iMA
Richter & Röckle

Immissionen
Meteorologie
Akustik

Auftraggeber: **Stadt Gerlingen**
Rathausplatz 1
70839 Gerlingen

Lokalklimatische Untersuchung des Plangebiets „Bruhweg II“

Projekt-Nr.: **21-01-03-S**

Umfang: **21 Seiten**

Datum: **07. Juni 2023**

Bearbeiter: **Dr. Tobias Gronemeier, M.Sc. in Meteorologie**
Dr. Markus Hasel, Diplom-Meteorologe
Dr. Rainer Röckle, Diplom-Meteorologe

iMA - Immissionen · Meteorologie · Akustik
Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Internet: **www.ima-umwelt.de**

Niederlassung Freiburg
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg
Telefon: **0761/ 380 915 21**
E-Mail: **gronemeier@ima-umwelt.de**

Niederlassung Stuttgart
Hauptstraße 54
70839 Gerlingen
Telefon: **07156 / 4389 16**
E-Mail: **hasel@ima-umwelt.de**

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Gerlingen plant die Ausweisung des neuen Wohn- und Mischgebiets „Bruhweg II“ am nördlichen Stadtausgang.

Das Plangebiet befindet sich am nördlichen Stadtausgang zwischen der Ditzinger Straße im Westen, der Dieselstraße im Norden, der Dengelwiesenstraße und Siemensstraße im Osten und der Kupferwiesenstraße im Süden (Abbildung 1-1). Derzeit wird die Fläche überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Im östlichen Bereich befindet sich eine Parkplatzfläche und eine kleinere Gehölzfläche.

Im Zuge der Planung sollen die zu erwartenden lokalklimatischen Auswirkungen durch die Baumaßnahmen untersucht werden.



Abbildung 1-1 Luftbild des Plangebiets (rot markiert) nördlich des Stadtzentrums von Gerlingen (Kartengrundlage: Stadt Gerlingen).

2 Planung

In Abbildung 2-1 ist der Entwurf (Stand 21.03.2023) der geplanten Bebauung des Plangebiets Bruhweg II in Gerlingen dargestellt. Auf der bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche sind größtenteils Wohnhäuser mit drei bis fünf Stockwerken geplant. Im östlichen Teil ist eine gewerbliche Nutzung in drei Baufeldern geplant. Im Zentrum des Plangebiets befindet sich eine größere Grünfläche. Auf dem Plangebiet sind mehrere Baumpflanzungen geplant.



Abbildung 2-1: Gestaltungsplan für das Gebiet Bruhweg II mit Stand vom 21.03.2023. Quelle: DNR Daab Nordheim Reutler Partnerschaft > Architekten.

Der lokalklimatischen Untersuchung wurde der Gestaltungsplan mit Stand vom 20.06.2022 (Abbildung 2-2) zugrunde gelegt. Die Unterschiede in den Plänen beschränken sich im Wesentlichen auf die Ausgestaltung einzelner Gebäude im nördlichen Teil des Plangebiets. Bauhöhen und Ausrichtung der Gebäude wurden nur vereinzelt und nur geringfügig geändert. Diese Unterschiede bewirken gegenüber der älteren Planung keine Änderungen in der Gesamtwirkung des Projekts auf das Lokalklima.

Zu Beginn des Projekts war die Ausgestaltung der gewerblichen Nutzung noch nicht finalisiert. Die in Abbildung 2-2 gezeigte Bebauung in den gewerblichen Baufenstern (blau umrandet) stellt

lediglich einen möglichen Entwurf dar. Für die lokalklimatische Untersuchung wird davon abweichend eine geschlossene Blockrandbebauung berücksichtigt. Dies entspricht in Hinblick auf die möglichen lokalklimatischen Auswirkungen auf die Umgebung dem ungünstigsten Bebauungstyp (konservativer Ansatz). Die nachfolgenden Ergebnisse stellen somit eine obere Abschätzung dar und decken auch eine mögliche lockerere Bebauung in diesem Bereich mit ab.



Abbildung 2-2: Gestaltungsplan für das Gebiet Bruhweg II mit Stand vom 20.06.2022. Die Gestaltung der gewerblichen Baufenster (blau umrandet) stand zum Bearbeitungsbeginn noch nicht fest. Quelle: DNR Daab Nordheim Reutler Partnerschaft > Architekten.

3 Verwendete Methoden und Eingangsdaten

Im vorliegenden Fall wurden zwei Modelle zur Berechnung der Kaltluftströmungen und thermischen Bedingungen eingesetzt. Mit dem Modell FITNAH wird die Mesoskala betrachtet, also die möglichen Auswirkungen im Bereich des Stadtgebiets. Das Modell PALM ermöglicht eine Betrachtung der Verhältnisse in hoher Auflösung – der sogenannten Mikroskala – und wird für das eigentliche Untersuchungsgebiet „Bruhweg II“ eingesetzt.

Grundlage für die Berechnungen ist die Bereitstellung von Eingangsdaten wie der Geländehöhe, der Landnutzung und den meteorologischen Bedingungen zu Beginn des Simulationslaufes. Auf Basis dieses sog. Anfangszustands berechnet das numerische Modell konsistente ausbalancierte Ergebnisse.

3.1 Das Mesoskalenmodell FITNAH

Das Modell FITNAH wird speziell für die Berechnung lokaler Strömungssysteme eingesetzt. Es kann sowohl die dynamische Strömungsbeeinflussung berechnen (wie z.B. die Kanalisierung von Strömungen durch Geländeformen) als auch thermische Strömungen (Kaltluftabflüsse, Hangaufwinde, Berg-Tal-Wind- und Land-See-Wind-Systeme) simulieren.

Der Modellname FITNAH steht für “**F**low over **I**rregular **T**errain with **N**atural and **A**nthropogenic **H**eat Sources” (Groß (1991)).

Die mathematisch formulierten und im Modell numerisch implementierten physikalischen Prozesse ermöglichen es, die Ausbildung von geländebeeinflussten Strömungen sowie die Temperatur- und Verdunstungsabläufe unter Berücksichtigung von Bewuchs und Bebauung realistisch zu berechnen. Das Modell arbeitet mit einem geländefolgenden Koordinatensystem und ist in der Lage, eine ganze Reihe von verschiedenen Landnutzungen mit den jeweils spezifischen Eigenschaften hinsichtlich der Energieumsetzung (z.B. den anthropogenen Wärmestrom, die mittlere Bebauungshöhe usw.) differenziert zu behandeln.

Als so genanntes „nicht-hydrostatisches, prognostisches“ Modell beruht es auf einem voll-dynamischen Strömungskern auf Basis der Gleichungen für alle drei Windkomponenten (Navier-Stokes-Gleichungen für die Komponenten des Windvektors im 3D-Raum, x-, y- und z-Richtung), sowie auf den Bilanzgleichungen für Temperatur, Feuchte und Turbulenzenergie. Diese (miteinander gekoppelten) Gleichungen werden auf einem numerischen dreidimensionalen Gitter in kleinen Zeitschritten gelöst, so dass sich die vielfältigen nicht-linearen Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Topographie-Bereichen, vergleichbar der Natur auch, sukzessive einstellen und der von der Natur erzielte Balancezustand zwischen den unterschiedlichen strömungsbeeinflussenden Effekten realistisch berechnet wird.

Das Modell FITNAH ist vielfach validiert und ist von zahlreichen Fachbehörden als eines der leistungsfähigsten Instrumente zur Simulation meteorologischer Phänomene im Bereich der Umweltmeteorologie anerkannt.

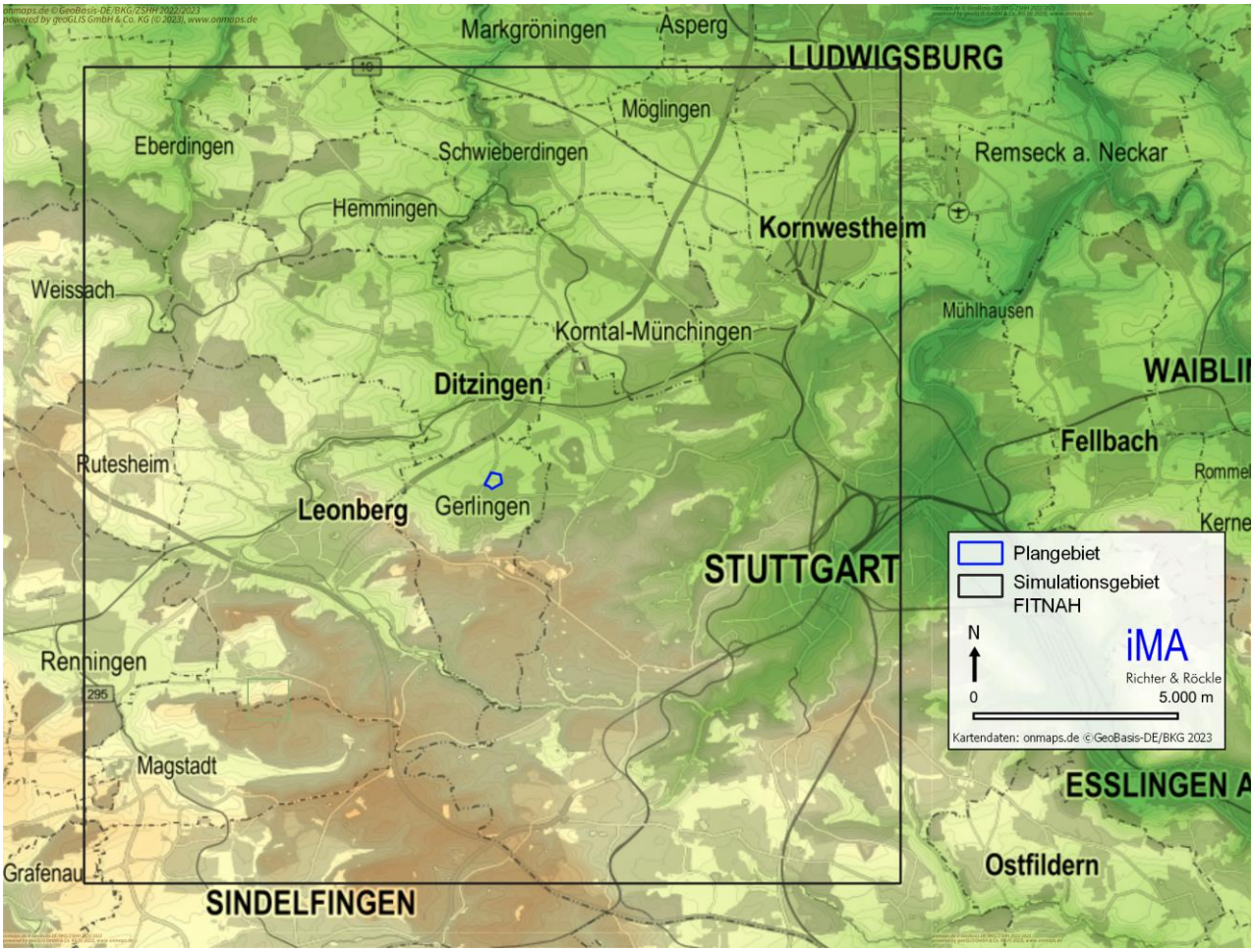


Abbildung 3-1: Übersicht des mesoskaligen Modellgebiets.

3.2 Das Mikroskalenmodell PALM-4U

Zur Modellierung der Mikroskala kommt das prognostische Mikroskalenmodell PALM-4U (Maronga et al. (2020)) zum Einsatz. Dieses erlaubt detaillierte Aussagen zur stadtklimatischen und bioklimatischen Situation. Das Stadtklimamodell PALM-4U basiert auf dem prognostischen turbulenzauflösenden Grobstruktursimulationsmodell (engl.: Large-Eddy simulation model, LES model) PALM und ist daher in der Lage turbulente atmosphärische Strömungen in hoher räumlicher Auflösung (< 10 m) zu simulieren. Atmosphärische Turbulenz wird explizit aufgelöst und ermöglicht eine exakte Simulation der Auswirkung der Turbulenz auf die Wind- sowie Temperatur- und Feuchteverteilung.

Die Landnutzung wird über verschiedene Bodenmodelle in der Simulation berücksichtigt (Gehrke, Sühring & Maronga (2021); Resler et al. (2017)). Dabei wird zwischen versiegelten Oberflächen, mit Vegetation bedeckten Oberflächen, Wasseroberflächen oder Gebäudestrukturen unterschieden. Je nach Klassifizierung werden entsprechende Parameter für die Beschaffenheit der Oberfläche angesetzt (Rauigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Albedo, usw.). Durch die direkte Berücksichtigung von Turbulenz wird die Durchmischung der Luft und somit die Durchlüftung und der Kaltlufttransport in den Abend- und Nachtstunden realistisch dargestellt.

Die Vegetation wird mit Hilfe eines Vegetationsmodells detailgetreu berücksichtigt. Dabei werden einzelne Bäume und Sträucher, sofern es die Gitterweite zulässt, explizit als Strömungshindernis sowie über den Schattenwurf sowohl dynamisch (Einfluss auf Windgeschwindigkeit und -richtung) als auch thermisch (Einfluss auf Temperatur und Feuchte) berücksichtigt.

PALM-4U wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach erfolgreich im Bereich der Stadtklimaforschung validiert (Gronemeier et al. (2021)) und angewandt und wird seit Kurzem erfolgreich im gutachterlichen Bereich für Stadtklimaanalysen verwendet.

3.2.1 Eingangsdaten

Das Simulationsgebiet für die mikroskalige Betrachtung umfasst ein Gebiet von 1,6 km x 1,6 km und beinhaltet das Plangebiet und die Umgebung (Abbildung 3-2). Für die Simulation wurde eine hohe räumliche Auflösung von 2 m gewählt, um alle Details der Strömung, insbesondere die Änderungen durch die Planung zu erfassen.

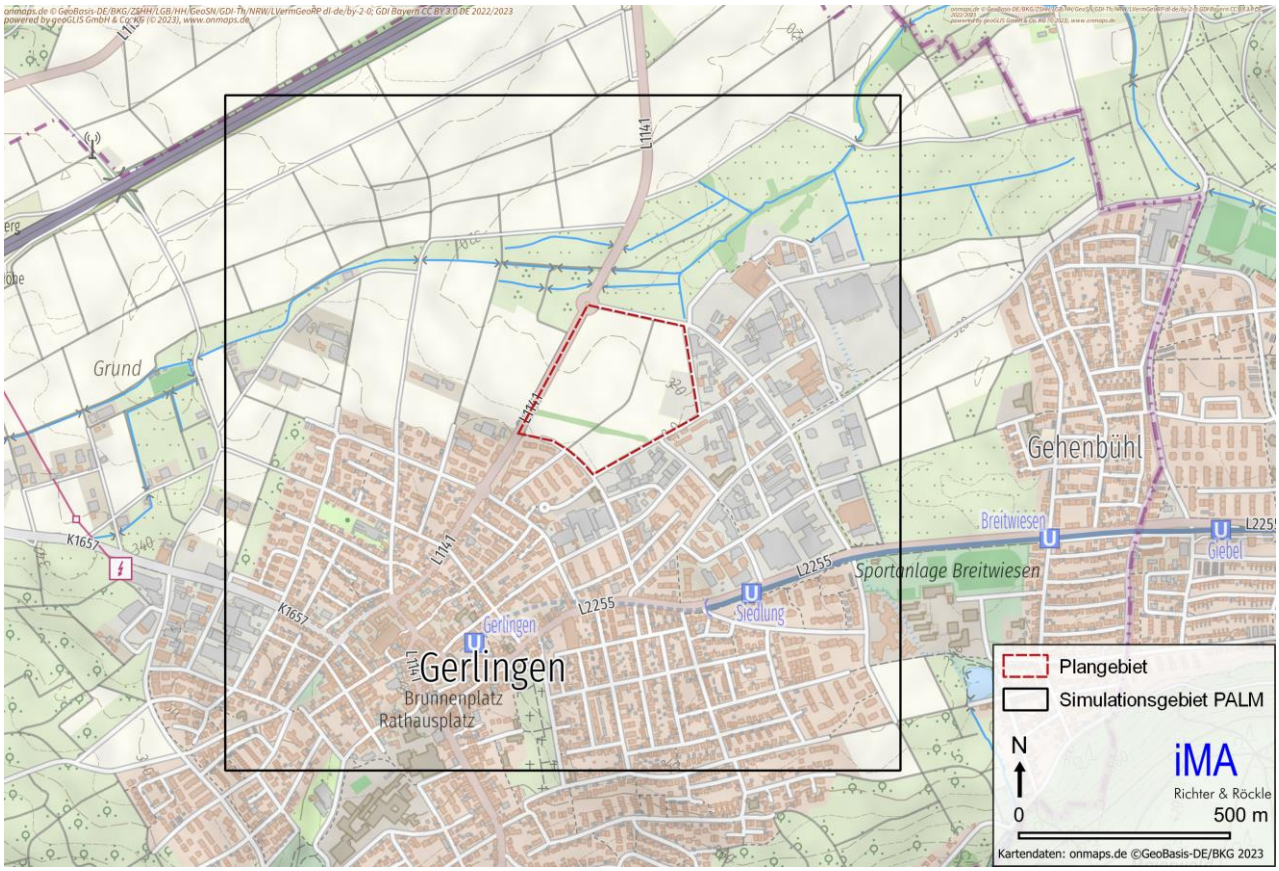


Abbildung 3-2: Übersicht des mikroskaligen Modellgebiets.

Die Gebäudedaten im Bestand beruhen auf dem LoD1-Datensatz der Stadt Gerlingen. Die Landnutzung wurde aus den zur Verfügung gestellten Katasterdaten der Stadt Gerlingen entnommen (ALKIS-Datensatz). Die Daten für die Vegetation wurden aus der Landnutzung und dem Baumkataster entnommen und mit Hilfe von Luftbildern ergänzt. Für die Planung wurden die Planunterlagen (Abbildung 2-2) digitalisiert und in den Bestandsdatensatz eingepflegt. Neu geplante Bäume werden mit einer Höhe und einem Kronendurchmesser, wie sie im ausgewachsenen Stadium zu erwarten sind, betrachtet.

4 Gesamtstädtische Kaltluftströmungsanalyse

Bei Wetterlagen, bei denen die Witterung durch die großräumige Verteilung der Tiefdruckgebiete geprägt ist, herrschen in der Regel gute Austauschbedingungen vor. Lokal führt im Wesentlichen die Orographie zu Strömungsbeeinflussungen; in Tallagen treten z.B. Kanalisierungen der Strömung auf. Temperaturunterschiede zwischen bebauten und unbebauten Flächen sind vergleichsweise gering.

Hochdruckwetterlagen können dagegen mit geringen übergeordneten Windgeschwindigkeiten und geringer Bewölkung verbunden sein. Bei dieser so genannten autochthonen Wetterlage stellt sich meist ein ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperatur ein. Aufgrund des geringen großräumigen Luftaustausches prägen die lokalen topographischen Verhältnisse (sowohl das Geländerelief als auch die Realnutzung) das Geschehen.

In reliefiertem Gelände bilden sich tagesperiodische Windsysteme aus. In den Tagstunden tal- und hangaufwärtsgerichtete, meist böige Winde, in den Nachtstunden dagegen Kaltluftabflüsse. In Ebenen sind insbesondere nachts nur geringe Strömungsgeschwindigkeiten vorhanden. Deshalb zählen Kaltluftabflüsse in gegliedertem Gelände zu den klimatischen Gunstfaktoren einer Region.

Für das Stadtgebiet Gerlingen wurden die Strömungsverhältnisse mit Hilfe des prognostischen Mesoskalenmodells FITNAH bestimmt. In den frühen Abendstunden bilden sich aufgrund der dann größten Abkühlungsraten im Allgemeinen die intensivsten Kaltluftströmungen aus. Im Folgenden wird daher dieser Zeitraum betrachtet.

Maßgeblich für die Kaltluftströmungen ist die Orographie. Der Höhenunterschied zwischen Innenstadt und den südlich gelegenen Randhöhen des Glemstals (Schillerhöhe, Bopser) lässt lokale, nach Norden gerichtete Strömungen entstehen, z.B. im Bereich Breitwiesen.

Ein übergeordnetes Strömungssystem wird durch die mit Heckengäu und Schönbuch großräumig nach Süden hin ansteigende Landschaft ausgelöst und strömt im nordwestlichen Stadtgebiet über die dortigen Freiflächen. Das Plangebiet „Bruhweg II“ liegt am südlichen Rand dieser Strömung. Über die im Bestand vorhandenen, weitgehend offenen Ackerflächen im Plangebiet wird Kaltluft in die Randbereiche der angrenzenden Bebauung transportiert. Mit einer berechneten bodennahen Strömungsgeschwindigkeit von etwa 0,5 m/s und einer geringen vertikalen Mächtigkeit profitiert hiervon vor allem die erste Häuserreihe des bestehenden Wohngebiets Bruhweg I. Ein tieferes Eindringen in die Bestandsbebauung mit entsprechender Belüftungsfunktion ist dagegen nicht gegeben.

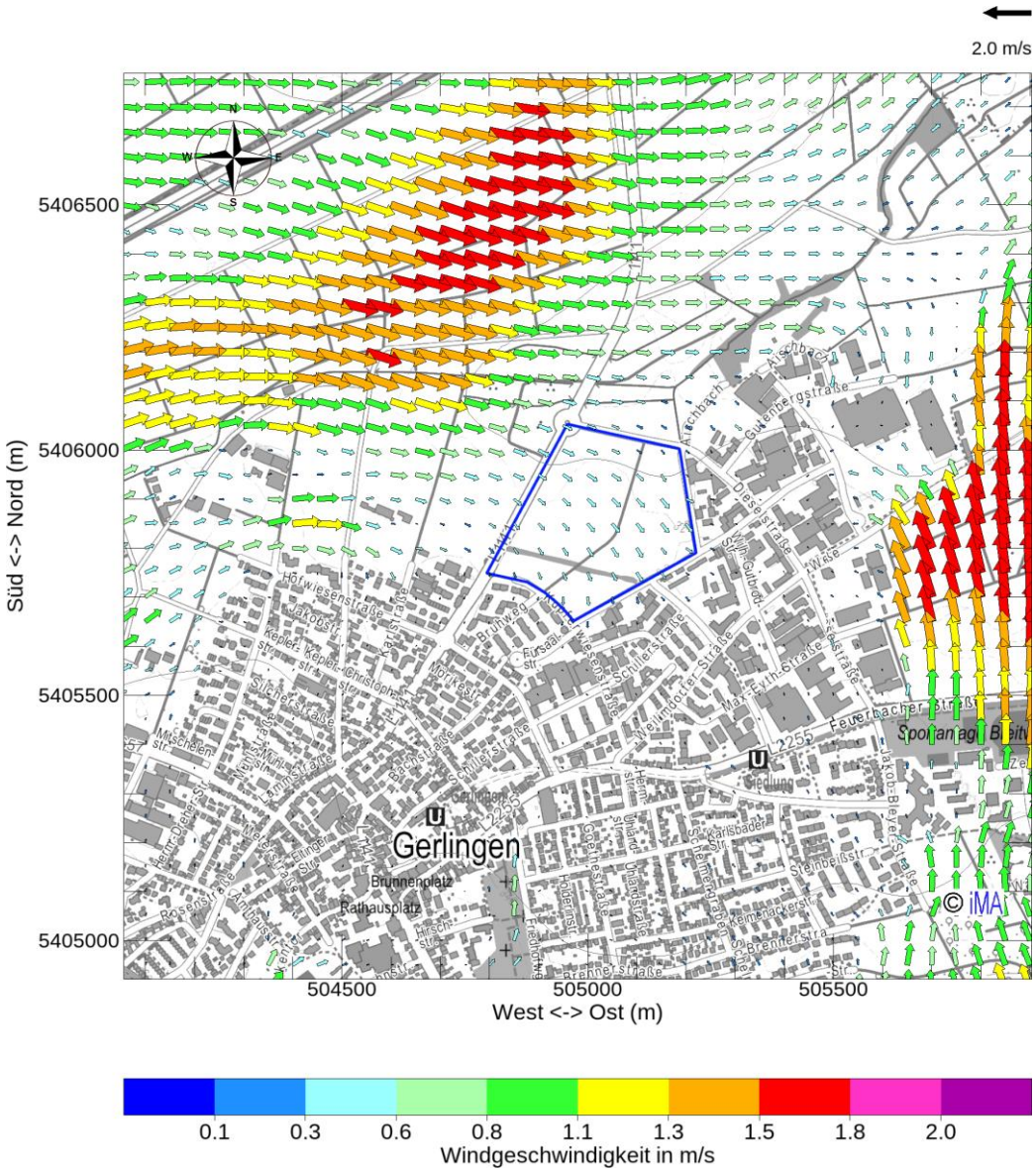


Abbildung 4-1: Bodennahe Windströmung zu Beginn einer Nacht mit autochthoner Wetterlage. Pfeile zeigen die Richtung und Intensität der Strömung. Das Plangebiet ist blau umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023).

Um die möglichen Einflüsse einer Bebauung des Plangebiets auf die weitere Umgebung zu bestimmen, wurde eine weitere Simulation mit geänderter Landnutzung im Planfall durchgeführt. Die Differenz zwischen beiden Berechnungen zeigt den Effekt der Nutzungsänderung.

Bei einer Bebauung des Plangebiets schwächt sich die dort bisher vorhandene Strömung ab. Auch im vorgelagerten Bereich der Ackerflächen westlich der Ditzinger Straße ist eine Abbremsung durch die Bebauung zu verzeichnen. Eine leichte Beschleunigung ist dagegen nördlich des Plangebiets zu verzeichnen. Die bisher im Plangebiet strömende Luft weicht hier nach Norden aus.

In den bebauten Bereichen ist eine Abnahme der Strömung lediglich im Nahbereich östlich der Siemensstraße zu verzeichnen. Im restlichen bebauten Gebiet ändern sich die Strömungsverhältnisse dagegen nicht.

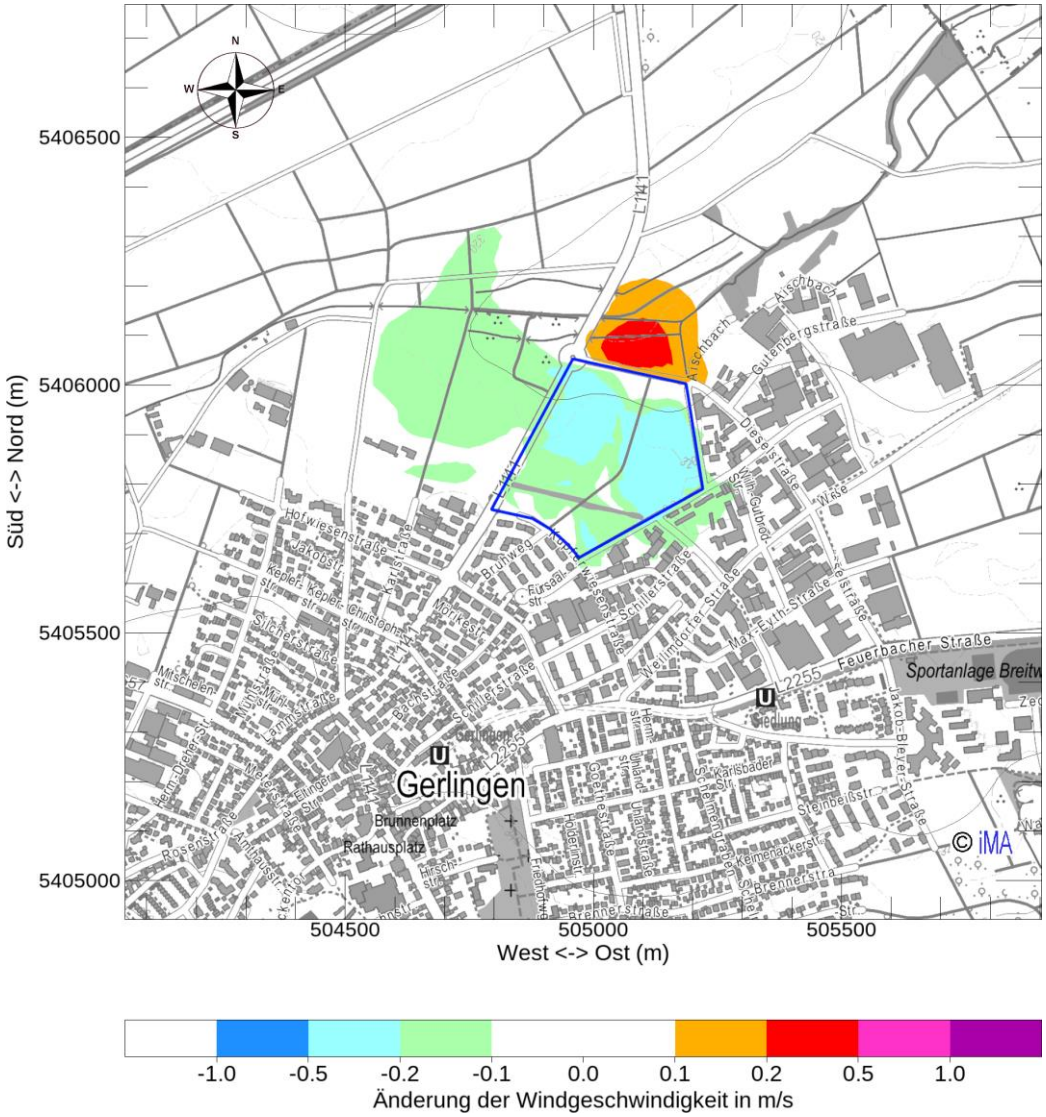


Abbildung 4-2: Änderung der bodennahen Windgeschwindigkeit zu Beginn einer Nacht mit autochthoner Wetterlage. Blau und grüne Farbtöne zeigen eine Abschwächung, orange und rote Farben eine Beschleunigung der Strömung. Das Plangebiet ist blau umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023).

Aus der mesoskaligen Betrachtung lässt sich somit schlussfolgern, dass für das weitere Umfeld des Plangebiets „Bruhweg II“ keine lokalklimatischen Veränderungen zu erwarten sind. Darüber hinaus mögliche, lokale Effekte in der direkten Umgebung werden im nächsten Kapitel untersucht.

5 Mikroskalige Modellierung der Kaltluftsituation

Aus der mesoskaligen Betrachtung ergab sich, dass die Planung keinen nennenswerten Einfluss auf die vorhandenen Stadtgebiete bei typischen Kaltluftströmungen bewirkt. Um den möglichen maximalen Einfluss der Planung auf das Lokalklima der Umgebung abzuschätzen, wird für die mikroskalige Betrachtung eine Anströmung aus Nordost betrachtet. Bei dieser Windrichtung wird zunächst das Plangebiet überströmt. Die angrenzenden Wohnsiedlungen liegen in diesem Fall im Lee (im Windschatten des Plangebiets). Mögliche lokalklimatische Einflüsse sind bei dieser Situation am ausgeprägtesten.

Betrachtet wird, ähnlich zur mesoskaligen Untersuchung, eine nächtliche Belüftungssituation im Sommer. Das mikroskalige Stadtklimamodell PALM-4U wird mit einem schwachen Wind aus Nordost angetrieben. Die Ergebnisse der Simulation zur Bestands- und Plansituation werden nachfolgend beleuchtet.

5.1 Beschreibung der Bestandssituation

Bei nordöstlicher Anströmung wird das nördliche Plangebiet überströmt (Abbildung 4-1). Im südlichen Teil wird die bodennahe Strömung zum Teil nach Westen abgelenkt und strömt parallel zur vorhandenen Bebauung. Ein Teil der Strömung wird im Bereich des Plangebiets nach Süden in die angrenzende Wohnbebauung und das Gewerbegebiet abgelenkt.

Die Oberflächentemperatur (Abbildung 4-2) zu Beginn der Nacht zeigt deutlich, dass sich die versiegelten Oberflächen tagsüber stark aufgeheizt haben und entsprechend deutlich wärmer sind als mit Vegetation bedeckte Oberflächen. Im Plangebiet ist die Parkplatzfläche im Osten an der Siemensstraße gut erkennbar. Auch der Einfluss des vorhandenen Baumbestands bzw. der Gehölzflächen ist erkennbar. Durch das Laubwerk der Bäume wird die Ausstrahlung des Erdbodens reduziert, d.h. die Oberflächen unter den Bäumen kühlt weniger stark aus. Das bewirkt leicht wärmere Oberflächen nördlich des Parkplatzes oder auch die Linienstruktur im südlichen Teil des Plangebiets, die durch eine Baum- und Buschreihe verursacht wird (vgl. Abbildung 1-1).

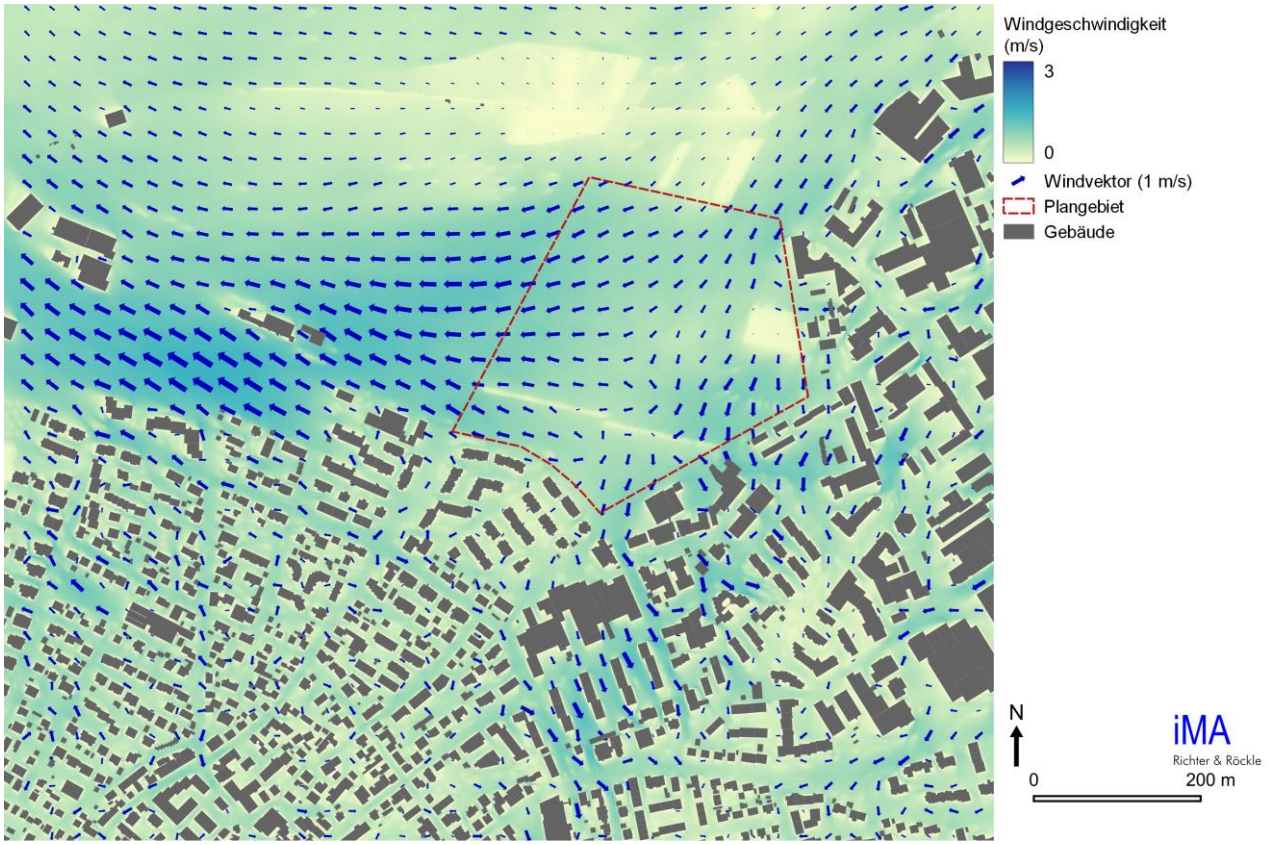


Abbildung 5-1: Bodennahe Windströmung zu Beginn einer Nacht mit schwacher Nordost-Strömung. Pfeile zeigen die Richtung und Geschwindigkeit der Strömung.

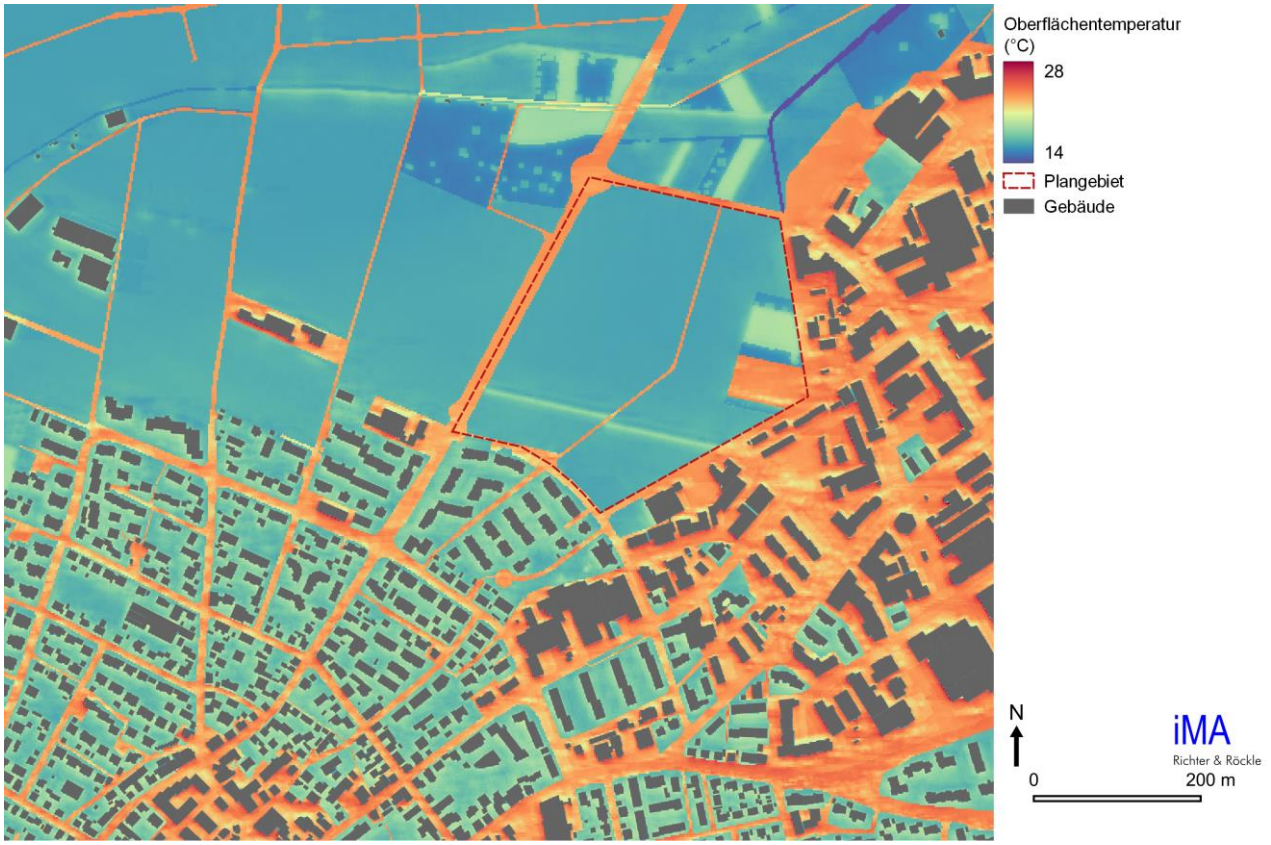


Abbildung 5-2: Oberflächentemperatur zu Beginn einer Nacht mit schwacher Nordost-Strömung.

5.2 Beschreibung der Änderungen (Simulation des Planfalls)

Die Änderungen in der Strömung bei Umsetzung der Planung im Vergleich zur Ist-Situation sind in Abbildung 5-3 dargestellt. Im Wesentlichen wird die Windgeschwindigkeit innerhalb des Plangebiets reduziert. Die geplante Bebauung und die zusätzlichen Baumpflanzungen wirken als Strömungshindernisse und reduzieren so die Windgeschwindigkeit. Auf den westlich angrenzenden Freiflächen wird die Windgeschwindigkeit um bis zu 0,5 m/s reduziert. Innerhalb der vorhandenen Bebauung ändert sich die Belüftung nur vereinzelt. Im Bereich Kupferwiesenstraße/Wettergraben und Schillerstraße/Raiffeisenstraße wird die Windgeschwindigkeit um stellenweise 0,6 m/s reduziert. Im Bereich der Wohngebiete südwestlich des Plangebiets bleibt die Durchlüftung auf dem heutigen Stand erhalten.

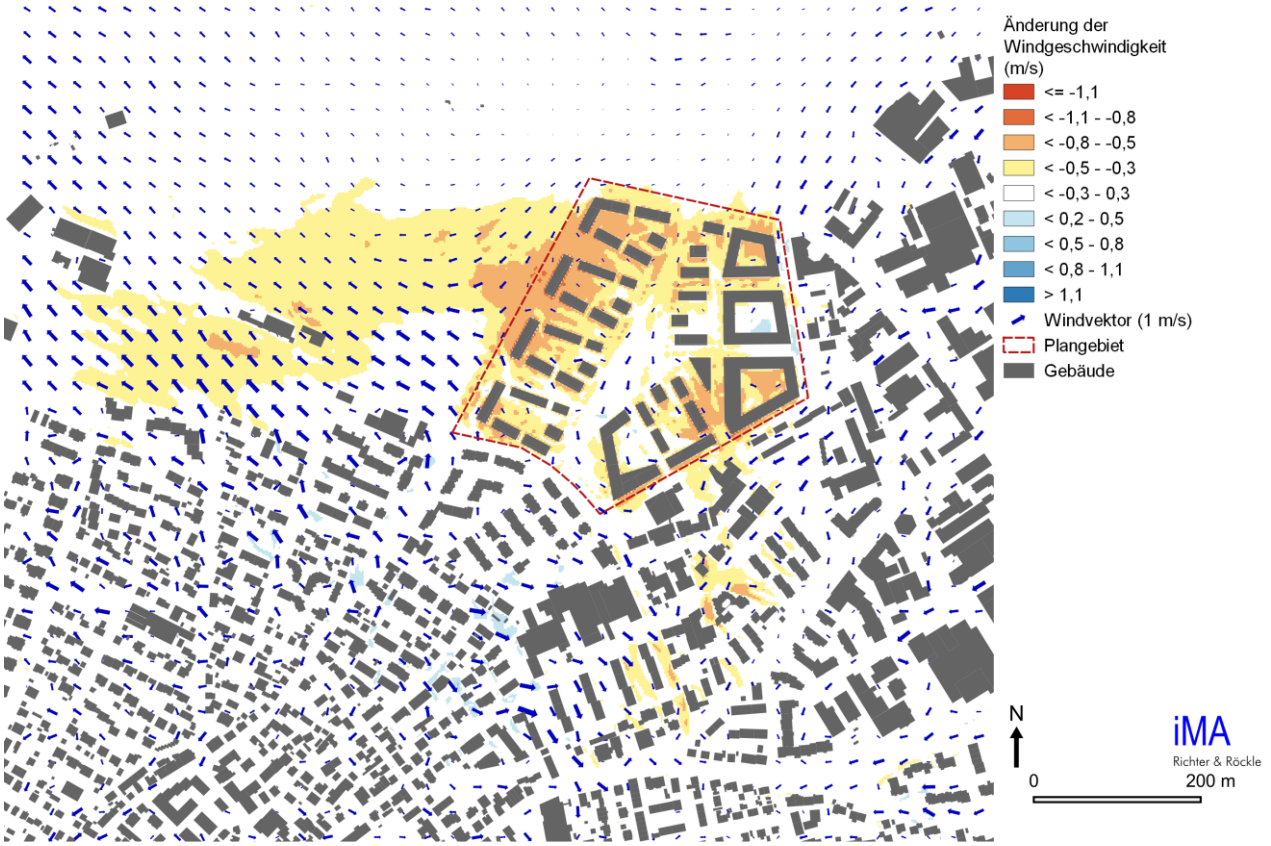


Abbildung 5-3: Änderung der bodennahen Windgeschwindigkeit zu Beginn einer Nacht mit schwacher Nordost-Strömung bei Realisierung der Planung. Pfeile zeigen die Richtung und Geschwindigkeit der Strömung bei Realisierung der Planung.

Die Oberflächentemperatur wird nahezu ausschließlich durch die Beschaffenheit der Oberfläche an sich bestimmt. Die Änderungen bleiben somit sehr lokal auf das Plangebiet beschränkt (Abbildung 5-4). Erkennbar sind die zusätzlichen versiegelten Oberflächen durch die neu geplanten Straßen und Wege innerhalb des Plangebiets. Gerade die Innenhofbereiche der gewerblichen Baublöcke weisen eine höhere Oberflächentemperatur aus als die vorher frei überströmten Flächen. Im Bereich des südlichen Innenhofs liegt die derzeitige versiegelte Parkplatzfläche, die bereits im Bestand hohe Oberflächentemperaturen aufweist. Daher ändern sich in der Planung die Oberflächentemperaturen hier nur wenig.

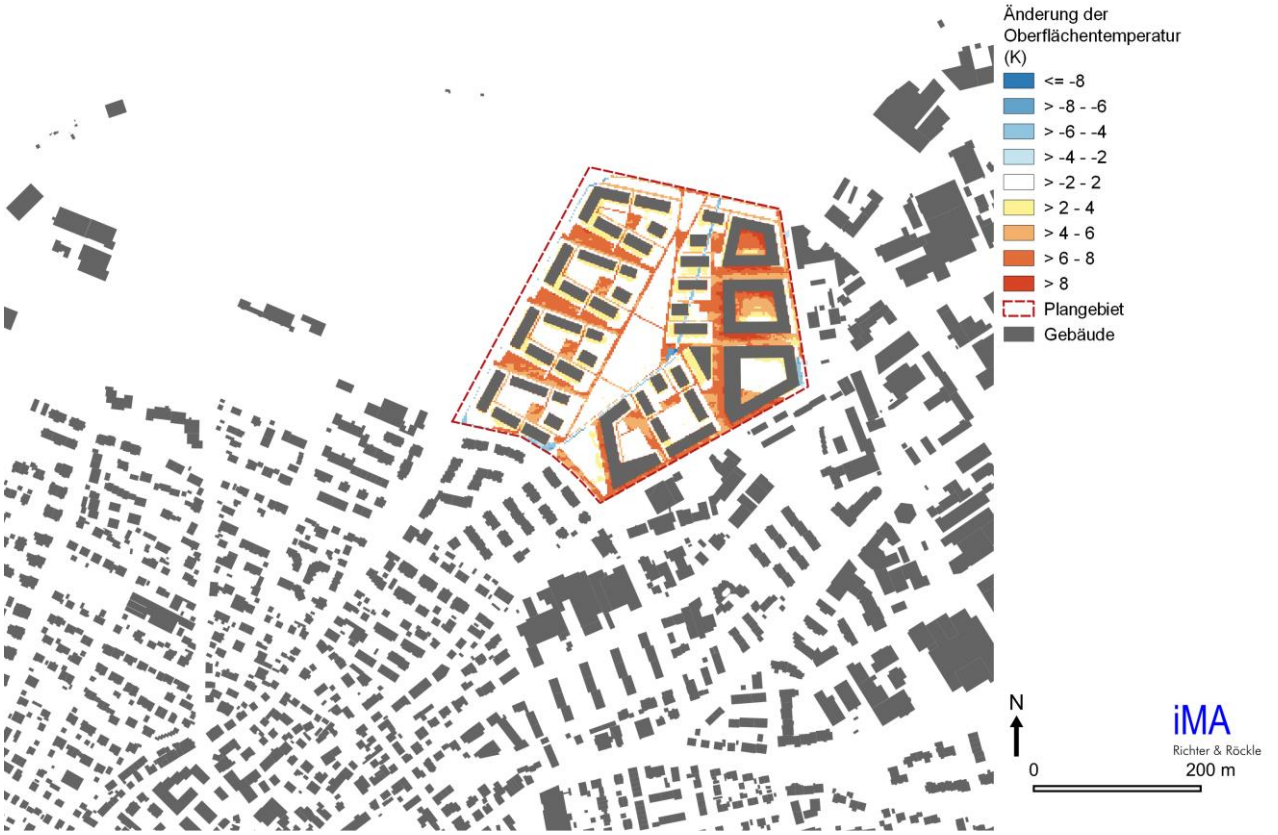


Abbildung 5-4: Änderung der Oberflächentemperatur zu Beginn einer Nacht mit schwacher Nordost-Strömung bei Realisierung der Planung.

Abbildung 5-5 zeigt schließlich die Änderung der Lufttemperatur nach Umsetzung der Planung. Trotz der teilweise markanten Änderung in der Windgeschwindigkeit zeigt die Lufttemperatur nur geringe Änderungen, welche auf das Plangebiet selbst beschränkt bleiben. Im Wesentlichen wird die Lufttemperatur in den geschlossenen Innenhofbereichen um bis zu 1,5 K erhöht, da diese Bereiche durch die geschlossene Bebauung kaum belüftet werden. Die tagsüber aufgewärmte Luft kann nur unzureichend abtransportiert werden. Teilweise wird die Lufttemperatur auf der windabgewandten Seite der Neubauten entlang der Siemensstraße um bis zu 0,5 K erhöht. Dies hängt mit der zusätzlichen Abwärme der tagsüber aufgeheizten Baukörper und der reduzierten Windgeschwindigkeit auf der windabgewandten Seite der Gebäude zusammen. Die Lufttemperatur entspricht in diesem Bereich in etwa den Werten wie sie im übrigen Teil der bereits vorhandenen Bebauung anzutreffen ist.

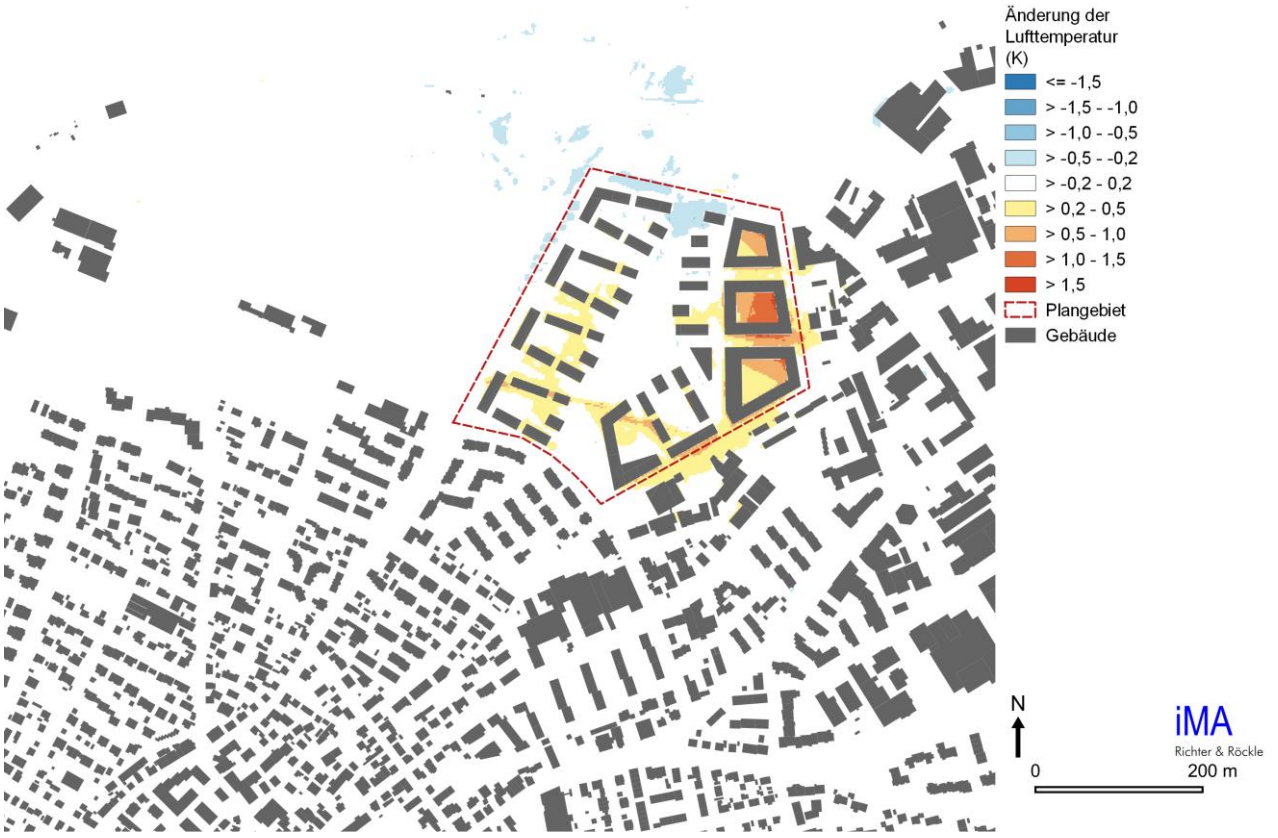


Abbildung 5-5: Änderung der Lufttemperatur zu Beginn einer Nacht mit schwacher Nordost-Strömung bei Realisierung der Planung.

6 Mikroskalige Modellierung der Hitzebelastung am Tag

Für die Betrachtung der Hitzebelastung am Tag wird die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) verwendet. Diese dient als Indikator für das thermische Empfinden des Menschen und wird in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 (2022) beschrieben. Die PET bestimmt sich unter anderem aus der Lufttemperatur, der Strahlungstemperatur und der Windgeschwindigkeit. Sie stellt dadurch einen besseren Indikator dar für die Bewertung von Hitzebelastungen auf den menschlichen Organismus als die reine Lufttemperatur.

Für die Bewertung wird die Tageszeit mit der höchsten Belastung, einer Situation zur Mittagszeit an einem heißen Sommertag, betrachtet.

Die Verteilung der PET im Plangebiet ist in Abbildung 6-1 dargestellt. Der größte Einflussfaktor in der PET ist die solare Einstrahlung. Dadurch bestehen die größten Unterschiede in der PET innerhalb des Plangebiets zwischen verschatteten und besonnten Bereichen. Die Rasenflächen und der geringe Anteil an versiegelten Flächen in der zentralen Grünanlage sorgen für eine reduzierte PET. In den bebauten Bereichen mit einem höheren Anteil an versiegelten Straßen und Kfz-Stellflächen ist die PET entsprechend höher, allerdings immer noch vergleichbar mit der Situation im übrigen Stadtgebiet mit ähnlich dichter Bebauung.

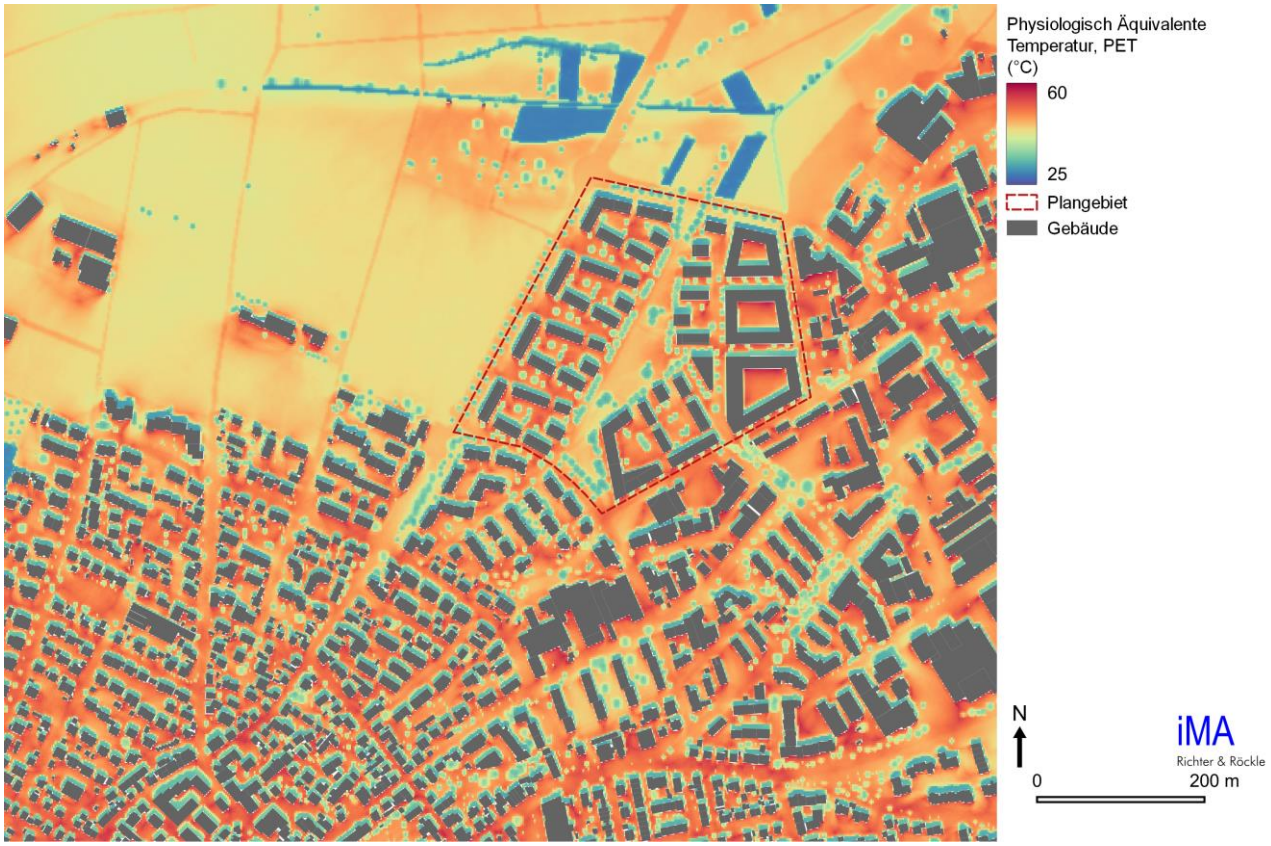


Abbildung 6-1: PET zur Mittagszeit an einem heißen Sommertag bei Realisierung der Planung.

Die Änderung der PET im Vergleich zur Ist-Situation ist in Abbildung 6-2 dargestellt. Zu sehen ist der kühlende Effekt des Baumbestands auf die PET. Die große Zunahme der PET im südlichen und östlichen Teil des Plangebiets ist bedingt durch die wegfallenden Gehölzflächen. Die zentrale

Grünanlage weist eine vergleichbare PET auf wie die vorige landwirtschaftliche Nutzfläche. Zwischen der Bebauung ist die PET leicht erhöht gegenüber einer unversiegelten Freifläche durch zum einen die reduzierte Belüftung und zum anderen durch die höheren Temperaturen der versiegelten Oberflächen.

Die Effekte sind allerdings lokal begrenzt. Signifikante Änderungen der PET außerhalb des Plangebiets treten nicht auf. Durch die geplante Bebauung ist daher mit keiner Änderung der bestehenden Bedingungen in der Bestandsbebauung zu rechnen.

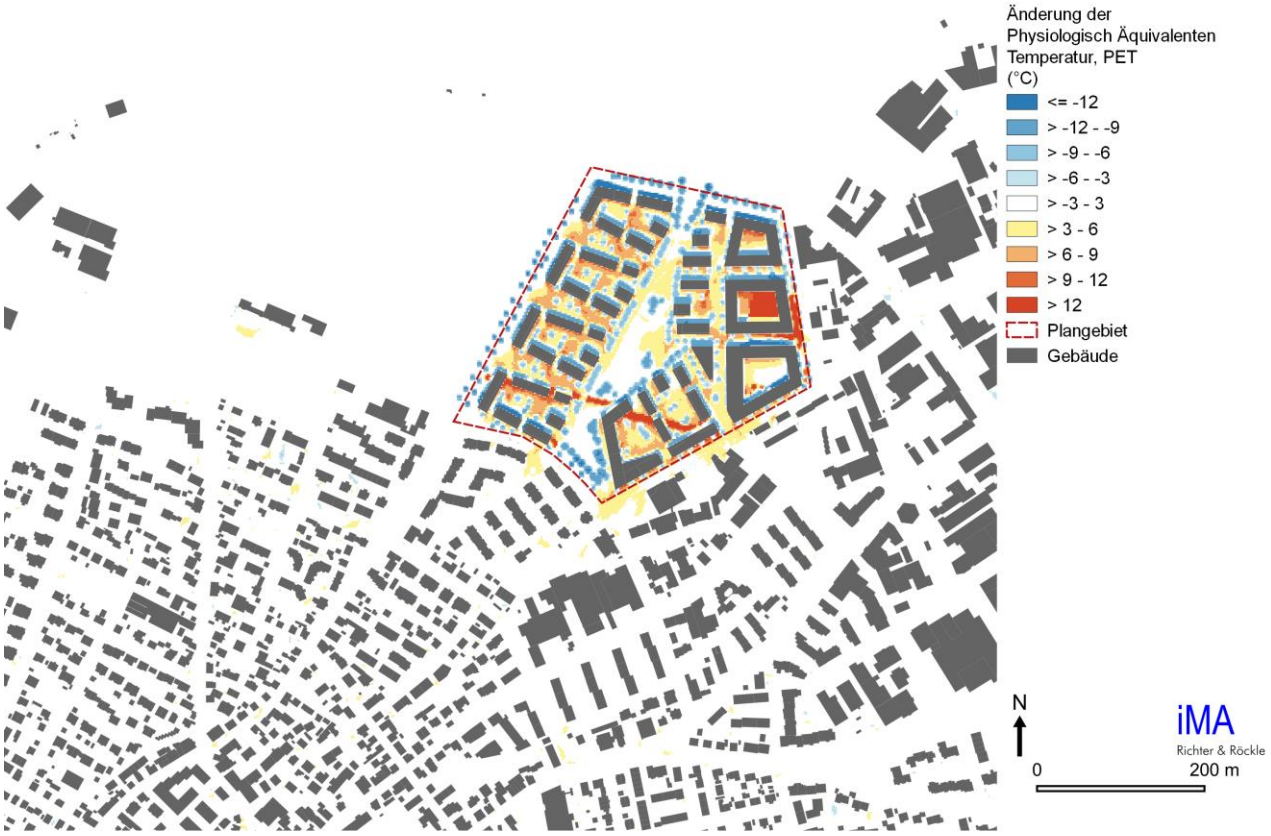


Abbildung 6-2: Änderung der PET zur Mittagszeit an einem heißen Sommertag bei Realisierung der Planung.

7 Zusammenfassung und Planungsvorschläge zur Minderung nachteiliger Auswirkungen

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Planung die lokalklimatischen Verhältnisse der Umgebung bei typischen Kaltluftsituationen nicht beeinflusst. Die detaillierte Untersuchung bei nordöstlicher Anströmung (potentiell größter Einfluss der Planung auf die Umgebung) ergab nur stellenweise Änderungen in der Durchlüftung der vorhandenen Bebauung. Eine Änderung der Temperaturverhältnisse in den angrenzenden Stadtteilen konnte nicht festgestellt werden.

In der mikroskaligen Detailuntersuchung wurden die geplanten gewerblichen Baufenster im östlichen Teil des Plangebiets mit einer geschlossenen Blockrandbebauung berücksichtigt. Dies entspricht aus klimatischer Sicht einer konservativen oberen Abschätzung des möglichen Einflusses auf das Lokalklima. Die Untersuchung ergab eine deutlich höhere Lufttemperatur innerhalb der geschlossenen Innenhöfe gegenüber der offen gestalteten Bebauung im übrigen Plangebiet. Bei der Umsetzung der Planung sollte daher eine offene Gestaltung der gewerblichen Baufenster bevorzugt werden. Schattenspendende Bäume können zusätzlich die Aufheizung der Oberflächen mindern und so die Lufttemperatur in den Innenhöfen reduzieren. Allerdings ist zu beachten, dass Bäume die Durchlüftung reduzieren. Eine Kombination aus offen gestalteter Bebauung und Verschattung durch Vegetation ist daher zu bevorzugen.

Die Hitzebelastung am Tag wurde anhand der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) mikroskalig untersucht. Bei Umsetzung der Planung ist die PET in den bebauten Bereichen höher als über einer landwirtschaftlichen Nutzfläche, allerdings vergleichbar mit der Situation im übrigen Stadtgebiet. Die zentrale Grünanlage weist eine geringere Hitzebelastung auf und kann als gut erreichbare Erholungsfläche dienen. Insbesondere die Baumpflanzungen helfen durch den Schattenwurf die Hitzebelastung punktuell im gesamten Plangebiet zu reduzieren. Signifikante Änderungen der Hitzebelastung außerhalb des Plangebiets wurden nicht festgestellt.

Zusammenfassend ist es somit nicht zu erwarten, dass die geplante Bebauung Änderungen der bestehenden lokalklimatischen Bedingungen in der Bestandsbebauung verursacht.

Für die detaillierte mikroskalige Untersuchung wurde der Gestaltungsplan vom 20.06.2022 berücksichtigt. Der derzeit aktuelle Gestaltungsplan vom 21.03.2023 weist nur geringfügige Änderungen in der Ausgestaltung einzelner Gebäude im nördlichen Teil des Plangebiets auf. Diese bewirken keine signifikanten Änderungen in den lokalklimatischen Auswirkungen des Projekts. Die Ergebnisse der Untersuchung behalten somit ihre Gültigkeit auch für die aktualisierte Planung.

Zur Minimierung der lokalklimatischen Einflüsse der geplanten Bebauung auf das Plangebiet und die Umgebung können die folgenden Planungshinweise formuliert werden. Diese gelten allgemein für das Plangebiet. Teilweise sind diese Hinweise bereits in der aktuellen Planung berücksichtigt.

- Freiflächen sollten möglichst begrünt werden. Grünflächen heizen sich tagsüber weniger stark auf als versiegelte Oberflächen. Dies führt in den Abend- und Nachtstunden zu kühleren Oberflächen und somit zu geringeren Lufttemperaturen. Kfz-Stellflächen können beispielsweise mit Rasenpflastersteinen ausgeführt werden, um den Anteil an versiegelten Flächen weiter zu reduzieren.

- Um ein starkes Aufheizen von versiegelten Flächen vorzubeugen, können verschattende Elemente wie Bäume eingesetzt werden. Diese verringern durch ihren Schattenwurf ein

übermäßiges Aufheizen und sorgen so in den frühen Nachtstunden zu niedrigeren Lufttemperaturen.

- Helle Oberflächen (z.B. Gebäudefassaden) heizen sich weniger stark auf als dunkle Oberflächen. Dadurch kann die Aufheizung und die Wärmespeicherung im Plangebiet weiter reduziert werden und damit erhöhten Lufttemperaturen in der Nacht entgegengewirkt werden. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass es aufgrund der höheren Rückstrahlung des Sonnenlichts zu einer höheren lokalen Hitzebelastung am Tag kommen kann. Helle Oberflächen haben zudem eine höhere Blendwirkung als dunkle Oberflächen. Verschattende Elemente wie Gebäude und laubwerfende Bäume sind daher eine wichtige Entlastung für die sich im Plangebiet aufhaltenden Personen.
- Zukunftsorientiert sollte nach dem Prinzip der „Schwammstadt“ vorgegangen werden, d.h. ein Großteil des Niederschlagswassers sollte im Gebiet zurückgehalten werden (Retention), so dass dieser für die Bewässerung zur Verfügung steht. Damit können Grünbereiche auch in Trockenperioden ihre Funktion erfüllen.
- Eine Fassaden- oder Dachbegrünung im Bereich von Garagen oder Wohngebäuden kann helfen die Oberflächentemperaturen und somit die Lufttemperatur zu reduzieren. Vorteile sind eine kühlere Fassaden- bzw. Dachoberfläche, zumindest solange die Vegetation die Möglichkeit der Verdunstung hat. Ausgetrocknete Begrünungen können die Temperatur nicht mehr senken und heizen sich ebenfalls auf, allerdings weniger stark als Ziegel-, Kies- oder Blechdächer. Weitere Vorteile sind die Retention von Niederschlag. Auch die Biodiversität wird gefördert. Der Effekt einer Fassaden- oder Dachbegrünung ist sehr lokal. Dachbegrünungen auf mehrgeschossigen Gebäuden können zwar für ein angenehmes Raumklima im Gebäude sorgen, der Effekt auf das Klima im Straßenraum auf Fußgängerniveau ist hingegen kaum spürbar. Die mögliche Vegetation und Retentionsfähigkeit steigt mit der Aufbaudicke an. Die Dachneigung sollte möglichst gering sein. Nachteile sind höhere Baukosten und Aufwand für die Pflege.
- Um die Wärmespeicherwirkung der Gebäude gering zu halten, sollten die Gebäude nach aktuellem GEG-Standard (GEG (2023), Artikel 18a) errichtet werden. Solche Neubauten haben in der Regel eine geringere Wärmespeicherwirkung als Gebäude im Bestand. Die Gebäudeoberflächen können sich an sonnenreichen Tagen zwar stärker aufheizen, kühlen in den Nachtstunden aber schneller ab und belasten den nächtlichen Luftstrom dadurch weniger.

Freiburg, 07. Juni 2023

Dr. Markus Hasel
Diplom-Meteorologe

Dr. Tobias Gronemeier
M.Sc. in Meteorologie

Dieser Bericht wurde nach den Anforderungen unseres Qualitätsmanagementsystems nach DIN 17025 erstellt. Der Bericht oder Teile daraus dürfen nur für das vorliegende Projekt vervielfältigt oder weitergegeben werden.

8 Literatur

GEG (2023): Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor vom 20. Juli 2022. Bundegesetzblatt Jahrgang 2022 Teil I Nr. 28, ausgegeben am 28. Juli 2022.

Gehrke, K.F., M. Sühring & B. Maronga (2021): Modeling of land–surface interactions in the PALM model system 6.0: land surface model description, first evaluation, and sensitivity to model parameters. Geoscientific Model Development (14)8: 5307–5329.

Gronemeier, T., K. Surm, F. Harms, B. Leitl, B. Maronga & S. Raasch (2021): Evaluation of the dynamic core of the PALM model system 6.0 in a neutrally stratified urban environment: comparison between LES and wind-tunnel experiments. Geoscientific Model Development (14)6: 3317–3333.

Groß, G. (1991): Anwendungsmöglichkeiten mesoskaliger Simulationsmodelle, dargestellt am Beispiel Darmstadt. Meteorol. Rdsch. 43: 97–112.

Maronga, B., S. Banzhaf, C. Burmeister, T. Esch, R. Forkel, D. Fröhlich, V. Fuka, K.F. Gehrke, J. Geletič, S. Giersch, T. Gronemeier, G. Groß, W. Heldens, A. Hellsten, F. Hoffmann, A. Inagaki, E. Kadasch, F. Kanani-Sühring, K. Ketelsen, B.A. Khan, C. Knigge, H. Knoop, P. Krč, M. Kurppa, H. Maamari, A. Matzarakis, M. Mauder, M. Pallasch, D. Pavlik, J. Pfafferott, J. Resler, S. Rissmann, E. Russo, M. Salim, M. Schrempf, J. Schwenkel, G. Seckmeyer, S. Schubert, M. Sühring, R. von Tils, L. Vollmer, S. Ward, B. Witha, H. Wurps, J. Zeidler & S. Raasch (2020): Overview of the PALM model system 6.0. Geoscientific Model Development (13)3: 1335–1372.

Resler, J., P. Krč, M. Belda, P. Juruš, N. Benešová, J. Lopata, O. Vlček, D. Damašková, K. Eben, P. Derbek, B. Maronga & F. Kanani-Sühring (2017): PALM-USM v1.0: A new urban surface model integrated into the PALM large-eddy simulation model. Geoscientific Model Development (10)10: 3635–3659.

VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 (2022): Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2:2022-06.