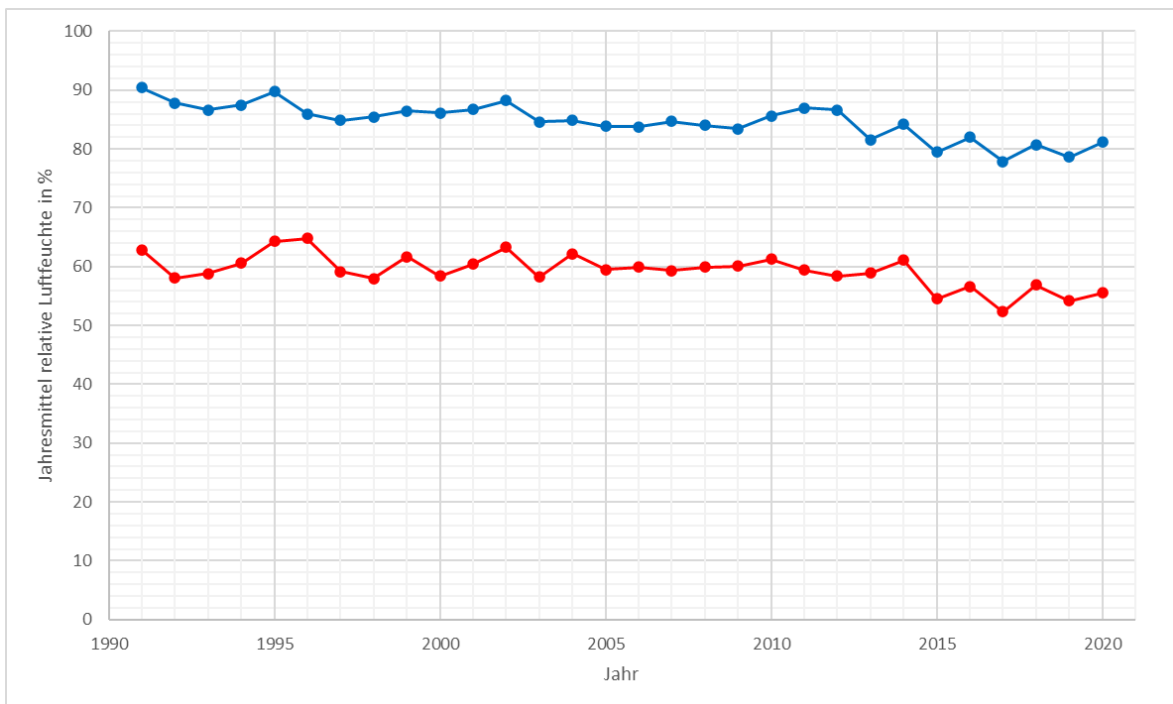


Abb. 11: Jahresmittelwerte der relativen Luftfeuchte in den Jahren 1991– 2020 an der Station Graz-Universität. Mittelwert der täglichen relativen Luftfeuchte-Werte um 7 Uhr (blau) und um 14 Uhr (rot).

4.3.4 Niederschlag

Zur Beschreibung der Niederschläge wurde auf die Messdaten der Klimanormalperiode 1991 – 2020 an der Wetterstation Graz-Universität zurückgegriffen [7]. In der nachfolgenden Tabelle sind die mittleren monatlichen Niederschlagssummen zusammengefasst sowie in Abbildung 12 grafisch dargestellt. Abbildung 13 zeigt den Verlauf der jährlichen Niederschlagssummen im Bezugszeitraum 1991 – 2020.

Tab. 5: Mittlere Monatssumme Niederschlag im Bezugszeitraum 1991– 2020 an der Station Graz-Universität.

Mittel ... Mittlere Monatssumme Niederschlag in mm

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Mittel (mm)	20	29	35	52	93	121	124	129	94	64	54	40	854

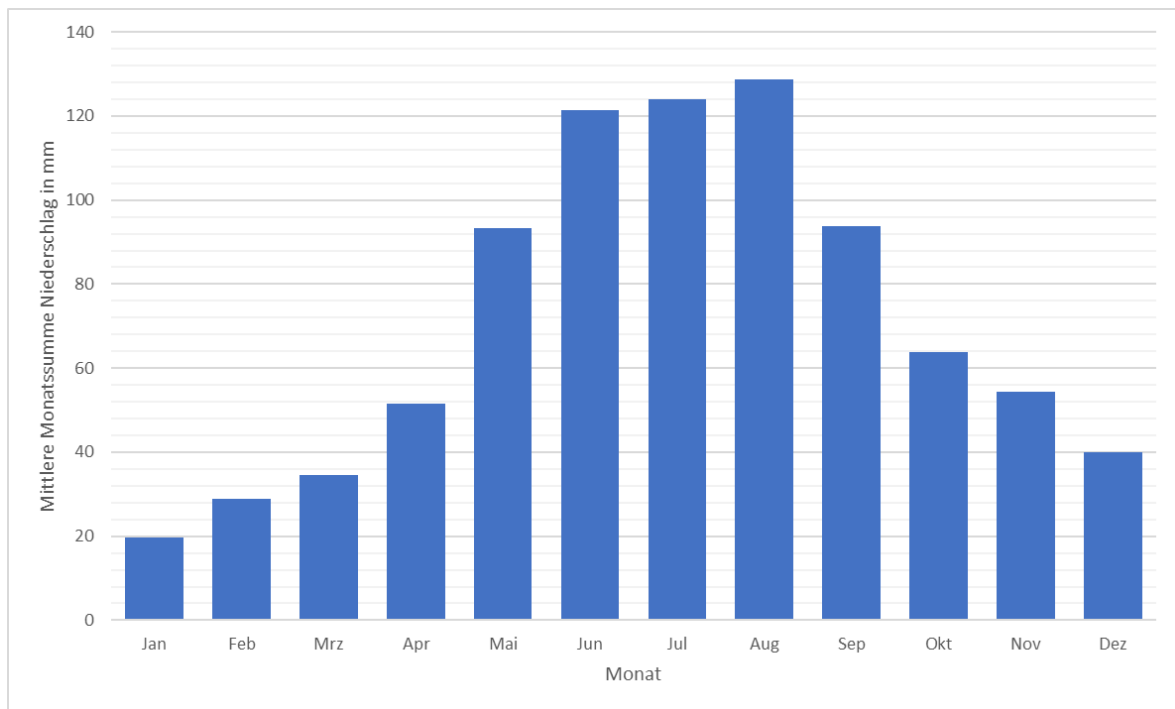


Abb. 12: Verteilung der mittleren Monatssumme Niederschlag im Bezugszeitraum 1991– 2020 an der Station Graz-Universität.

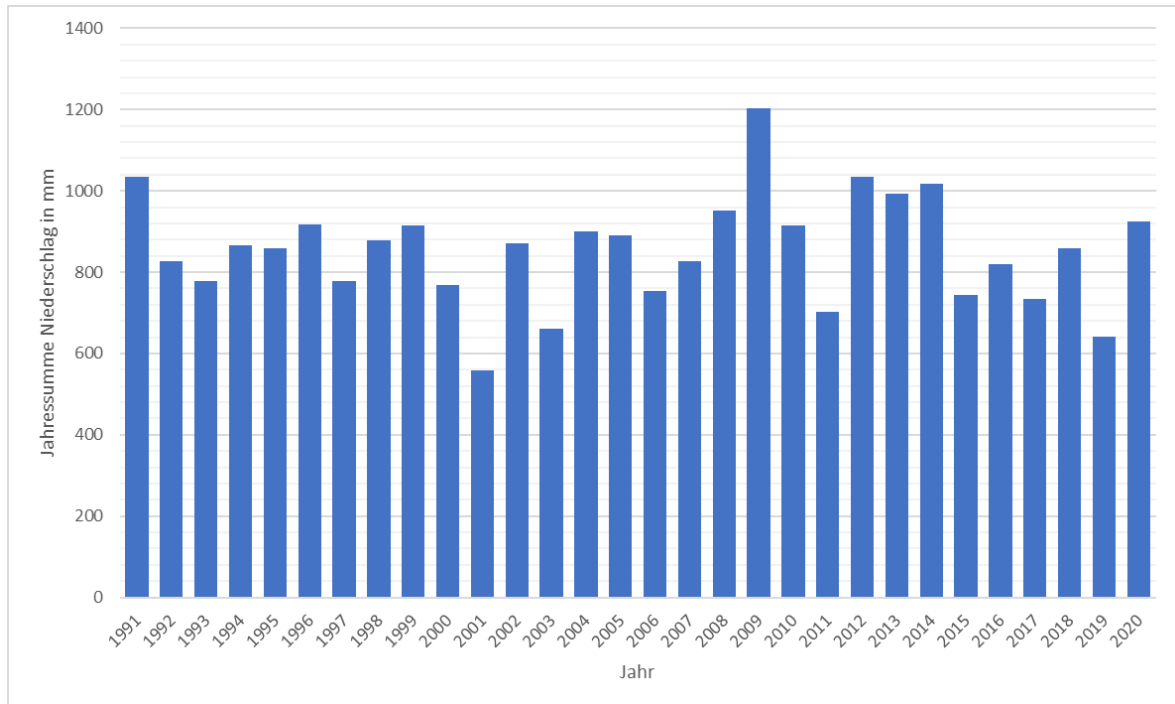


Abb. 13: Verteilung der Jahressumme Niederschlag in den Jahren 1991– 2020 an der Station Graz-Universität.

4.3.5 Strahlung/Sonnenschein

Zur Beschreibung der Sonnenscheindauer wurde auf die Messdaten der Klimanormalperiode 1991 – 2020 an der Wetterstation Graz-Universität zurückgegriffen. In der nachfolgenden Tabelle wird die mittlere monatliche Sonnenscheindauer zusammengefasst sowie in Abbildung 14 grafisch dargestellt. Abbildung 15 zeigt den Verlauf der jährlichen Sonnenscheindauer im Bezugszeitraum 1991 – 2020.

Tab. 6: Mittlere monatliche Sonnenscheindauer im Bezugszeitraum 1991– 2020 an der Station Graz-Universität [7].

Mittel ... Mittlere monatliche Sonnenscheindauer in h.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Mittel (h)	102	129	169	193	227	238	253	243	188	150	89	87	2068

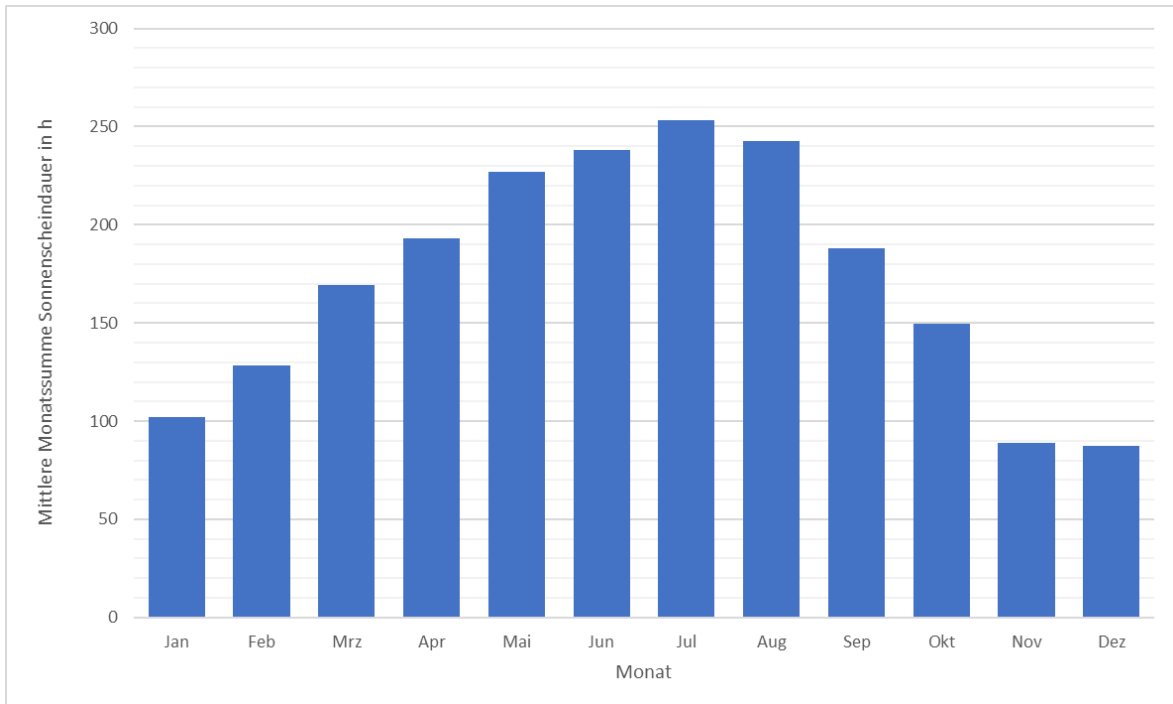


Abb. 14: Verteilung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer im Bezugszeitraum 1991– 2020 an der Station Graz-Universität.

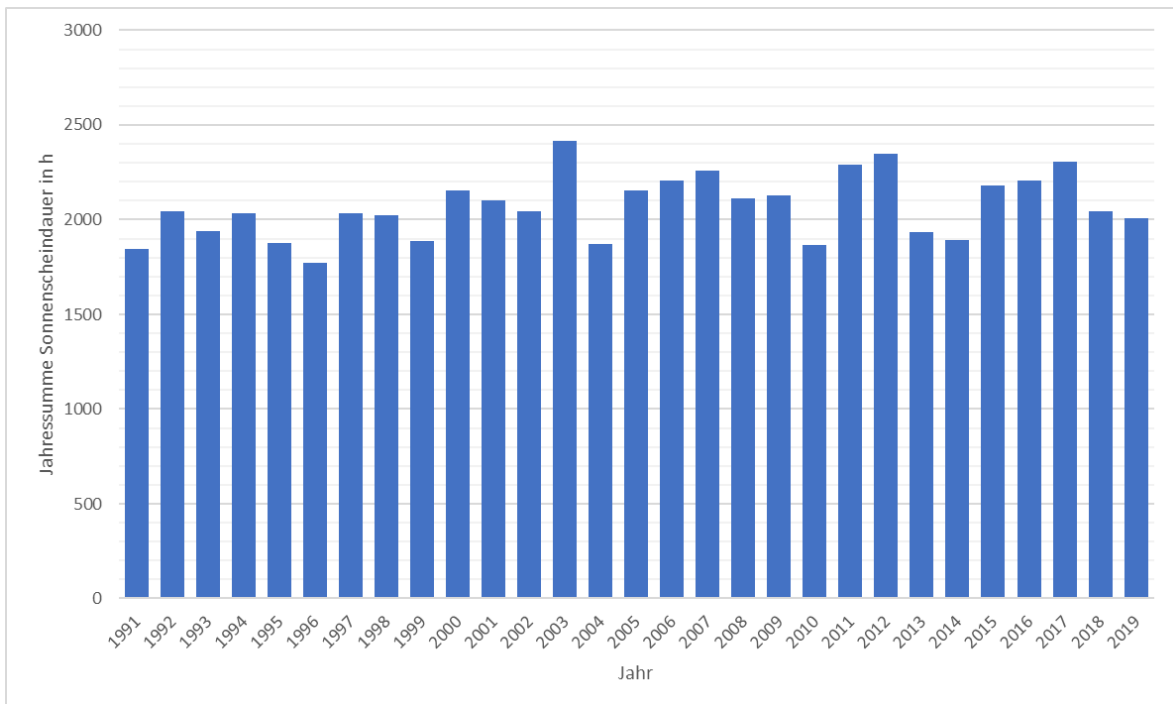


Abb. 15: Verteilung der Jahressumme der Sonnenscheindauer in den Jahren 1991– 2019 an der Station Graz-Universität.

4.4 Windverhältnisse am Standort

Für die Beschreibung der Windverhältnisse am Projektstandort wurden die mit dem mesoskaligen Modell GRAMM-SCI berechneten Windfelder der Windfeldbibliothek Steiermark für das Bezugsjahr 2017 herangezogen [9]. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem GRAL Graphical User Interface 23.11 [6].

Am Standort treten am häufigsten nordnordöstliche und südsüdwestliche Windrichtungen auf (Abb. 16). Die südlichen Windrichtungen treten tagsüber auf und die nordnordöstlichen Strömungen häufiger in der Nacht (Abb. 17).

Am Standort nehmen die windschwachen Geschwindigkeitsklassen ≤ 1 m/s ca. 90 % des Jahres ein, ca. 40 % sind Kalmern, also Windgeschwindigkeiten $\leq 0,5$ m/s. Etwa 9 % fallen auf die Klasse zwischen 1 m/s und 2 m/s und ca. 1 % auf die Klasse zwischen 2 m/s und 3 m/s (siehe Abb. 18).

Neben den Strömungsbedingungen ist die vertikale Durchmischung der Atmosphäre (Turbulenz) ausschlaggebend, um vorherrschende Ausbreitungsverhältnisse darzustellen. Diese werden über sogenannte Ausbreitungsclassen charakterisiert, die folgender meteorologischer Schichtung zugeordnet sind:

- Stark bis leicht labil (AK 1 bis AK 3 – very unstable, unstable, slightly unstable): gute vertikale Durchmischung, treten überwiegend tagsüber auf.
- Neutral (AK 4 - neutral): durchschnittliche vertikale Durchmischung, meist bei bewölkttem und leicht windigem Wetter sowie bei Sonnenauf- und -untergang.
- Leicht bis stark stabil: (AK 5 bis AK 7 – slightly stable, stable, very stable): schlechte vertikale Durchmischung, treten überwiegend nachts auf.

Am Standort treten in ca. 55 % des Jahres stabile Schichtungen, in ca. 20 % des Jahres neutrale Wettersituation und in ca. 25 % des Jahres labile Situationen auf (siehe Abb. 19).

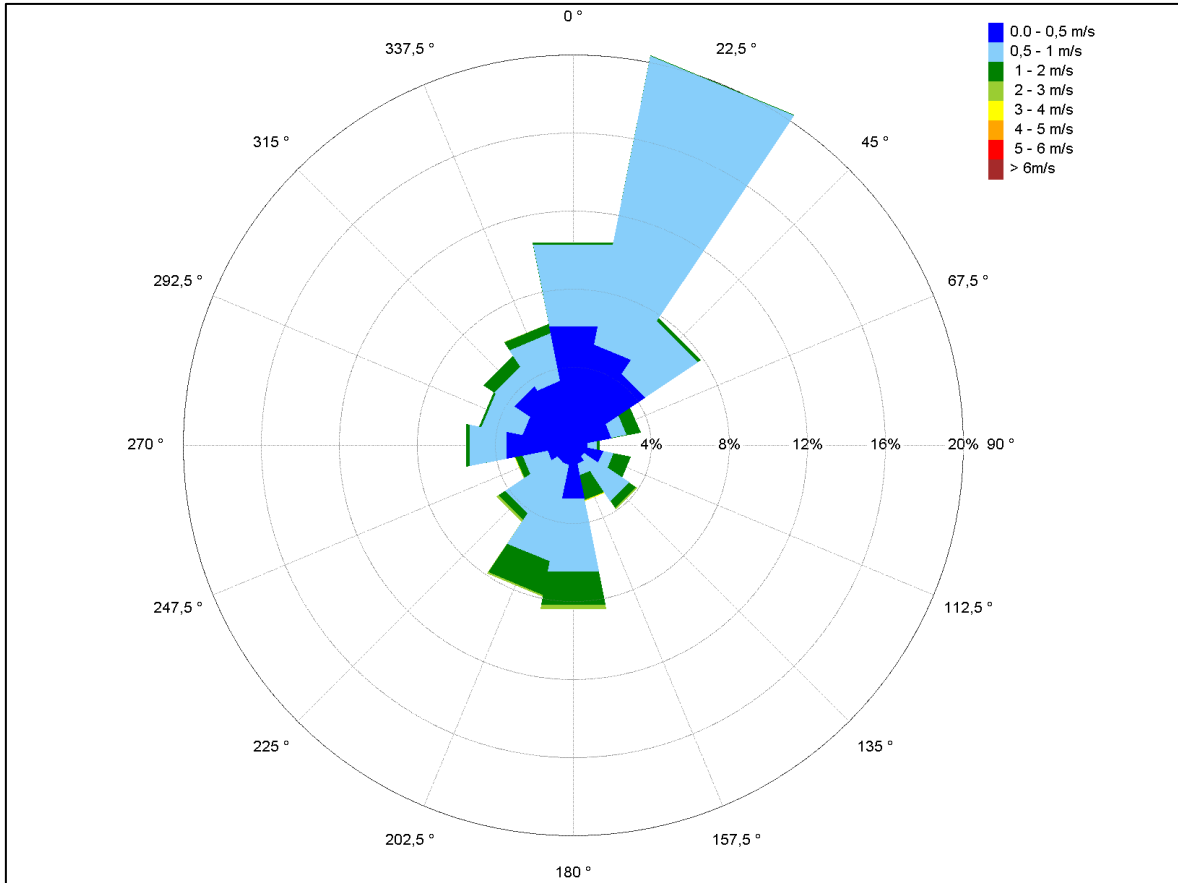


Abb. 16: Windrose für den Projektstandort für das Bezugsjahr 2017 [9].

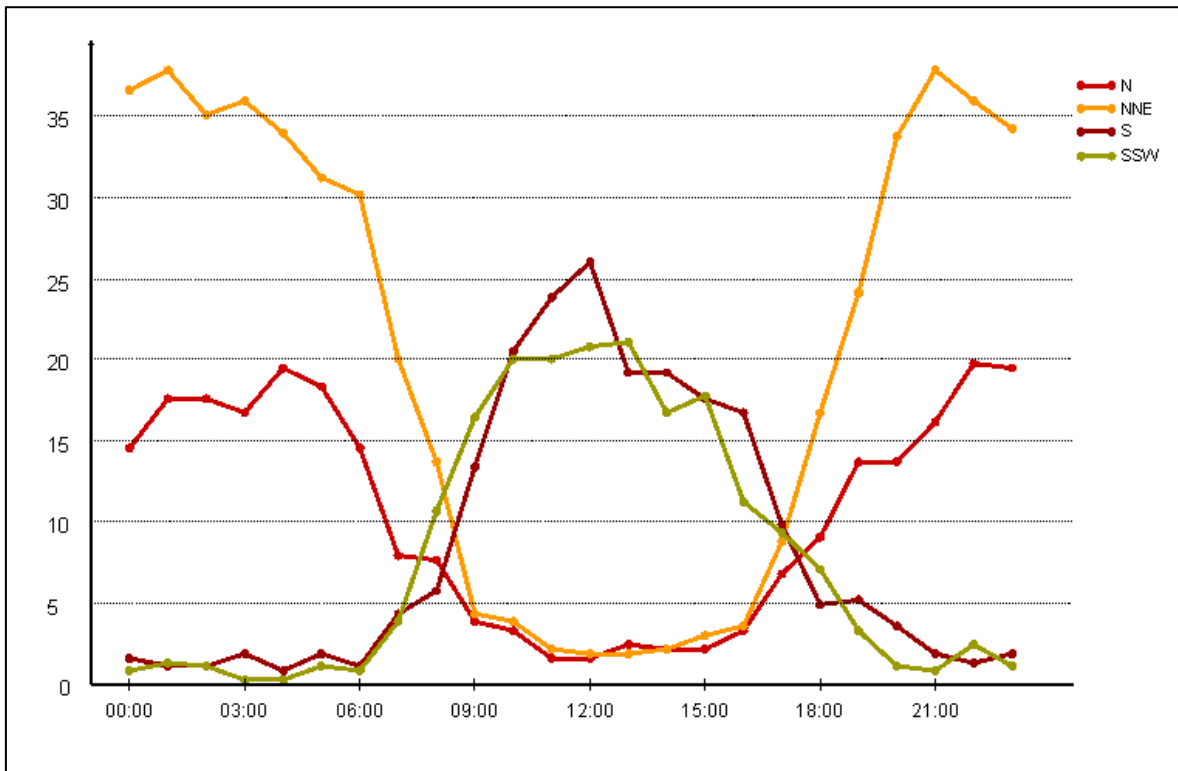


Abb. 17: Häufigkeiten der Hauptwindrichtungen für den Projektstandort für das Bezugsjahr 2017 [9].

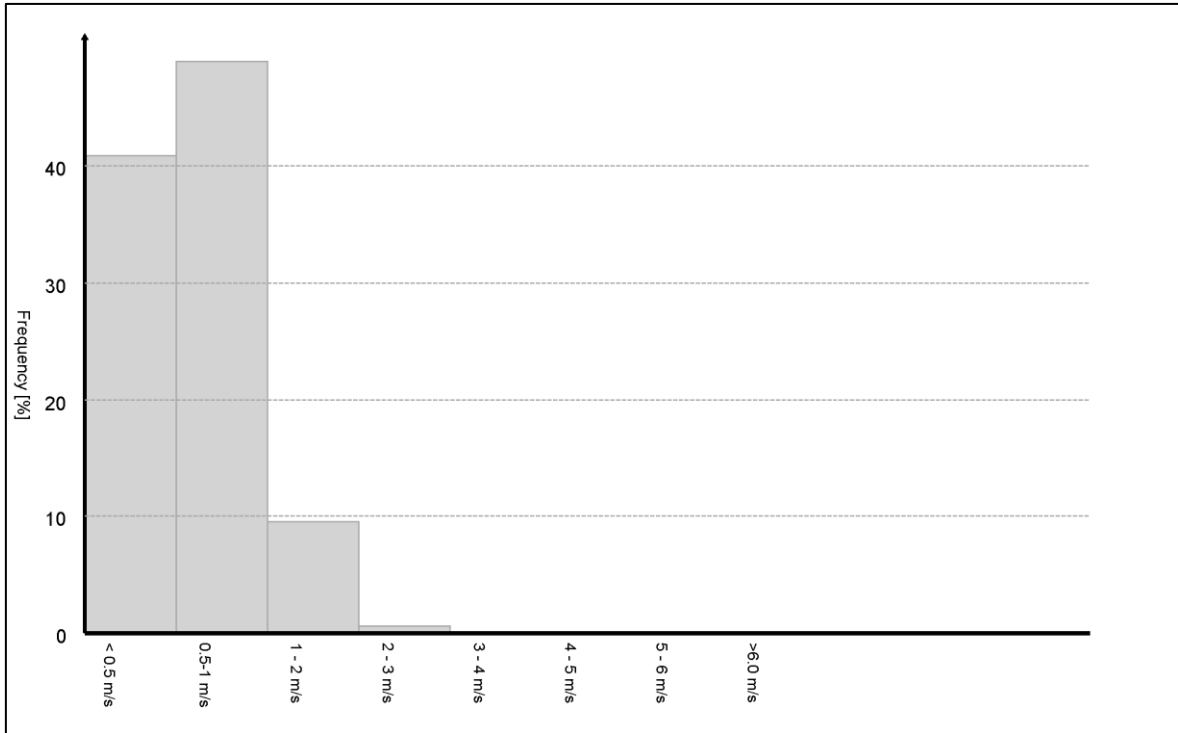


Abb. 18: Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen für den Projektstandort für das Bezugsjahr 2017 [9].

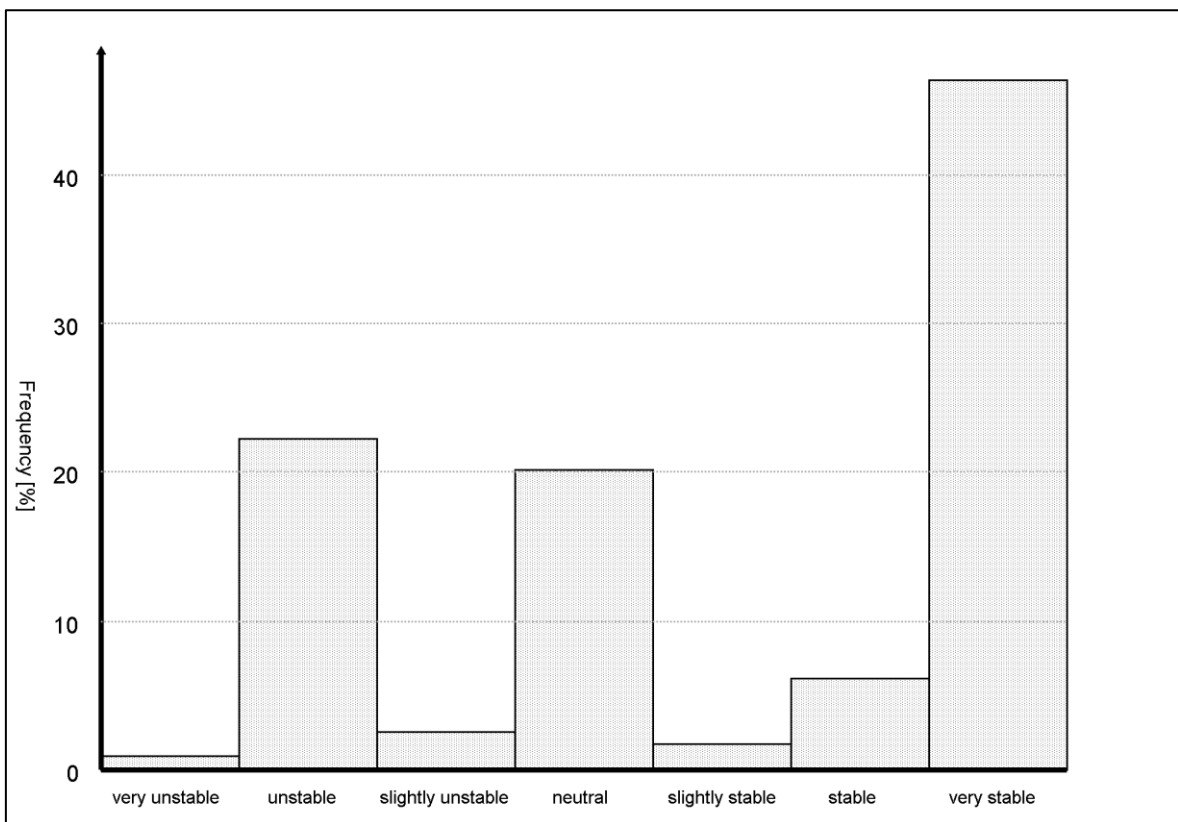


Abb. 19: Häufigkeiten der Ausbreitungsklassen für den Projektstandort für das Bezugsjahr 2017 [9].

4.5 Messdaten Station Stiftingtal

Für die meteorologische Auswertung im Bereich Stiftingtal wurden Messdaten der KIS-Station Stiftingtal aus dem Zeitraum von 16.05.2023 bis 28.05.2024 herangezogen [8]. Die Messdaten der Windgeschwindigkeit und Windrichtung waren nur für den Zeitraum von 22.11.2023 bis 28.05.2024 verfügbar.

Die statistische Auswertung der Messdaten erfolgte mittels eigener Berechnungen und mit dem GRAL Graphical User Interface 23.11 [6].

Am Standort Stiftingtal treten am häufigsten nordnordöstliche und südsüdwestliche Windrichtungen auf (Abb. 20). Die südsüdwestlichen Windrichtungen treten häufiger tagsüber auf und die nordnordöstlichen Strömungen häufiger in der Nacht (Abb. 21).

Die windschwachen Geschwindigkeitsklassen ≤ 1 m/s nehmen ca. 45 % des Jahres ein, ca. 12 % sind Kalmen, also Windgeschwindigkeiten $\leq 0,5$ m/s. Etwa 44 % fallen auf die Klasse zwischen 1 m/s und 2 m/s und ca. 11 % auf die Klassen zwischen 2 m/s und 5 m/s (siehe Abb. 22).

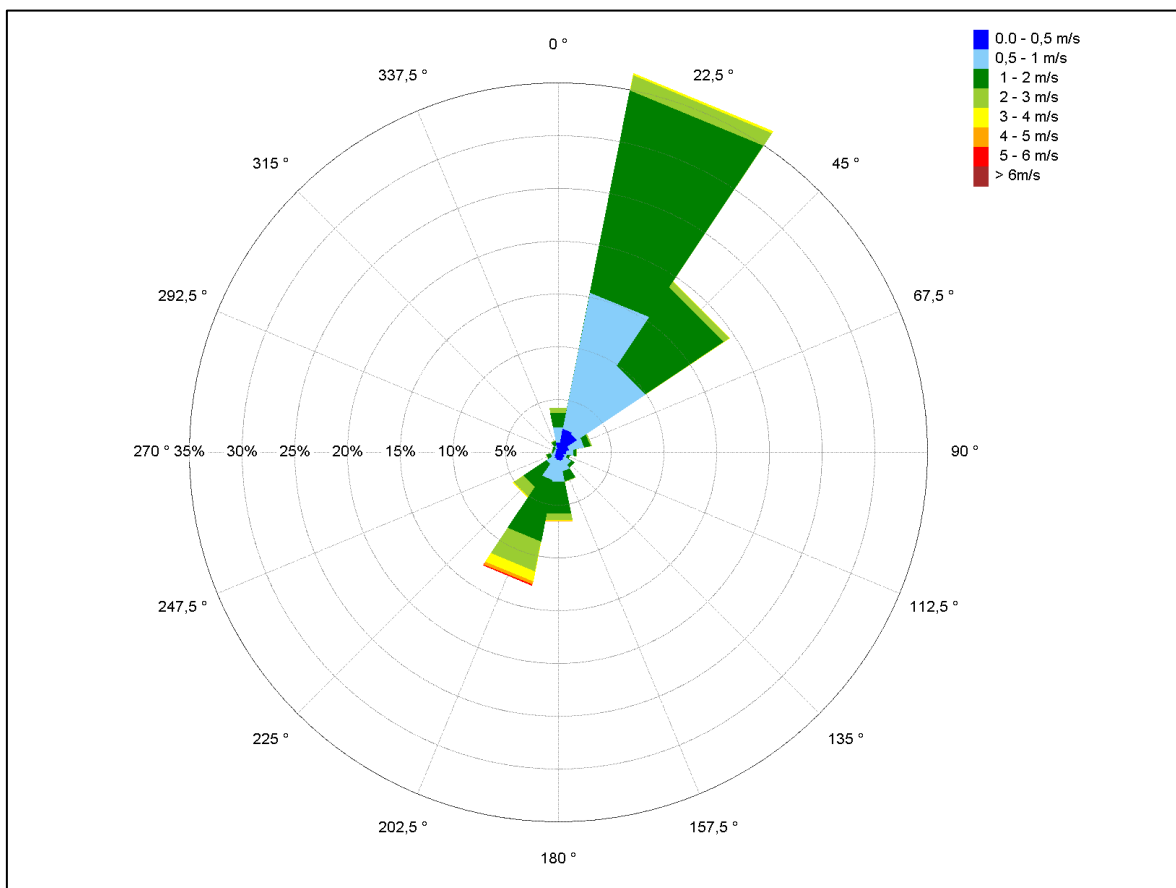


Abb. 20: Windrose Stiftingtal (aus Messdaten aus dem Zeitraum 22.11.2023 – 28.05.2024) [8].

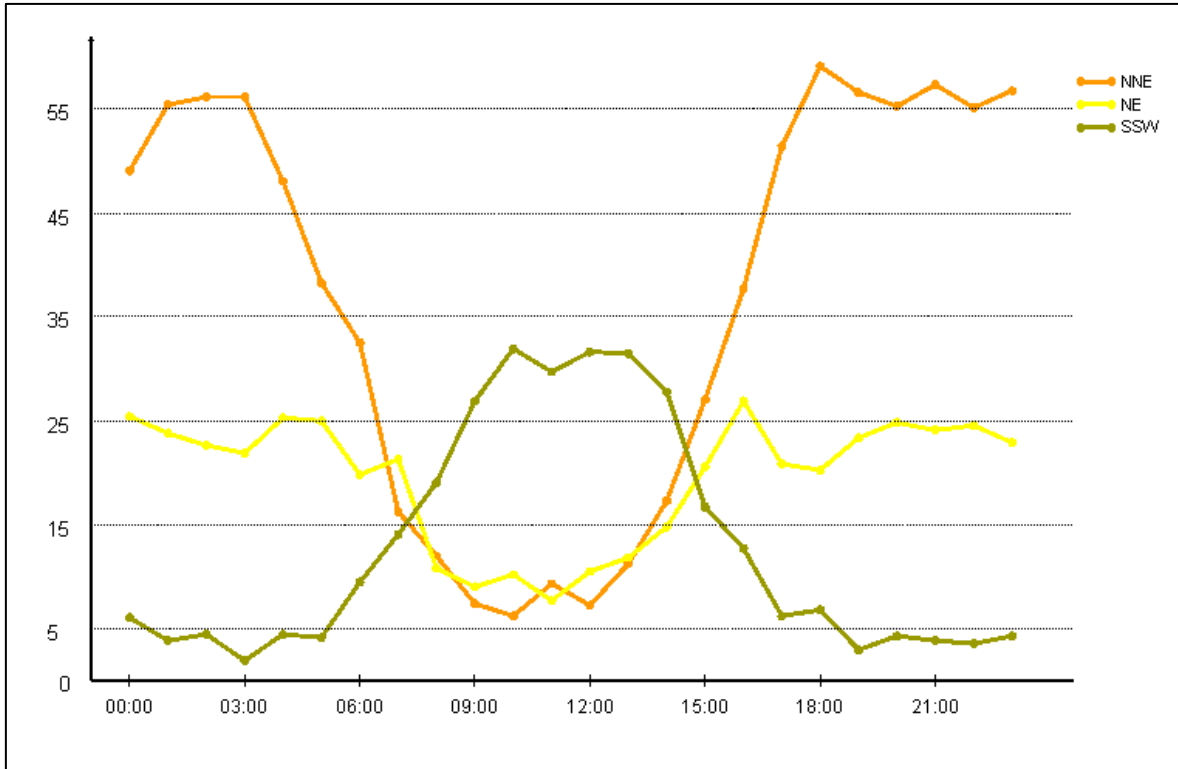


Abb. 21: Häufigkeiten der Hauptwindrichtungen Stiftingtal (aus Messdaten aus dem Zeitraum 22.11.2023 – 28.05.2024) [8].

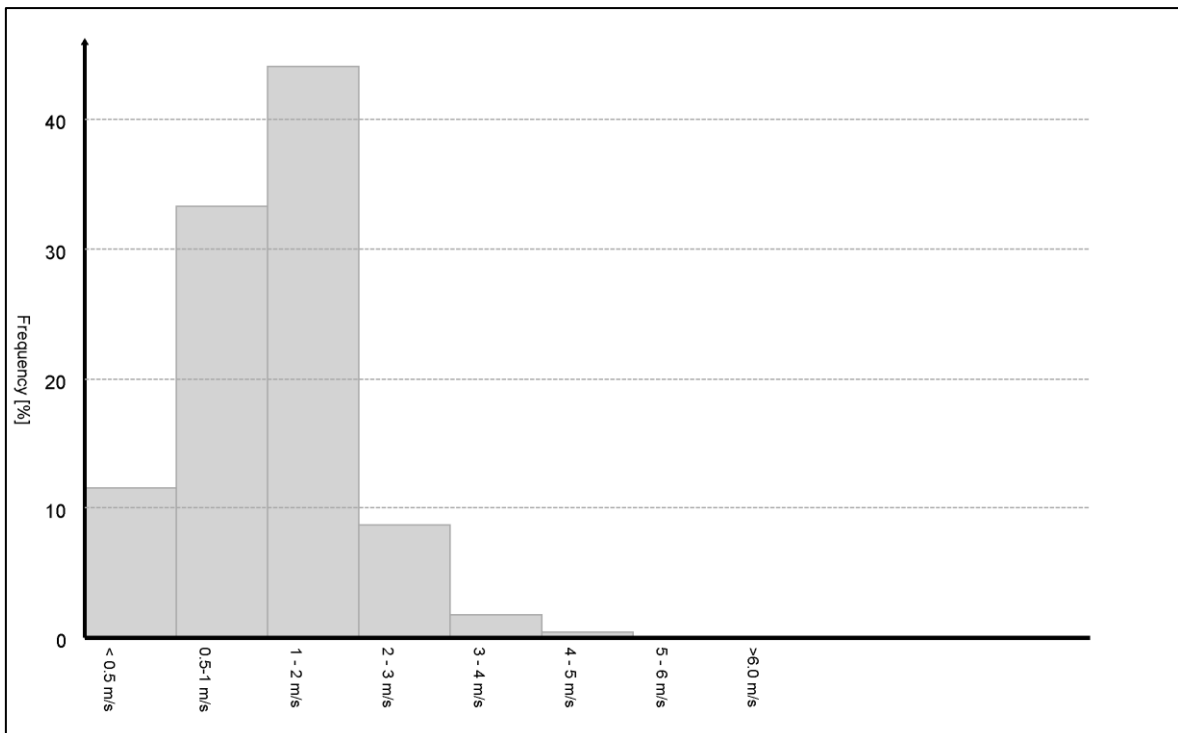


Abb. 22: Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen Stiftingtal (aus Messdaten aus dem Zeitraum 22.11.2023 – 28.05.2024) [8].

4.6 Kaltluftproduktion und Kaltluftabfluss

Die Topografie 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. Kaltluftproduktion und Kaltluftabfluss 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, und die darüber liegende Luft, sich merklich abkühlen. 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 tiefer-gelegenen 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.

Für das Klima-Informationssystem (KIS) der Stadt Graz wurden von der GeoSphere die Kaltluftflüsse im Raum Graz mit dem Modell KLAM21 berechnet [10]. Die Ergebnisse auf dem Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz im Einmündungsbereich des Stiftingtals sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. 2 Stunden nach Sonnenuntergang hat sich im Bereich der Stiftingtalstraße schon eine bis zu 60 m hohe, und im Bereich der geplanten Kinderklinik eine bis zu 30 m hohe Kaltluftschicht aufgebaut. Im Laufe der Nacht kühlt die Luft zunehmend ab. 4 Stunden nach Sonnenuntergang beträgt die Kaltluflhöhe am Talboden im Bereich der Stiftingtalstraße bis zu 70 m und im Bereich der geplanten Kinderklinik bis zu 40 m.

Im Klimainformations-System (KIS) der Stadt Graz stehen flugzeuggestützte Thermal-aufnahmen und daraus abgeleitete Oberflächentemperaturkarten zur Verfügung. In Abb. 25 und Abb. 26 werden die Oberflächentemperaturen im Untersuchungsgebiet am Morgen und zu Mittag des 9. September 2021 dargestellt. Diese Karten können unter anderem für die Identifikation von Kaltluftproduktionsflächen eingesetzt werden. Im Bericht über die Analyse der Grazer Thermalbefliegungen 2021 wurde auf Basis der Oberflächentemperaturkarten eine klassifizierte Thermalkarte erstellt. In dieser wird der Bereich zwischen der bestehenden Kinderklinik und der höher gelegenen Krankenpflegeschule als Kaltluftfläche ausgewiesen. In der inversionsbereinigten klassifizierten Thermalkarte, wurden inversionsbeeinflusste Hang- und Kammlagen identifiziert und von der Ausweisung ausgeschlossen.

Im Rahmen einer zusammenfassenden Bewertung ergibt sich für den Bereich der geplanten Erweiterung der Kinderklinik ein hoher Einfluss durch nächtlichen Kaltwindabfluss aus nordnordöstlicher Richtung. Vor allem die nicht bewaldete Grünfläche zwischen bestehender Kinderklinik und Krankenpflegeschule trägt lokal zur Kaltluftproduktion bei, aufgrund der relativ kleinen Fläche ist der Beitrag zum Kaltluftabfluss Richtung Stadtzentrum vernachlässigbar gering.

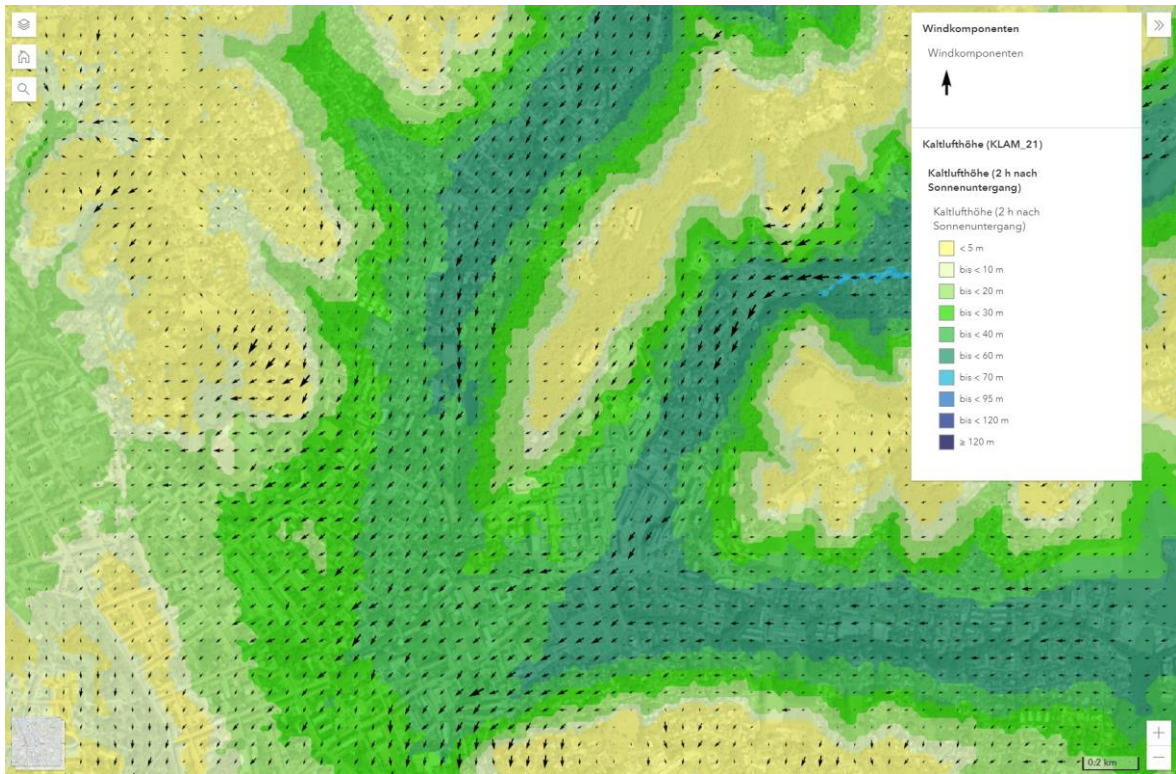


Abb. 23: Mit KLAM21 modellierte Windrichtung und Kaltlufthöhe 2 h nach Sonnenuntergang.

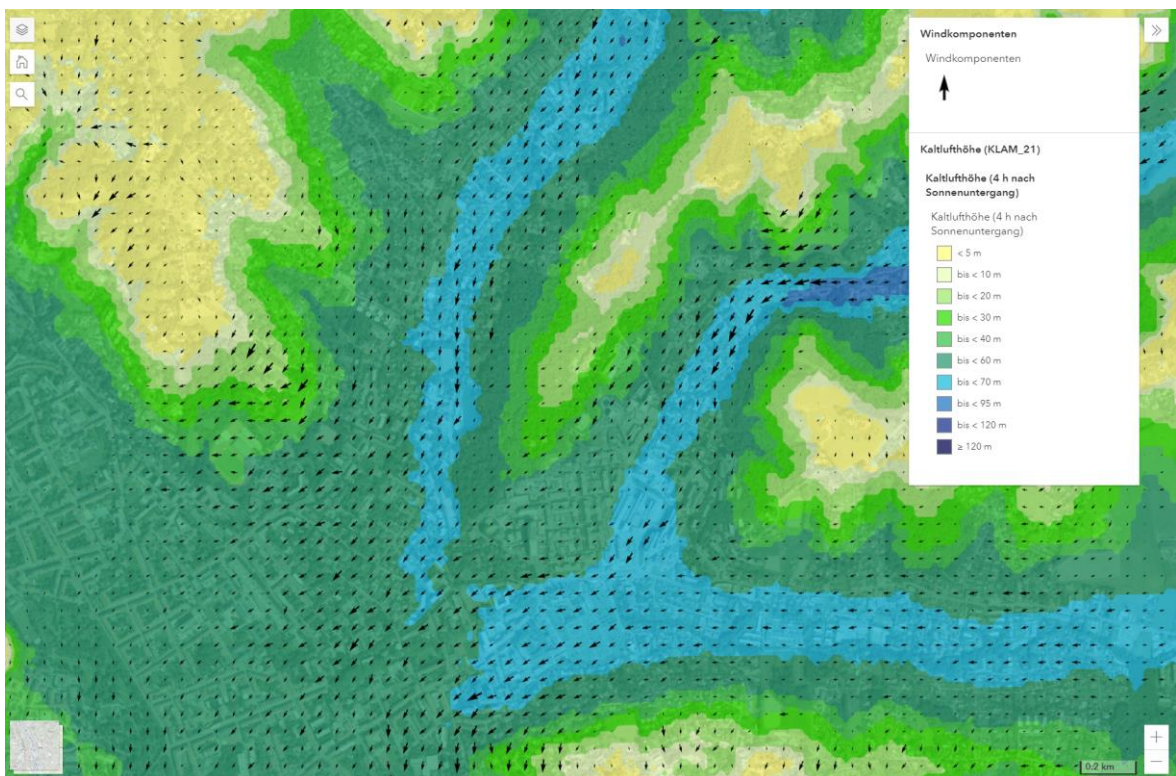


Abb. 24: Mit KLAM21 modellierte Windrichtung und Kaltlufthöhe 4 h nach Sonnenuntergang.

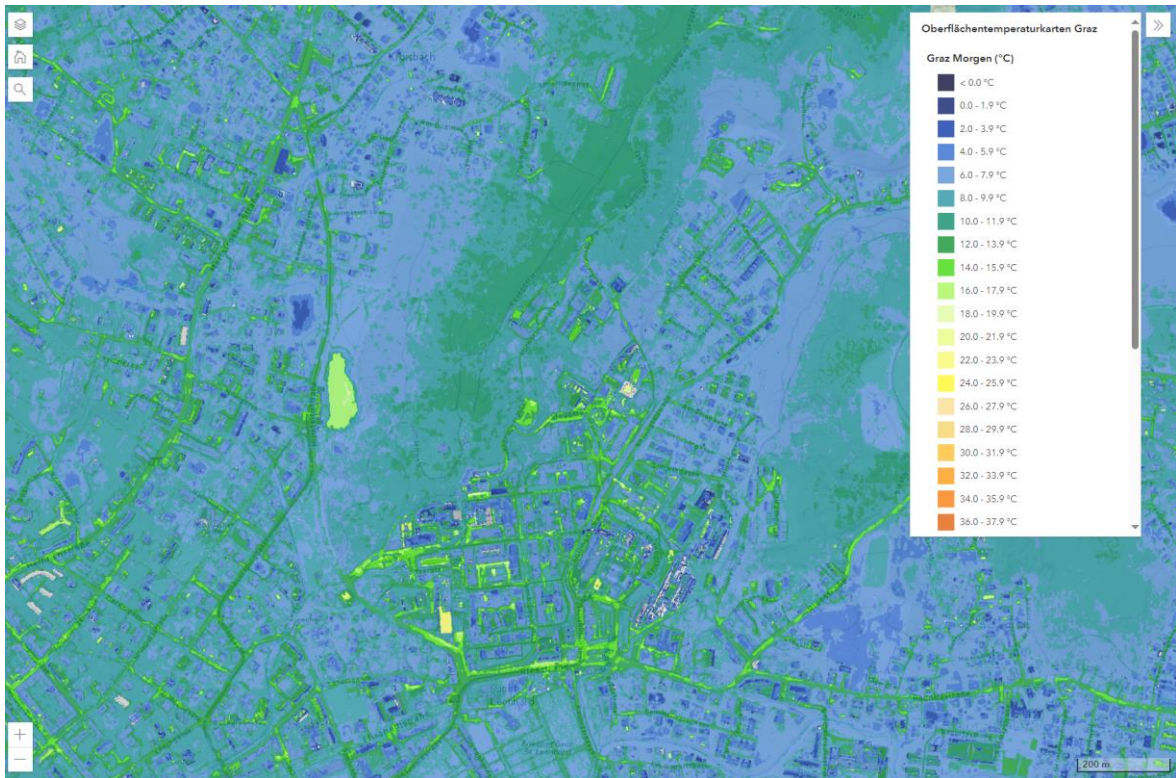


Abb. 25: Oberflächentemperaturkarte für das Untersuchungsgebiet am Morgen.

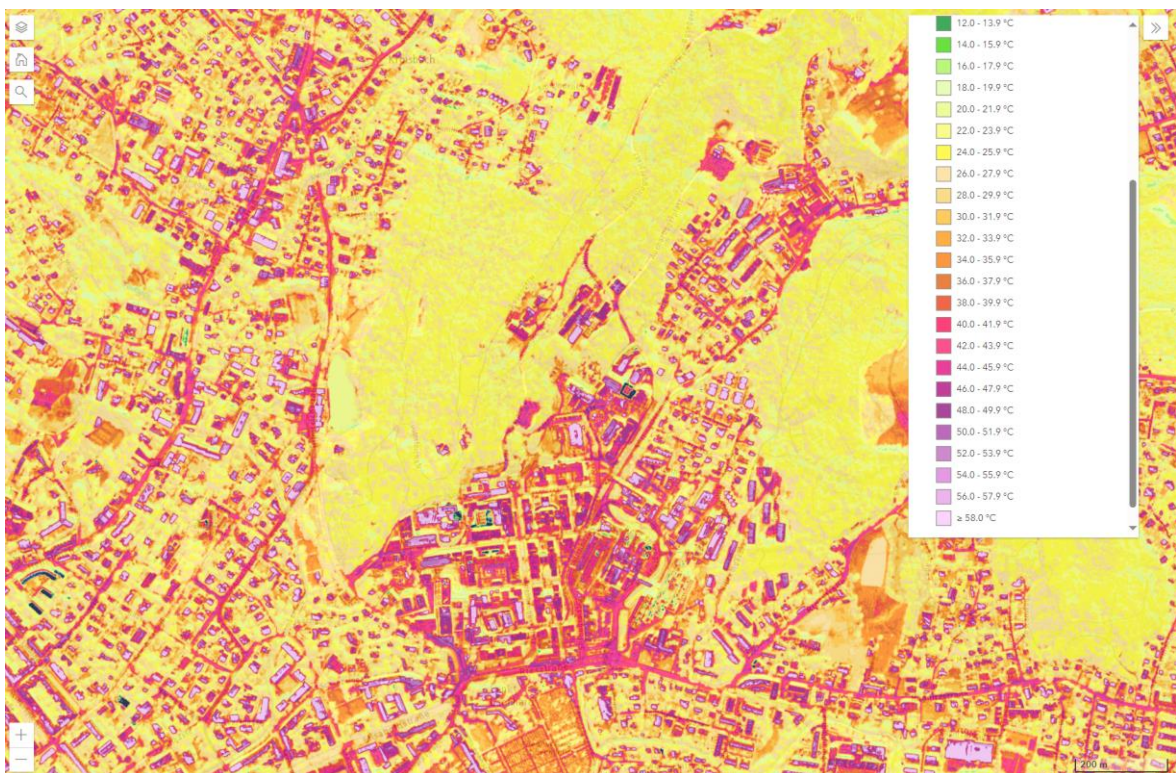


Abb. 26: Oberflächentemperaturkarte für das Untersuchungsgebiet zu Mittag.

5 LOKALKLIMATOLOGISCHE UNTERSUCHUNG MIT ENVI-MET

5.1 Modellbeschreibung

Das für die Simulationsberechnungen eingesetzte mikroskalige Rechenmodell ENVI-met (Version 5.6.1) ist ein dreidimensionales prognostisches numerisches Strömungs- und Energiebilanzmodell, welches die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Böden, Vegetation und Gebäuden simuliert. Das Modell besitzt eine räumliche Auflösung zwischen 0,5 m und 10 m sowie eine zeitliche Auflösung von unter 10 Sekunden [11]. Als Ausgabeparameter können bspw. Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Luft- und Oberflächentemperatur, Luft- und Bodenfeuchte sowie Strahlungseinflüsse und Turbulenz ausgegeben werden [12], [13]. Für die Berechnung werden verschiedene Untermodelle genutzt, welche miteinander gekoppelt sind.

5.2 Rechengitter

Das ENVI-met-Rechengebiet ist aus einem kartesischen Rechengitter aufgebaut. Für die vorliegende Untersuchung wurde ein Rechengitter aus 200 x 200 x 70 Rechenzellen mit einer horizontalen Auflösung von 2 m und einer vertikalen Auflösung von 2 m gewählt, wobei die bodennächste Schicht nochmals in 5 Zellen unterteilt ist.

Das horizontale Rechengitter beinhaltet 10 Gitterzellen, sprich 20 m, an jedem Rand des Rechengebiets welche sowohl frei von Gebäuden als auch Vegetation ist, um potentielle numerische Randbedingungsfehler zu vermeiden.

Die vertikale Zellunterteilung wurde als nicht äquidistant angenommen, sondern ab 90 m Höhe mit einem Telescoping factor von 10 % versehen. Die Modellhöhe beträgt somit im vorliegenden Fall 548,05 m, womit zwischen dem höchsten Gebäudepunkt von 99 m über Grund (inkl. Orographie) und der Modellhöhe eine ausreichende Höhe gewährt ist.

Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden alle Simulationen mit dem gleichen Rechengitter durchgeführt.

Tab. 7: Rechengitter für ENVI-met.

Version	ENVI-met 5.6.1
Berechnungsgitter	
Ausdehnung (x, y, z)	400 m x 400 m x 2000 m
- Auflösung / horizontal	2 m
- Auflösung / vertikal	2 m
- Telescoping ab Höhe / Faktor	90 m /10%
- Splitting unterste Zelle	ja

5.3 Eingangsdaten

Zur Beurteilung der lokalklimatischen Auswirkungen werden Simulationen mit dem Mikroklima-Modell ENVI-met durchgeführt. Dabei werden zwei Bebauungsplanfälle betrachtet:

- Bestand: Aktuelle Bebauung, Vegetation und Oberflächenbeschaffenheit
- Planfall: Zukünftige Bebauung, Vegetation und Oberflächenbeschaffenheit gemäß Phase 3 der konzeptionellen Baukörperstudie [1]

5.3.1 Gelände

Das Gelände wurde als ASCII Raster mit einer horizontalen Auflösung von 3 m aus der aktuellen Steiermärkischen Windfeldbibliothek 2027 für das Gebiet M1 Graz [9] übernommen.

5.3.2 Gebäude

Die Verortung und relative mittlere Höhe der Gebäude wurde dem aktuellen digitalen Landschaftsmodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV) entnommen [14]. Auf dem Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz wurden die Gebäudehöhen auf Basis des frei verfügbaren normierten Oberflächenmodells (nDOM) verfeinert. Die Bebauung für den Planfall wurde der aktuellen Planungsstudie für das neue Kinderzentrum [1] entnommen. Bei allen neuen Gebäuden wurde eine Dachbegrünung berücksichtigt.

5.3.3 Vegetation

Das Programm ENVI-met ermöglicht eine detaillierte Berücksichtigung der im Rechengebiet befindlichen Vegetation. Insbesondere der Einfluss von Bäumen auf das Mikroklima kann aufgrund der berücksichtigten Prozesse detailliert abgebildet werden. Die in der Bestandssituation vorhandenen Bäume und Baumhöhen wurden auf Basis von Luftbildern und des normierten Oberflächenmodells (nDOM) abgeschätzt. Es wurden in vereinfachender Weise folgende Baumtypen aus der Datenbank des Modells ENVI-met verwendet:

Tab. 8: Verwendete Baumtypen für die Modellierung in ENVI-met. Die Bäume wurden nach Höhe klassifiziert.

ENVI-met Name	Dt. Name	Höhe [m]	ENVI ID
Pine like Tree	Kiefer	2 – 5	0000DD
Common Beech (young)	Rotbuche (jung)	5 – 10	010440
Horse Chestnut (middle) and Oak (middle)	Rosskastanie (mittel) und Eiche (mittel)	10 – 15	020050 020440
Horse Chestnut (old) and Oak (old)	Rosskastanie (alt) und Eiche (alt)	15 – 20	030052 030440
Beech (old) and Red Oak (old)	Buche (alt) und Roteiche (alt)	20 – 25	030450 030034
Pendunculate oak (GALK)	Stieleiche	25 – 30	000040
Norway maple (very old)	Norwegischer Ahorn (sehr alt)	30 – 35	040030
Norway maple (very old, modified)	Norwegischer Ahorn (sehr alt, verändert)	35 – 50	D40030

Die Bäume wurden aus der ENVI-met Datenbank auf Grund ihrer Eigenschaften (Höhe, Kronendurchmesser) ausgewählt, wobei vorwiegend auf im Leechwald heimische Baumarten zurückgegriffen wurde. Auf den Grünflächen wurde Gras mit einer Wuchshöhe von 25 cm angenommen. Der nichtversiegelte Boden wurde als Lehmboden implementiert. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die in den Modellrechnungen berücksichtigte Vegetation für Bestand und den Planfall und deren Verteilung im Modellgebiet. Für grün markierte Gitterzellen wurden Vegetationsformen berücksichtigt und die grau gekennzeichneten Gitterzellen geben die Gebäude wieder. Freie Gitterzellen wurden entweder als vegetationsfreier Lehmboden oder als versiegelte Fläche modelliert. Die darauffolgenden Abbildungen zeigen das 3D-Modell aus süd-östlicher Ansicht.

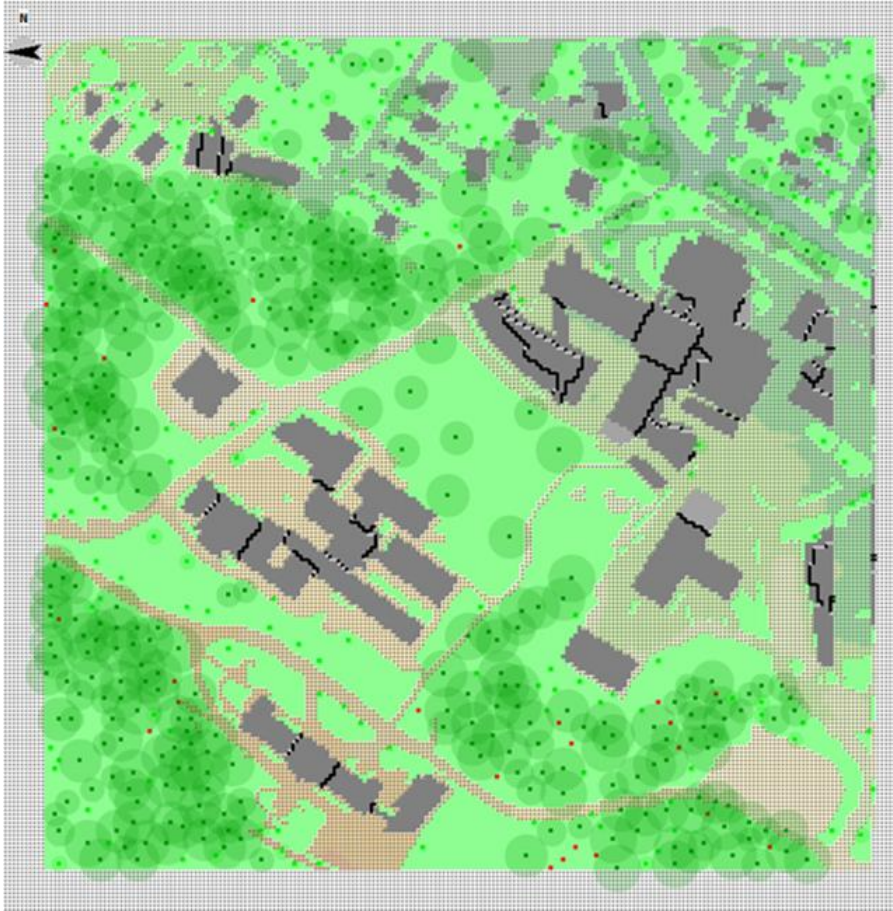


Abb. 27: Vegetation (hellgrüne Gitterzellen sind Gras, dunkelgrüne und rote Gitterzellen sind Bäume) und vegetationsfreier Lehmboden sowie versiegelte Flächen im Bestand. Gebäude in dunkelgrau. (Abbildung erzeugt mit ENVI-met Spaces).

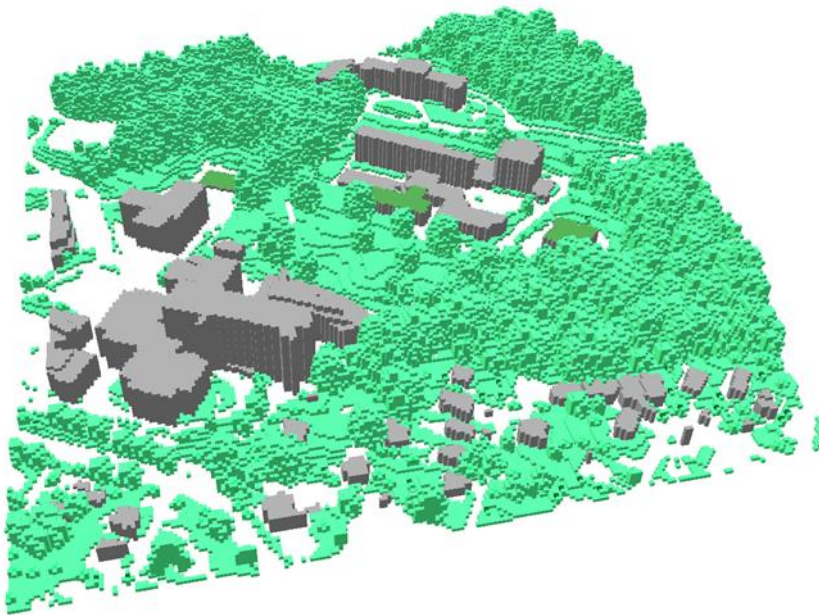


Abb. 28: 3D-Ansicht des Gebäude- und Vegetationsmodells im Bestand. (Abbildung erzeugt mit ENVI-met Spaces).

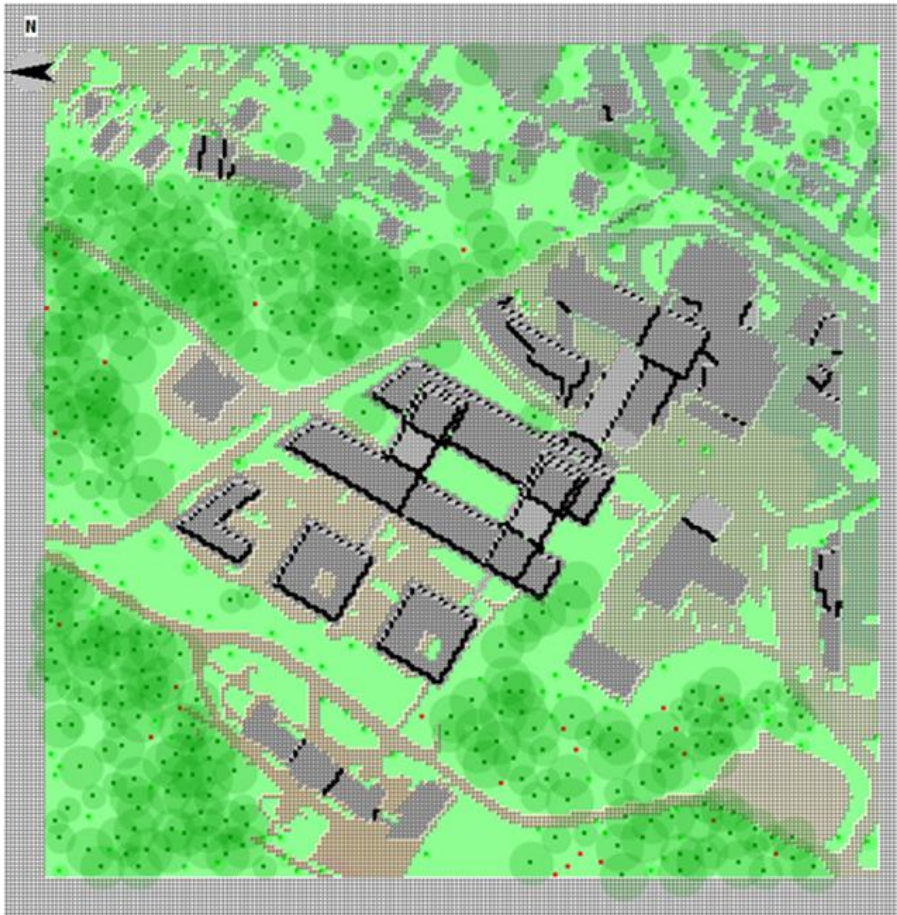


Abb. 29: Vegetation (hellgrüne Gitterzellen sind Gras, dunkelgrüne und rote Gitterzellen sind Bäume) und vegetationsfreier Lehmboden sowie versiegelte Flächen im Planfall. Gebäude in dunkelgrau. (Abbildung erzeugt mit ENVI-met Spaces).

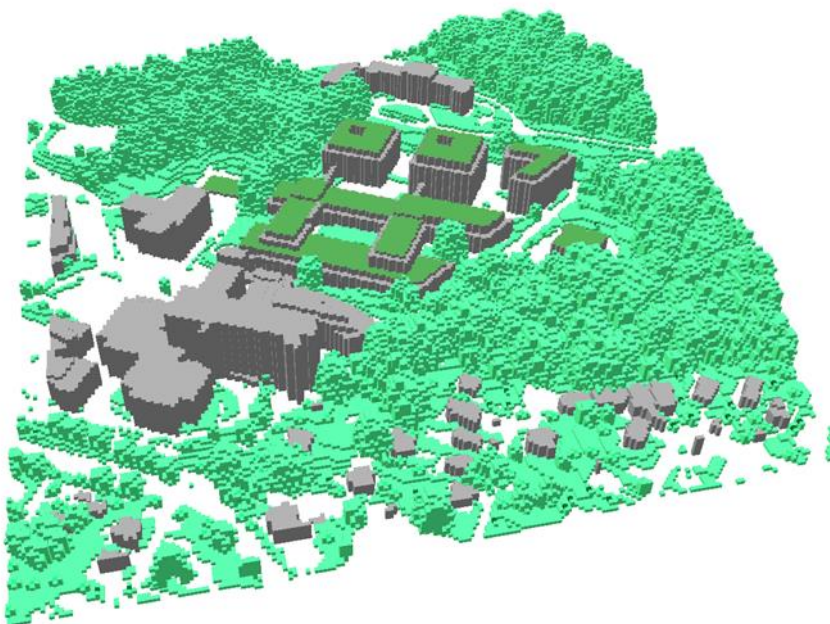


Abb. 30: 3D-Ansicht des Gebäude- und Vegetationsmodells im Planfall. (Abbildung erzeugt mit ENVI-met Spaces).

5.3.4 Oberflächen

Für die Berücksichtigung der Oberflächenbeschaffenheit im Berechnungsgebiet wurde vom Stadtvermessungsamt der Stadt Graz die Landbedeckung 2022 zur Verfügung gestellt. Für den Planfall wurden die Oberflächen anhand der aktuellen Bebauungsstudie [1] angepasst.

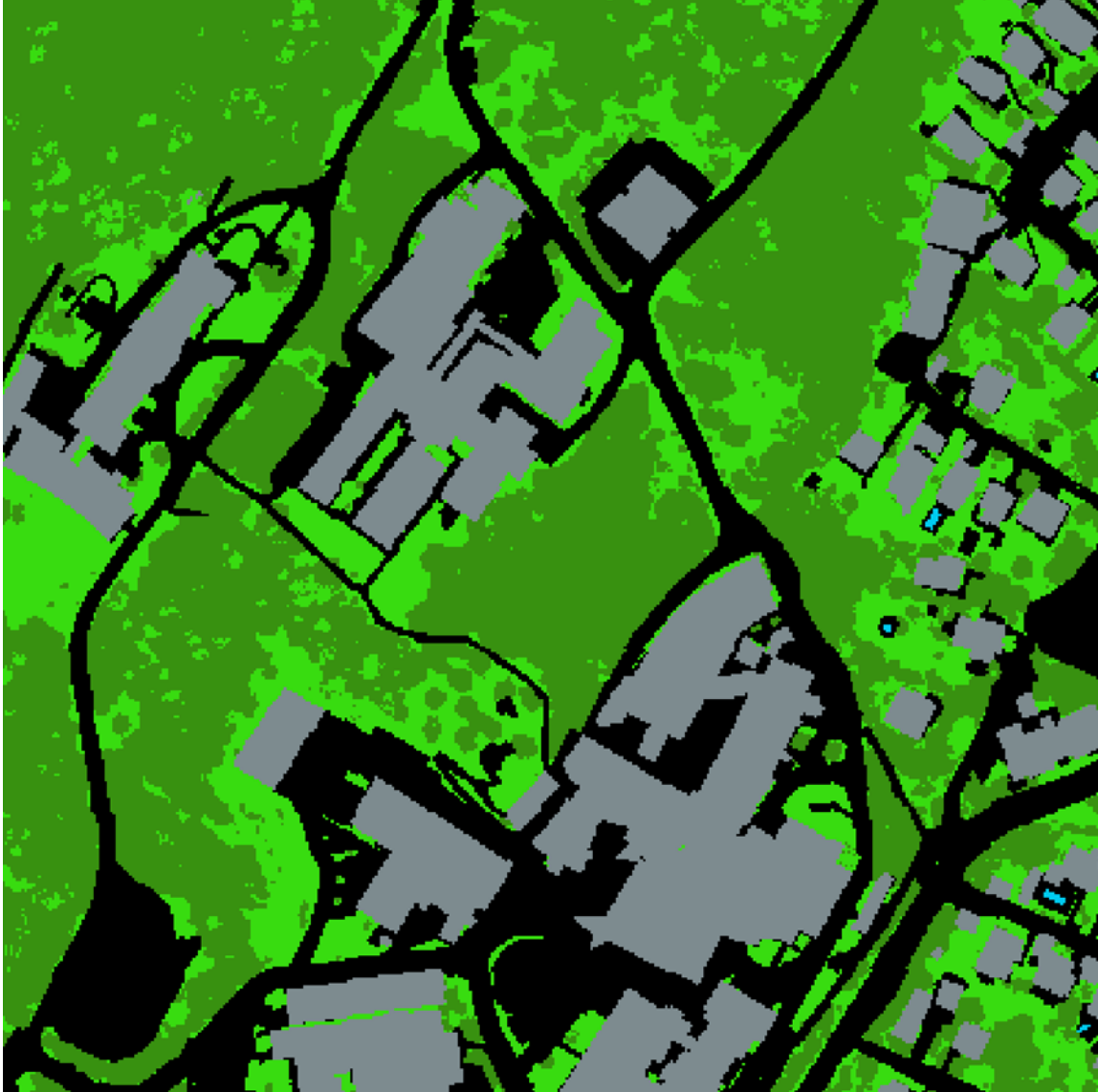


Abb. 31: Versiegelte und unversiegelte Flächen im Bestandsfall. Die dunkelgrünen Flächen stellen hohe Vegetation (Bäume) dar, die hellgrünen Flächen niedrige Vegetation. Versiegelte Flächen sind in schwarz (Straßen) und grau (Gebäude) dargestellt. Blaue Flächen zeigen Wasser.

5.3.5 Meteorologische Initialisierungsparameter

In der für die Simulationen verwendeten Modellversion 5.6.1 können die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter Lufttemperatur und relative Feuchte vorgegeben werden. Zusätzlich erfolgt die Auswahl der Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bewölkung.

Für die Untersuchung der Auswirkungen einerseits auf den Kaltluftabfluss und andererseits auf die maximalen Temperaturverhältnisse im Sommer wurden folgende meteorologischen Initialisierungsparameter verwendet.

Tab. 9: Meteorologische Initialisierungsparameter für die ENVI-met Modellsimulationen.

	Kaltluftabfluss	Temperaturverhältnisse
Start Simulationszeit	27.04.2024, 05:00 Uhr	10.06.2024, 05:00 Uhr
Simulationsdauer	24 Stunden	24 Stunden
Windgeschwindigkeit am Einströmrand	1,0 m/s	1,0 m/s
Windrichtung	30°	210°
Rauhigkeitslänge	0,1 m	0,1 m
Lufttemperatur (Atmosphäre)	11 (Minimum) bis 25 (Maximum) °C	22 (Minimum) bis 27 (Maximum) °C
Relative Feuchte in 2 m	51,0 (Minimum) bis 98,0 (Maximum) %	51,0 (Minimum) bis 98,0 (Maximum) %
Bedeckungsgrad	0	0

5.4 Simulationsergebnisse

Die Berechnungen wurden mit den dokumentierten Eingangsdaten und unterschiedlichen meteorologischen Initialisierungsparametern für den Bestand und den Planfall durchgeführt. In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse für die Temperatur, den thermischen Klimaindex UTCI und die Windgeschwindigkeit bei Kaltluftabfluss beschrieben.

5.4.1 Temperatur

Zur Bestimmung der Auswirkungen auf die Lufttemperatur wurden die Simulationsergebnisse um 13:00 Uhr in Bodennähe (1,4 m über Grund) ausgewertet. Die Abb. 32 und Abb. 33 zeigen die potentielle Lufttemperatur für den Bestand und den Planfall. Beim derzeitigen Bestand liegt der Median der potentiellen Lufttemperatur im gesamten Berechnungsgebiet bei ca. 26 °C, wobei ein Hotspot im Bereich der Kinderklinik zu erkennen ist. Im Planfall liegt der Median ebenfalls bei ca. 26 °C, jedoch breitet sich der Hotspot mit höheren Temperaturen vom Bereich der Kinderklinik bis zum neu erbauten Modul 1 aus.

Abb. 34 stellt die Veränderung der potentiellen Temperatur zwischen Bestand und Planfall dar. Im Bereich der beiden neuen Module ergibt sich ein Anstieg der Temperatur bis maximal 1,3 °C und im Bereich des entfernten Gebäudes der bestehenden Kinderklinik ergibt sich eine Reduktion der Temperatur bis maximal 0,9 °C. Signifikante Veränderungen der Temperatur beschränken sich auf den Nahbereich der geplanten Gebäude. Ab einer Entfernung von ca. 100 m von den geplanten Gebäuden beträgt die Erhöhung der Temperatur weniger als 0,2 °C.

5.4.2 Thermisches Bioklima

Das thermische Empfinden des Menschen wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Neben der Lufttemperatur haben weitere Faktoren wie Einstrahlungsbedingungen, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Bekleidung und ausgeübte Tätigkeit Einfluss auf das physiologische Wärmeempfinden des Menschen. Um das thermische Empfinden des Menschen quantifizierbar zu machen, wurden verschiedene thermische Indizes entwickelt. Die VDI 3787 Blatt 2 [18] untersucht und vergleicht davon vier verschiedene. Für die vorliegende Untersuchung wurde der thermische Index UTCI, der Universal Thermal Climate Index, herangezogen, welcher mithilfe des in ENVI-met

implementierten Moduls BIOMET ausgewertet wurde. Als Bewertungsgrundlage wird eine angepasste Version der ASHRAE Skala sowie die daraus abgeleitete Belastungskategorie des UTCI herangezogen. Diese sind der Tab. 10 zu entnehmen. Der UTCI wurde für die vorliegenden Fallbetrachtungen für den Zeitpunkt 13:00 Uhr in einer Höhenschicht von 1,4 m über Grund ausgewertet. Die Berechnung wurde mittels Bio-met durchgeführt, einem Tool von ENVI-met. Da sich der UTCI auf das menschliche Wohlbefinden bezieht, werden auch physiologische Parameter miteinberechnet. Für die Berechnung wurde eine weibliche Person mit 1.75 m Körpergröße und einem Gewicht von 75 kg gewählt, welche in Bio-met als „Default Female, Average Clothing“ angegeben ist.

Tab. 10: Wertebereich des UTCI.

ASHRAE	Klasse	Belastungskategorie	UTCI [°C]
sehr heiß	4	extreme Wärmebelastung	>46
heiß	3	sehr starke Wärmebelastung	38 < UTCI ≤ 46
warm	2	starke Wärmebelastung	32 < UTCI ≤ 38
leicht warm	1	moderate Wärmebelastung	26 < UTCI ≤ 32
neutral	0	keine Belastung	9 ≤ UTCI ≤ 26 ^{a)}
leicht kühl	-1	geringe Kältebelastung	9 > UTCI ≥ 0
kühl	-2	moderate Kältebelastung	0 > UTCI ≥ -13
kalt	-3	starke Kältebelastung	-13 > UTCI ≥ -27
sehr kalt	-4	sehr starke Kältebelastung	-27 > UTCI ≥ -40
--	--	extreme Kältebelastung	< -40

a) Der Unterbereich $18 \leq \text{UTCI} \leq 26$ beschreibt den thermischen Komfortbereich.

Die Abb. 35 und Abb. 36 zeigen den UTCI für den Bestand und den Planfall. Beim derzeitigen Bestand liegt die minimale Wärmebelastung bei ungefähr 30 °C und die maximale Wärmebelastung bei ca. 40 °C. Dies entspricht den Belastungskategorien 1 (moderate Wärmebelastung) bis 3 (sehr starke Wärmebelastung). Der Median im Berechnungsgebiet liegt bei ca. 35 °C, was einer Belastungskategorie von 2 (starke Wärmebelastung) entspricht. Auch im Planfall beträgt der UTCI-Wert zwischen 30 °C und 40 °C und der Median bleibt unverändert bei etwa 35 °C.

Abb. 37 zeigt die zu erwartenden Veränderungen vom Bestand zum Planfall. Eine Zunahme des UTCI ist im Bereich der neuen Gebäude zu beobachten. Die maximale Zunahme des UTCI liegt bei 4,7 °C und die maximale Abnahme bei 2,0 °C. Im Median liegt keine Änderung des UTCI vor.

Signifikante Veränderungen des UTCI beschränken sich auf den Nahbereich der geplanten Gebäude. Ab einer Entfernung von ca. 150 m von den geplanten Gebäuden beträgt die Zunahme des UTCI weniger als 0,5 °C.

5.4.3 Durchlüftung bei Kaltluftabfluss

Zur Bestimmung der Veränderung der Durchlüftung bei Kaltluftabfluss durch die geplante Verbauung, wurden die Simulationsergebnisse um 07:00 Uhr in einer Höhe von 11 m über Grund ausgewertet. In Abb. 38 und Abb. 39 werden die Windgeschwindigkeiten für den Bestand und den Planfall dargestellt. Die maximale Windgeschwindigkeit im Bestand und im Planfall liegt bei jeweils bei ca. 1,4 m/s. Für den Bestand liegt der Median der Windgeschwindigkeit bei 1 m/s und für den Planfall bei 0,92 m/s.

Abb. 40 zeigt die Veränderung der Windgeschwindigkeit zwischen dem derzeitigen Bebauungsstand und dem Planfall. Eine Verringerung ergibt sich praktisch nur im Nahbereich der geplanten Gebäude. Es ist mit Abnahmen der Windgeschwindigkeit von bis zu 1,11 m/s und einer Zunahme von maximal 0,19 m/s zu rechnen. Ab einer Entfernung von ca. 50 m von den geplanten Gebäuden beträgt die Abnahme der Windgeschwindigkeit weniger als 0,2 m/s.

6 EMPFOHLENE MINDERUNGSMASSNAHMEN

Die Untersuchungen und Modellergebnisse zeigen, dass sich signifikante mikroklimatische Auswirkungen des geplanten Vorhabens weitestgehend auf den Nahbereich beschränken. So ist südlich des geplanten Kinderzentrums Richtung des bestehenden Areals des LKH- Univ. Klinikum Graz weder von einer Verschlechterung der Belüftungssituation noch von einem flächenhaften Temperaturanstieg auszugehen. Auch wird der thermische Klimaindex UTCI nur im Nahbereich des Vorhabens signifikant beeinflusst.

Problematischer stellen sich hingegen die Bereiche mit höheren bioklimatischen Belastungen innerhalb des Plangebietes dar, welche vor allem aus den zusätzlich versiegelten und bebauten Oberflächen und den schlechteren Belüftungsverhältnissen resultieren. Daher werden verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Durchlüftungssituation und zur Reduktion der bioklimatischen Belastung empfohlen:

Begrünungsmaßnahmen

Die zu erwartende mikroklimatische Erwärmung kann durch zusätzliche Baum-pflanzungen reduziert werden. In Anbetracht des fortschreitenden Klimawandels bieten sich hierfür insbesondere stadtklimafeste, also hitze- und trockenheitsresistente Arten an. Um die Durchlüftungssituation im Untersuchungsgebiet nicht zu verschlechtern, sollten die Bäume eine ausgeprägte Krone aufweisen und im Stammbereich möglichst wenig Strömungswiderstand durch Äste und Blätter liefern.

Eine zusätzliche Reduktion der thermischen Belastung kann durch den Einsatz von Dachbegrünungen erreicht werden. Hierbei sind intensive Dachbegrünungen mit einer ausgeprägten Substratschicht extensiven Dachbegrünungen mit einer geringen Substratauflage vorzuziehen. Für die bodennahen Temperaturverhältnisse wirken sich insbesondere Dachbegrünungen auf niedrigen Dächern positiv aus, da hier die im Dachniveau abgekühlte Luft effektiver in den Fußgängerbereich heruntergemischt werden kann, während die auf hohen Dächern abgekühlte Luft nur unwesentlich zu einer Abkühlung im Bodenniveau beitragen kann.

Aufgrund der Höhe der vorliegenden Gebäude ist eine Fassadenbegrünung eher unwahrscheinlich. Gegebenenfalls sollte geprüft werden, ob die untersten Stockwerke begrünt werden können.

Belüftungsmaßnahmen

Den zu erwartenden Auswirkungen auf die Durchlüftung, vor allem auf den Kaltwindabfluss, kann durch planerische Maßnahmen entgegengewirkt werden. So sollten die geplanten Gebäude in der Hauptwindrichtung (NNO-SSW) ausgerichtet werden und die durchschnittliche Baumhöhe des angrenzenden Waldgebietes (25 m-30 m) nicht überschreiten. Größere Gebäude quer zur Hauptwindrichtung und Gebäudehöhen über 30 m über Grund sind zu vermeiden. Ähnlich der aktuellen Planungsstudie sollten etwaige Verbindungsgebäude quer zur Hauptwindrichtung in den unteren Stockwerken durchströmbar ausgeführt werden.

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. Konkrete Maßnahmen zur Verringerung der Oberflächentemperatur sind:

In erster Linie sollte der Versiegelungsgrad im Plangebiet möglichst reduziert werden, da versiegelte Oberflächen einen maßgeblichen Einfluss auf die bodennahen Temperaturen haben.

Für versiegelte Oberflächen sollten möglichst helle Bodenbeläge gewählt werden, da diese aufgrund der hohen Albedo mehr kurzweilige Strahlung reflektieren und sich weniger stark aufheizen.

Durch Baumpflanzungen und strukturierte Gebäudeformen mit Innenhöfen oder unterschiedlichen Gebäudehöhen können durch die resultierende Beschattung niedrigere Oberflächentemperaturen erreicht werden.

Bezogen auf die gesamte Fläche von ca. 25800 m², welche umgewidmet werden soll, wird ein minimaler Grünflächenfaktor von 0,6 empfohlen.

Technische Maßnahmen

Die VDI 3787 Blatt 8 [16] schlägt einige technische Maßnahmen zur Regulierung der Temperatur im Straßenraum vor. So sind z. B. Sonnenschirme/-segel, Markisen, PV-Module und Cool Colors genannt.

Besondere Bedeutung kommt Maßnahmen in Aufenthalts- und Wartepositionen, wie Haltestellen, Straßenquerungen oder Sitzgelegenheiten im öffentlichen Raum, zu. Dabei spielen die Wärmespeicherkapazität und Albedo der verwendeten Baumaterialien sowie das Stadtmobiliar eine wichtige Rolle. Hier sind intelligente, multifunktionale Lösungen zu bevorzugen. Auch die Verwendung von Wasser, wie Wasserspielen, Gradierwerken und Laufbrunnen, kann zur Linderung von Hitzestress beitragen.

Maßnahmen betreffend Lufthygiene

Da sich das Plangebiet im Kaltluftabflussbereich befindet, sollten lokale Emissionen an Luftschadstoffen möglichst vermieden werden. Das betrifft in erster Linie die Wärmeversorgung und den Kfz-Verkehr. Die Wärmeversorgung der geplanten Gebäude sollte mittels Fernwärme erfolgen. Die Rettungszufahrt sollte südlich der geplanten Gebäude im Bereich des bestehenden Kinderzentrums erfolgen und nicht, wie in der Planungsstudie graphisch dargestellt, entlang der östlichen gelegenen Wohngebiete geführt werden.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Auf dem Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz ist eine Erweiterung des Kinderzentrums geplant. Dafür ist eine Änderung des Stadtentwicklungskonzeptes und in weiterer Folge des Flächenwidmungsplanes für den Bereich nördlich des Grazer Landeskrankenhauses (Auenbruggerplatz – Leechwald) erforderlich.

Aufgrund der Lage im Bereich des Leechwaldes und in Nahelage zur Frischluftschneise Stiftingtal wurde eine stadtklimatologische Beurteilung des geplanten Vorhabens durchgeführt, welche als Grundlage für die Strategische Umweltprüfung gemäß dem Leitfaden des Landes Steiermark verwendet wird.

Im Rahmen der stadtklimatologischen Untersuchung wurden die Daten des aktuellen Klimainformationssystems (KIS) der Stadt Graz ausgewertet und zusätzlich Simulationsrechnungen mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met in der aktuellen Version 5.6.1 für den Bestand und einen Planfall durchgeführt. In den Berechnungen wurden das Gelände, die jeweilige Bebauungsstruktur, die Vegetation und die Oberflächenbeschaffenheit berücksichtigt. Für den Planfall wurde die Bebauung und Oberflächenstruktur von der aktuellen Planungsstudie des neuen Kinderzentrums abgeleitet. Es wurden Simulationen für einen nächtlichen Kaltwindabfluss und einen heißen Sommertag durchgeführt.

Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgte anhand der simulierten Windgeschwindigkeiten, Temperaturverhältnisse sowie des thermischen Klimaindexes UTCI. Die wichtigsten Ergebnisse der ENVI-met Berechnungen für den Bestand und den Planfall lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Durch die Realisierung des Vorhabens ändern sich die Temperaturverhältnisse innerhalb des Plangebietes. Auf den derzeit unversiegelten und nicht bebauten Flächen ist mit einer deutlichen Zunahme der Temperatur zu rechnen.
- Dieser Temperaturanstieg beschränkt sich auf den Nahbereich der geplanten Bebauung. Auf das südlich gelegene Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz oder benachbarten Wohngebiete ergibt sich keine signifikante Veränderung der Temperatur.
- Erwartungsgemäß verändern sich auch die Windverhältnisse durch die geplante Bebauung gegenüber dem derzeitigen Bestand deutlich. So ist innerhalb des Plangebietes mit einer Reduktion der Windgeschwindigkeiten zu rechnen. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten ergeben sich hierbei durch die abschirmende Wirkung der Gebäude in den Innenhöfen sowie im Lee der geplanten Gebäude.
- Eine signifikante Veränderung der Windgeschwindigkeit beschränkt sich wiederum auf den Nahbereich der geplanten Bebauung. Eine Verschlechterung der Durchlüftungssituation im südlich gelegenen Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz oder in benachbarten Wohngebieten kann ausgeschlossen werden.
- Durch die Realisierung des Vorhabens erhöht sich der thermische Klimaindex UTCI im Nahbereich der geplanten Gebäude bis zu 4°C.
- Änderungen des thermischen Klimaindexes beschränken sich auf das Plangebiet, eine Fernwirkung in das südlich gelegene Areal des LKH-Univ. Klinikum Graz oder in benachbarte Wohngebiete kann ausgeschlossen werden.

Die Untersuchungen und Modellergebnisse zeigen, dass sich signifikante mikroklimatische Auswirkungen des geplanten Vorhabens weitestgehend auf den Nahbereich beschränken und keinen Einfluss auf das großräumige Stadtklima haben. Es wird allerdings darauf hingewiesen, auch wenn auch im konkreten Fall keine großräumigen Auswirkungen zu erwarten sind, dass die Summe an baulichen Veränderungen einen Einfluss auf das gesamte Stadtgebiet haben. Zur Vermeidung dieser kumulativen Auswirkungen sollten daher Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas mitgedacht werden.

Die Auswirkungen innerhalb des Plangebietes sind auf die zusätzlich versiegelten und bebauten Oberflächen und die schlechteren Belüftungsverhältnissen zurückzuführen. Daher werden folgende Maßnahmen zur Verbesserung der Durchlüftungssituation und zur Reduktion der bioklimatischen Belastung empfohlen:

- Intensive Baumbepflanzungen mit vorzugsweise ausgeprägter Krone und im Stammbereich möglichst wenig Strömungswiderstand, Dachbegrünungen und teilweise Fassadenbegrünungen zumindest in Bodennähe.
- Ausrichtung der Gebäude in Hauptwindrichtung mit einer maximalen Höhe von 30 m über Grund.
- Vorgabe eines minimalen Grünflächenfaktors von 0,6 bezogen auf die Fläche von ca. 25.800 m², welche umgewidmet werden soll.
- Anschluss an die bestehende Energiezentrale des LKH-Univ. Klinikum Graz, um lokale Luftschadstoffemissionen zu vermeiden.
- Rettungszufahrt nur bis zur bestehenden Kinderklinik und nicht entlang der östlichen gelegenen Wohngebiete.



Eva Unger-Meisterhofer, BSc



DI Dr. Christian Kurz
(für den Inhalt verantwortlich)

8 ANHANG – Auswertungen mit ENVI-met

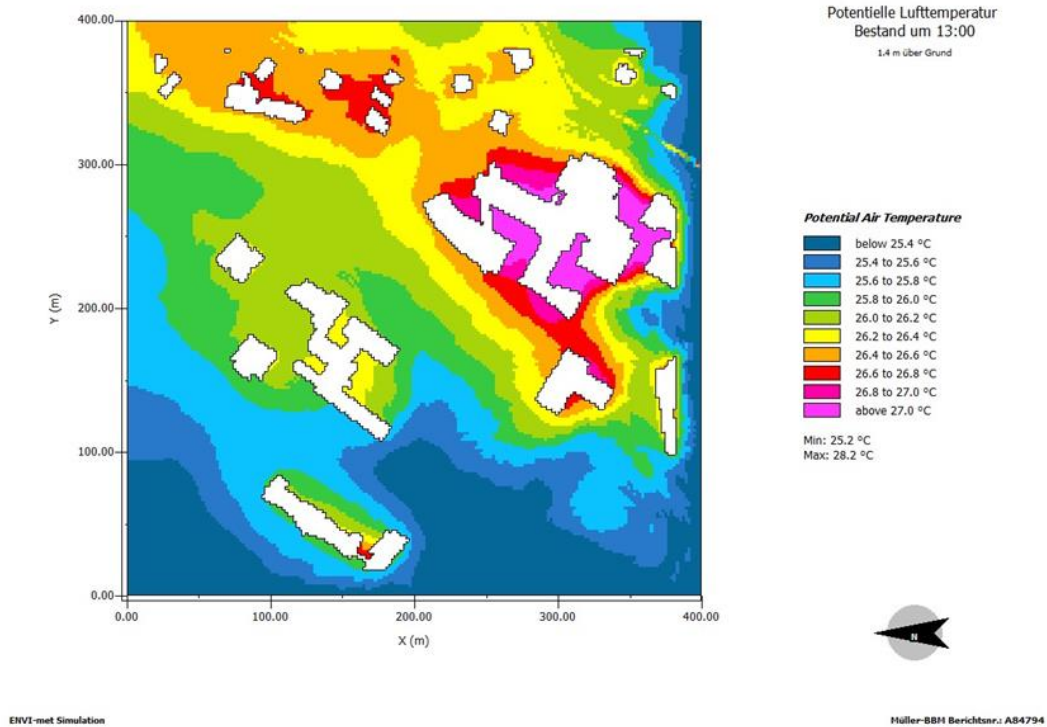


Abb. 32: Potentielle Lufttemperatur [°C] im Bestandsfall um 13:00 in 1.4 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

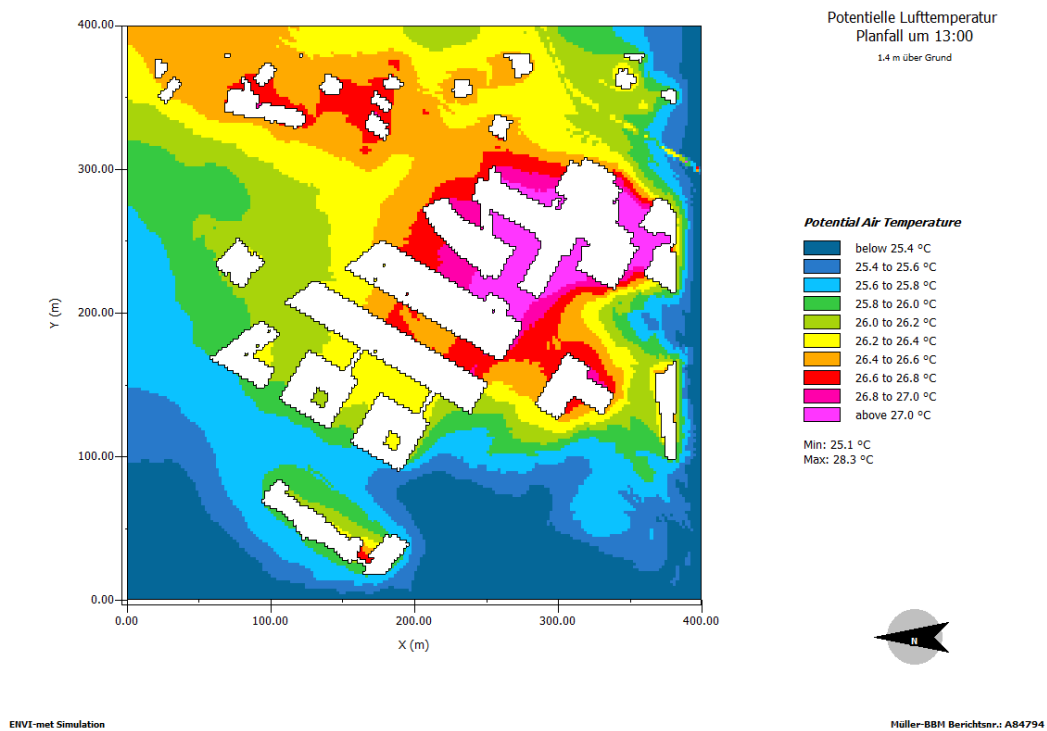


Abb. 33: Potentielle Lufttemperatur [°C] im Planfall um 13:00 in 1.4 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

S:\AIProj\084\A84794\04 Gutachten\A84794_01_BER_2D_Final_20250327.docx 27.03.2025

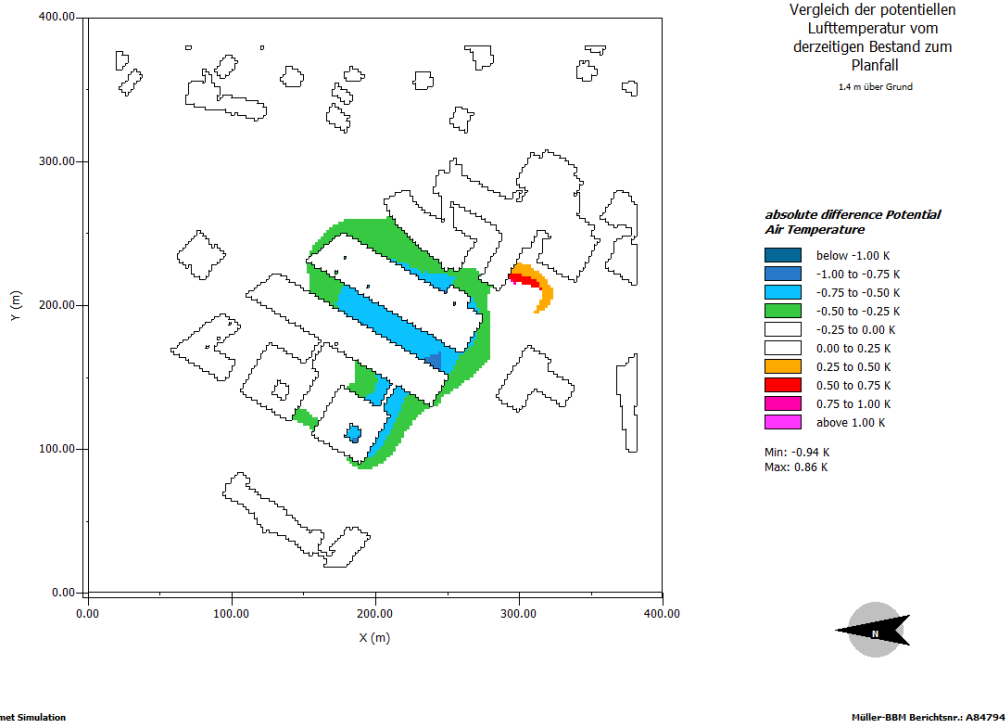


Abb. 34: Differenzenplot der potentiellen Lufttemperatur [°C] (Planfall – Bestand) um 13:00 Uhr in 1.4 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

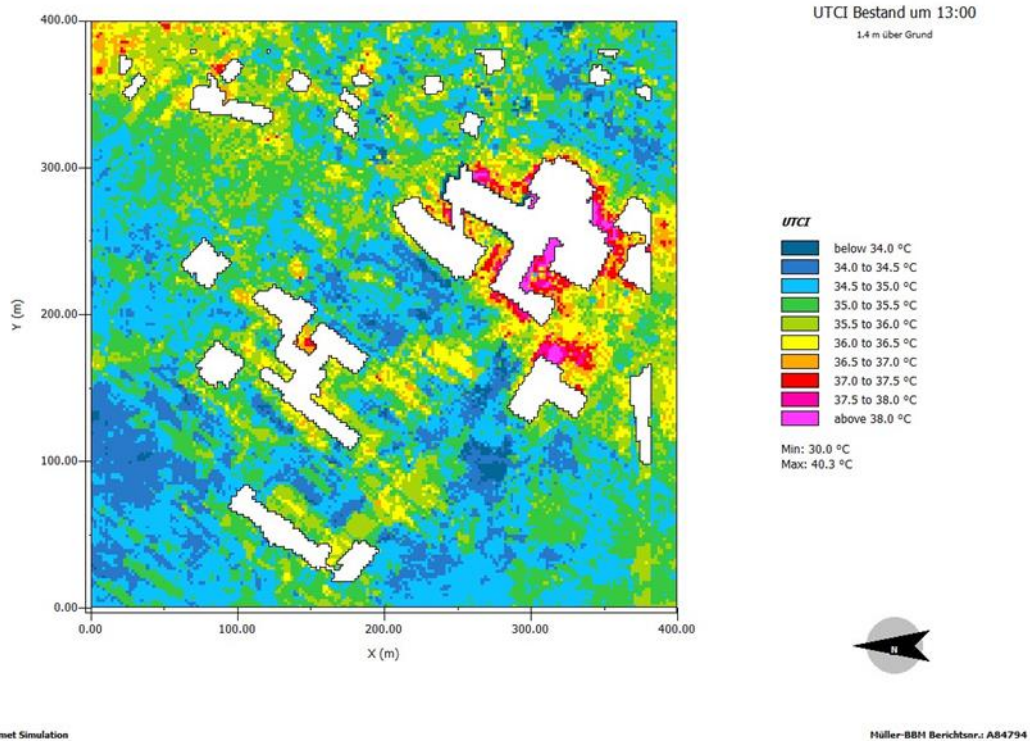


Abb. 35: UTCI [°C] im Bestandsfall um 13:00 in 1.4 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

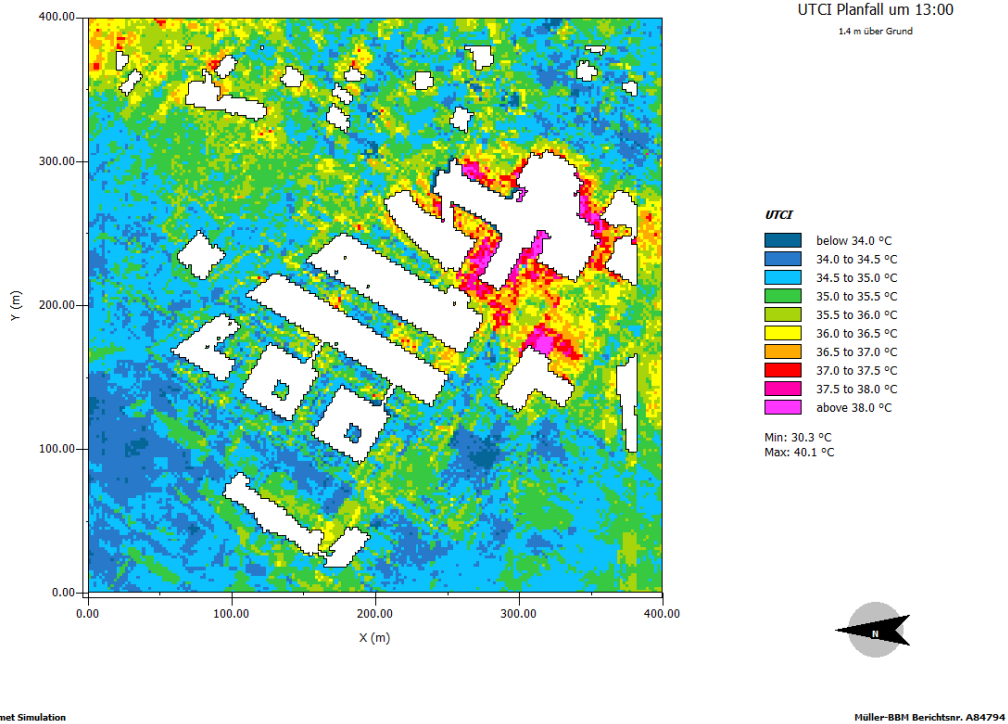


Abb. 36: UTCI [°C] im Planfall um 13:00 in 1.4 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

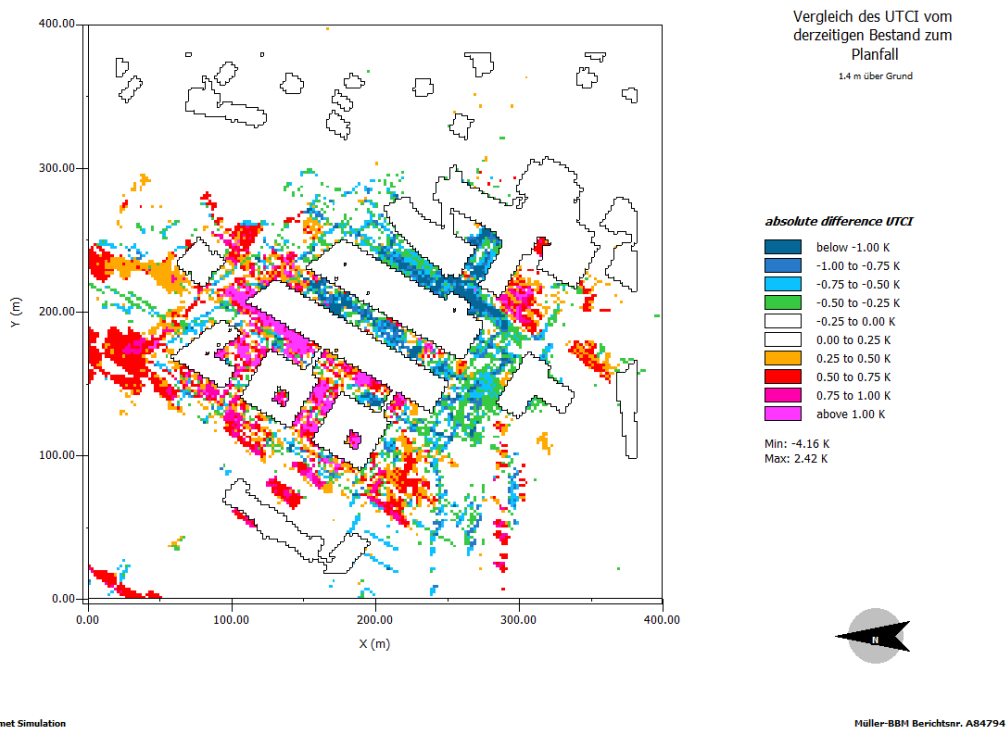


Abb. 37: Differenzenplot des UTCI [°C] (Planfall – Bestand) um 13:00 Uhr in 1.4 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

S:\AIProj\084\A84794\04 Gutachten\A84794_01_BER_2D_Final_20250327.docx 27.03.2025

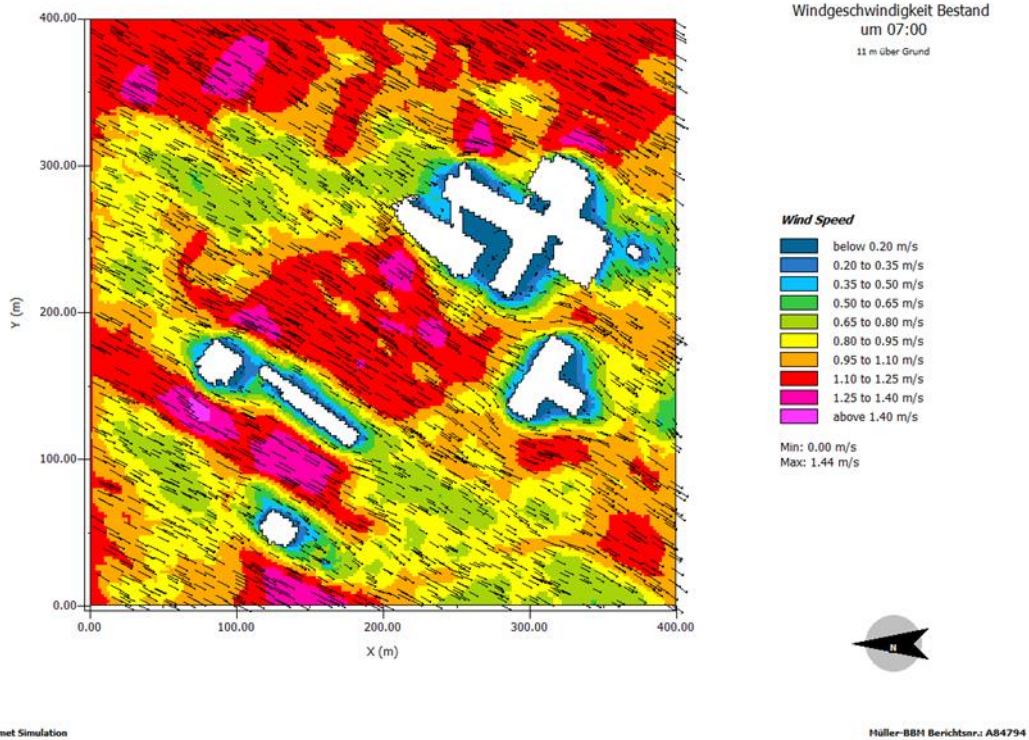


Abb. 38: Windgeschwindigkeit [m/s] im Bestandsfall um 07:00 Uhr in 11 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

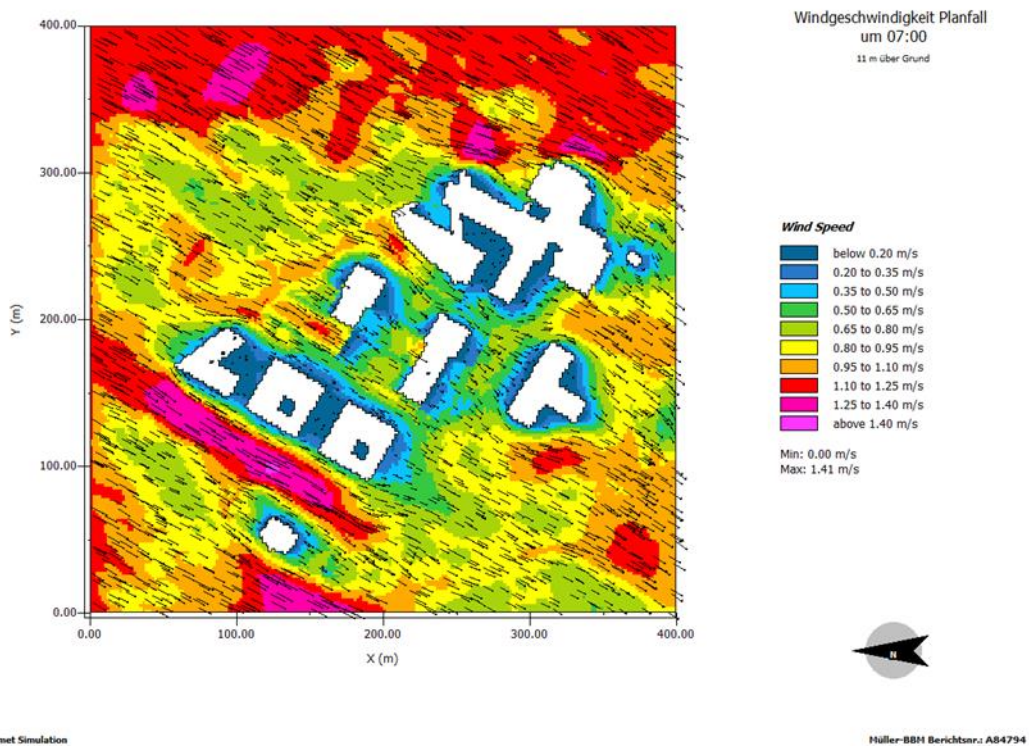


Abb. 39: Windgeschwindigkeit [m/s] im Planfall um 07:00 Uhr in 11 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.

S:\AIProj\084\A84794\04 Gutachten\A84794_01_BER_2D_Final_20250327.docx 27.03.2025

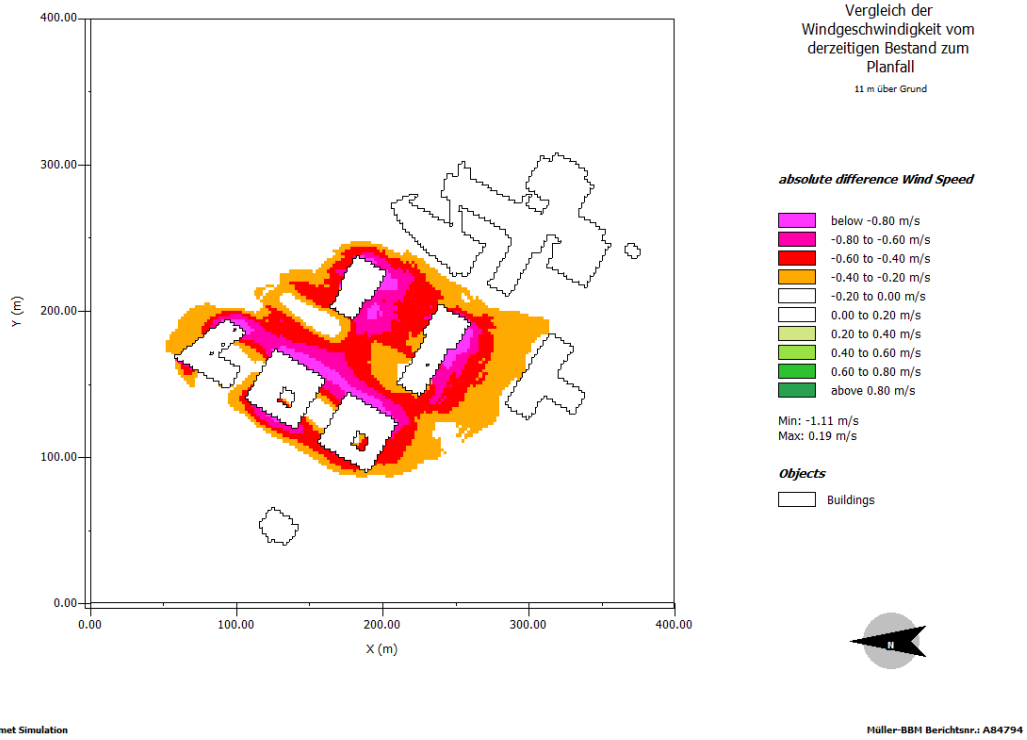


Abb. 40: Differenzenplot der Windgeschwindigkeit [m/s] (Planfall – Bestand) um 07:00 Uhr in 11 m Bodenhöhe. Gebäude schwarz umrandet. Abbildung erzeugt mit ENVI-met Leonardo.