

-Fachgutachten Mikroklima-
Vorhabenbezogener
Bebauungsplan VBB-J45
„EichplatzAreal – Baufeld A“

ThINK –
Thüringer Institut für Nachhaltigkeit
und Klimaschutz GmbH



Projektleitung:

M. Sc. Biogeowissenschaften Daniel Knopf

unter Mitarbeit von: Dr. Stefan Knetsch, Dipl.-Geogr. Jakob Maercker,
M. Sc. Geoinformatik Dennis Kehl

Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz
Hainstraße 1a
07745 Jena



im Auftrag der:

STRABAG Real Estate GmbH
Bereich Berlin
Bessemerstraße 42b
12103 Berlin



Februar 2023

Inhalt

1. Einführung und Problemstellung	6
2. Einordnung und Bewertung des Planungsvorhabens unter stadtklimatischen Fragestellungen und Aspekten des Klimawandels	7
3. Betrachtung der Kaltluftdynamik.....	11
3.1 Kaltluftströmungen.....	11
3.2 Kaltluftproduktion.....	19
4. Modellierung und Bewertung der bioklimatischen Situation	21
4.1 Das Mikroklimamodell ENVI_MET	21
4.2 Eingangsdaten und Annahmen für Modellierung der bioklimatischen Situation	22
4.3 Ergebnis der mikroklimatischen Modellierung der bioklimatischen Situation.....	24
4.4 Bewertung der Aufenthaltsqualität auf den Dachterrassen	27
5 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse	29
6 Empfehlungen zur stadtklimatischen Optimierung des Planvorhabens.....	30
7 Fazit	33
Literatur	34
Anhang.....	35

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Überblick zu den Baufeldern/Gebäudeplanung des EichplatzAreal (Bildquelle: AS+P 2021).	6
Abb. 2: mittlere Anzahl heißer Tage in Jena 2021-2050 (Datengrundlage Modellierung MUKLIMO_3 des DWD, 2012, eigene Darstellung 2018, schwarze Markierung: Umfeld Untersuchungsgebiet)	8
Abb. 3: Ausschnitt aus der Klimatopkarte (Stadt Jena 2012); schwarze Markierung: Untersuchungsgebiet	9
Abb. 4: Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte (Stadt Jena 2012); schwarze Markierung: Untersuchungsgebiet (gesamtes Eichplatz-Areal).....	9
Abb. 5: Lage des Untersuchungsgebietes (roter Punkt), der Geländeschnitte und der relevanten Kaltluftströme (Daten: DWD 2012, TLVermGeo 2021).	11
Abb. 6: Kaltluftsituation bei autochthoner Wetterlage, a) 2 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang, b) 4 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang, c) 6 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang, d) 8 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang. Das Zentrum des Eichplatzes ist mit einem blauen Punkt gekennzeichnet (Daten: DWD 2012, Geoportal Thüringen 2021).....	12
Abb. 7: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) eine Stunde nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).....	15

Abb. 8: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) eine Stunde nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).	15
Abb. 9: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) zwei Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).	16
Abb. 10: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) zwei Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).	16
Abb. 11: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) vier Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).	17
Abb. 12: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) vier Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).	17
Abb. 13: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) acht Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).	18
Abb. 14: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) vier Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).	18
Abb. 15: Belastungsstufen PET, Kuttler 2013	21
Abb. 16: Annahmen Ist-Zustand (Kartenportal der Stadt Jena - www.map.jena.de ; Zugriff: 27.09.2021).	23
Abb. 17: Ergebnis ENVI_MET für PET um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.	24
Abb. 18: Ergebnis ENVI_MET für PET um 13:00 Uhr, 1. Juli, Plan-Zustand (weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.	25
Abb. 19: Ergebnis ENVI_MET für PET um 13:00 Uhr, 1. Juli, Differenz der PET zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.	26
Abb. 20: Ergebnis ENVI_MET für PET um 13:00 Uhr, 1. Juli, PET des Plan-Zustands in 5 m über dem Boden, also dem Höhenniveau der Dachterrassen (Ausschnitt; weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.	27
Abb. 21: Ergebnis ENVI_MET für die Lufttemperatur um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (oben) sowie Plan-Zustand (unten), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung. Hinweis: In Envi-Met müssen Modellgebiete an den Modellgrenzen einige leere Gitterzellen aufweisen, um einen stabilen Modelllauf zu gewährleisten. Dies dient vor allem dazu, um ein Kanalisieren der Windströmung an den Rändern zu vermeiden, was während der Modellberechnung zu großen Instabilitäten und Abstürzen führen kann. In diesen Bereichen kann es daher zu Modellergebnissen kommen, die von den tatsächlichen Bedingungen - besonders in der auf der Seite des einströmenden Windes (hier Südwest) - abweichen können. Bei dem vorliegenden Gutachten zum EichplatzAreal zeigt sich das anhand der Parameter Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. ...	35
Abb. 22: Ergebnis ENVI_MET für die Lufttemperatur um 13:00 Uhr am 1. Juli, Temperaturdifferenz zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (siehe Abb. 21), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.	36

- Abb. 23: Ergebnis ENVI_MET für die Windgeschwindigkeit um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (oben) sowie Plan-Zustand (unten), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung. 36
- Abb. 24: Ergebnis ENVI_MET für die Windgeschwindigkeit um 13:00 Uhr am 1. Juli, Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (siehe Abb. 23), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung. 36
- Abb. 25: Ergebnis ENVI_MET für die rel. Luftfeuchte um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (oben) sowie Plan-Zustand (unten), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung. Hinweis: In Envi-Met müssen Modellgebiete an den Modellgrenzen einige leere Gitterzellen aufweisen, um einen stabilen Modelllauf zu gewährleisten. Dies dient vor allem dazu, um ein Kanalisieren der Windströmung an den Rändern zu vermeiden, was während der Modellberechnung zu großen Instabilitäten und Abstürzen führen kann. In diesen Bereichen kann es daher zu Modellergebnissen kommen, die von den tatsächlichen Bedingungen - besonders in der auf der Seite des einströmenden Windes (hier Südwest) - abweichen können. Bei dem vorliegenden Gutachten zum EichplatzAreal zeigt sich das anhand der Parameter Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit.... 36
- Abb. 26: Ergebnis ENVI_MET für die rel. Luftfeuchtigkeit um 13:00 Uhr am 1. Juli, Differenz der rel. Luftfeuchtigkeit zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (siehe Abb. 25), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung. 36

1. Einführung und Problemstellung

Das Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (ThINK GmbH) wurde mit der Erarbeitung des Fachgutachtens Mikroklima im Rahmen des Umweltberichts zum VBBJ45 – "EichplatzAreal/Baufeld A" beauftragt. Gegenstand des Fachgutachtens ist die mikroklimatische Einordnung und Bewertung der geplanten Bebauung des Eichplatzes als kumulierendes Vorhaben, also unter Berücksichtigung der weiteren Baufelder sowie der umgebenden Bestandsbebauung. Dabei werden verschiedene stadtklimatisch relevante Themen (u. a. Wärmebelastung/Überwärmung, Kaltluftdynamik, Ventilation) betrachtet und Hinweise/Empfehlungen in den Planungsprozess gegeben.

In diesem Vorabbericht werden die wesentlichen Ergebnisse zu den einzelnen Themenbereichen zusammengefasst und aus gutachterlicher Perspektive am Ende eines jeden Kapitels bewertet.

Der historische Eichplatz bildet das Zentrum der prosperierenden Stadt Jena. In seinem jetzigen Zustand als überwiegend vollversiegelter Parkplatz fungiert dieser als Hot-Spot lokaler Überwärmung und als Katalysator für die Ausbildung einer städtischen Wärmeinsel. Aus mikroklimatischer Perspektive stellt eine Neubebauung des Eichplatzareals somit eine große Chance dar, der klimawandelbedingt zunehmenden Wärmebelastung und der damit sich verschlechternden bioklimatischen Situation im Stadtzentrum entgegenzuwirken und zugleich die Aufenthaltsqualität in diesem Areal deutlich zu verbessern.

Im Kern der im Rahmen dieses Gutachtens angeführten Betrachtungen steht das Baufeld A (Abb. 1), dessen Planung aus einem Rahmenplan der Stadt Jena (Stadt Jena 2017) entstanden ist. Das Baufeld B sowie die Außenanlagen sind somit streng genommen nicht Gegenstand der

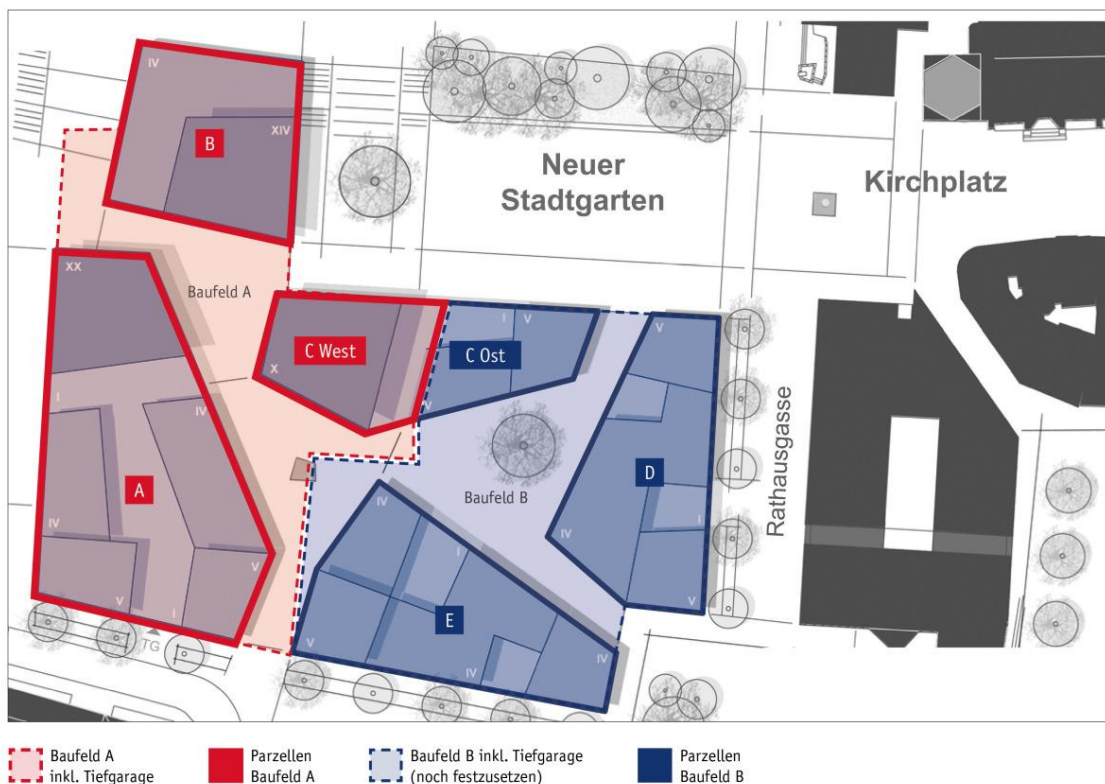


Abb. 1: Überblick zu den Baufeldern/Gebäudeplanung des EichplatzAreals (Bildquelle: AS+P 2021).

Betrachtungen bzw. des Auftrags; stadt- bzw. mikroklimatische Aspekte können jedoch nicht losgelöst von der umgebenden Bebauung bzw. weiteren Planung betrachtet werden, weshalb die Beurteilung der mikroklimatischen Belange der Neubebauung des VBB-J45 eingebettet in die Gesamtbetrachtung des Eichplatz-Areals als kumulatives Vorhaben erfolgt.

Laut Jenaer Klimaanpassungsstrategie JenKAS (Stadt Jena 2012) liegt das geplante Bebauungsvorhaben in einem bioklimatisch stark vorbelasteten zentralen Bereich des Stadtgebietes hinsichtlich Überwärmung und mangelnder Durchströmung mit Kalt- und Frischluft. Die stadtklimatischen Aspekte des Vorhabens stellen somit einen wichtigen Abwägungsbelang innerhalb des Planverfahrens dar und Vorschläge zu einer Optimierung des aktuell klimaökologisch stark belasteten Zustands sollten ausgearbeitet werden. Gegenstand des Fachgutachtens ist daher die Ermittlung, Darstellung und Bewertung der stadtklimatischen Auswirkungen des Planungsvorhabens „EichplatzAreal – Baufeld A“ in der Gesamtbetrachtung als kumulatives Vorhaben. Gerade der fortschreitende Klimawandel mit zunehmender Wärmebelastung bedingt eine bioklimatisch günstige Konfiguration der Freiflächen, Fassaden und Oberflächen um auch einen „angenehmen“ Aufenthalt außerhalb der Gebäude sicherstellen zu können. Gleichzeitig sollte aus Gründen des Klimaschutzes und betriebswirtschaftlichen Gründen ein Minimum an Einsatz von Klimaanlage angestrebt werden. Diese Prämissen stellen den Fokus des Gutachtens dar und sind damit deckungsgleich mit den umweltpolitischen Zielstellungen der Stadt Jena.

2. Einordnung und Bewertung des Planungsvorhabens unter stadtklimatischen Fragestellungen und Aspekten des Klimawandels

Im Jahr 2018 wurde mit 37 gemessenen heißen Tagen (Tage mit einer Höchsttemperatur über 30 °C) bzw. 102 Sommertagen (Tage mit einer Höchsttemperatur über 25 °C) in Jena (DWD-Klimastation Schillergäßchen) ein neuer Höchstwert erreicht. In der Regel treten an solchen Tagen durch die Überlagerung mit der städtischen Wärmeinsel erhebliche bioklimatische Belastungszustände für die Bevölkerung auf. Auf Grundlage aktueller belastbarer Klimaszenarien (z. B. RCP 8.5) werden derartige Hitzeperioden in ca. 30 bis 40 Jahren den stadtklimatischen Normalzustand abbilden.

Die Stadt Jena war von 2009 – 2012 Modellkommune innerhalb des Forschungsfeldes "Urbane Strategien zum Klimawandel – Kommunale Strategien und Potenziale" des Forschungsprogramms "Experimenteller Wohnungs- und Städtebau" (ExWoSt) des damaligen Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). In diesem Rahmen entstand das Handbuch zur klimawandelgerechten Stadtentwicklung für Jena (Stadt Jena 2012), zu dessen Inhalten, neben Aussagen zu den verschiedenen klimawandelbedingten Betroffenheiten und Anpassungsoptionen auf Ebene der Jenaer Ortsteile, auch eine Klimatopkarte (Stadt Jena 2012, S. 23) und die Modellrechnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit MUKLIMO_3 zum Stadtklima und mit KLAM_21 zur Kaltluftdynamik gehören, die eine relativ tiefgehende Einordnung und Bewertung der stadtklimatischen Ausgangssituation des Planvorhabens zulassen. Dennoch ist die räumliche Aussagetiefe der Klimatopkarten auf Maßstab eines Bebauungsplanes begrenzt, da die Grenzen zwischen den Klimatopen idealisiert dargestellt und in der Realität vielmehr durch

Übergangsbereiche gekennzeichnet sind. Die Karten geben somit wichtige Hinweise zur mikroklimatischen Situation eines Standorts, sollten jedoch nicht auf B-Plan-Ebene interpretiert werden. Auch sollte vermieden werden, einzelne Rasterzellen der MUKLIMO_3 Modellierung der heißen Tage für Jena (Abb. 2) zu interpretieren; die Modellierung eignet sich, ähnlich wie die Klimatopkarte, vielmehr zur Einordnung des Gebietes hinsichtlich der Überwärmung des Umfeldes.

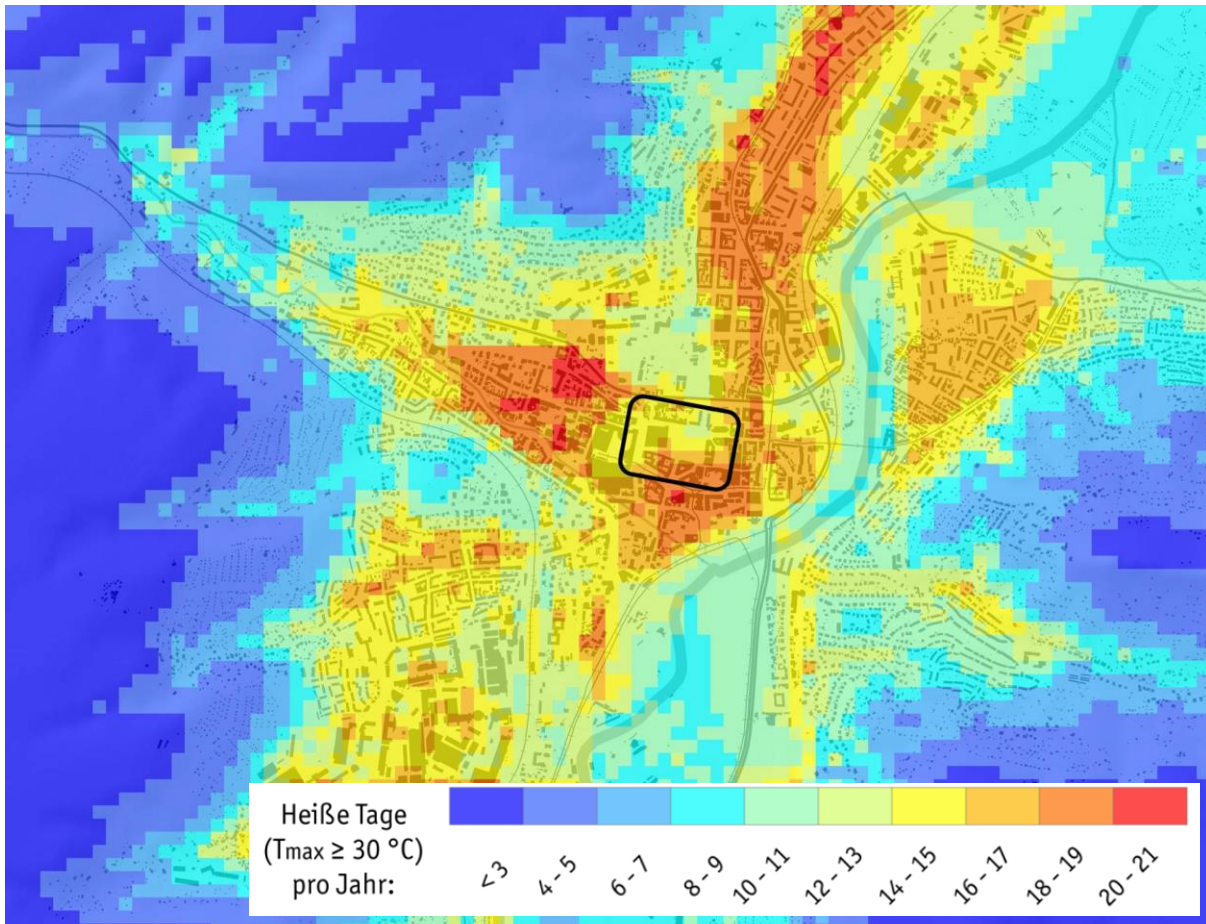


Abb. 2: mittlere Anzahl heißer Tage in Jena 2021-2050 (Datengrundlage Modellierung MUKLIMO_3 des DWD, 2012, eigene Darstellung 2018, schwarze Markierung: Umfeld Untersuchungsgebiet)

Das Eichplatz-Areal befindet sich inmitten des Jenaer Stadtzentrums in einem stadtklimatisch sensiblen, stark überwärmten Umfeld (Abb. 2). Die Klimatopkarte (Abb. 3) der Jenaer Anpassungsstrategie (Stadt Jena 2012) weist das gesamte Areal als Stadtkern-Klimatop mit folgenden typischen Charakteristika aus:

- tagsüber starke Aufheizung
- intensiver Wärmeinseleffekt
- geringe Feuchte
- starke Windfeldstörung
- problematischer Luftaustausch
- Luftschadstoffbelastung

Entsprechend werden in der Planungshinweiskarte der Jenaer Klimaanpassungsstrategie (Stadt Jena 2012) die Empfehlungsgruppen W1 (Wärmebelastung senken, Aufenthaltsqualität erhöhen) sowie T3 (Bepflanzung prüfen, Wasserversorgung optimieren, Artenwahl anpassen) als die bedeutsamsten Zielstellungen ausgewiesen (Abb. 4).

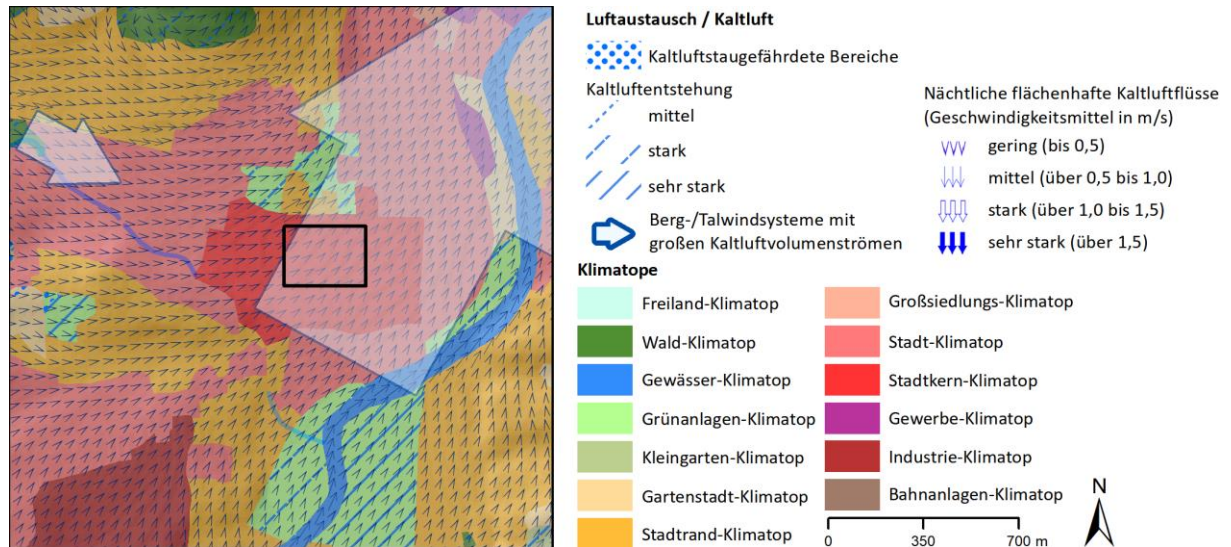


Abb. 3: Ausschnitt aus der Klimatopkarte (Stadt Jena 2012); schwarze Markierung: Untersuchungsgebiet

In seinem aktuellen Zustand als Parkplatzfläche mit umgebenden Grünelementen zeichnet sich der Eichplatz insbesondere durch seinen hohen Versiegelungsgrad (überwiegend vollversiegelt) und eine relativ gute Ventilation aufgrund fehlender Bebauung aus. Abb. 2 zeigt eindrücklich auf, dass das

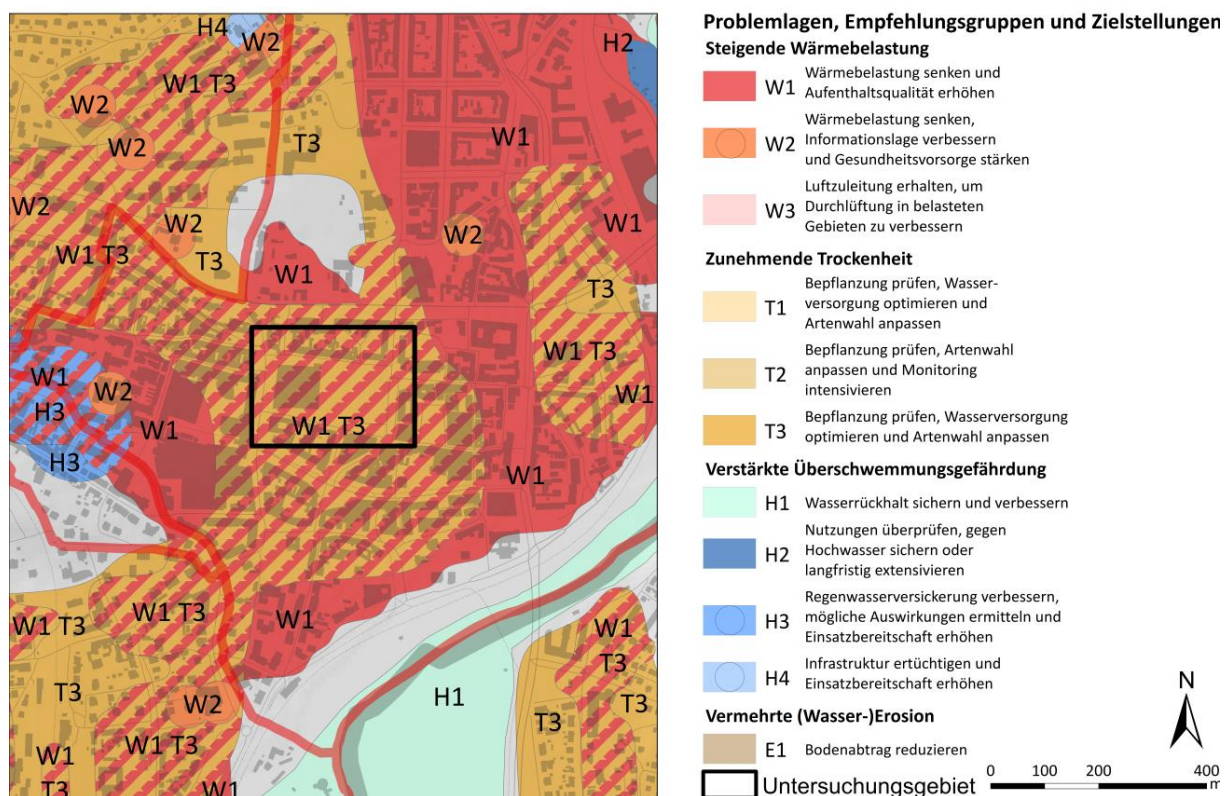


Abb. 4: Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte (Stadt Jena 2012); schwarze Markierung: Untersuchungsgebiet (gesamtes Eichplatz-Areal)

Areal, trotz seiner Lage im Zentrum der Stadt, selbst vergleichsweise mäßig wärmebelastet ist, jedoch in nahezu allen Himmelsrichtungen von Bereichen mit stadtweit höchstem Überwärmungspotenzial, jeweils aufgrund intensiver Versiegelung, einem großen Baukörpervolumen und beeinträchtigter Ventilation, umgeben ist.

Mit fortschreitendem Klimawandel werden sich die anhand der in Abb. 2 bis Abb. 4 dargelegten Problemlagen bzw. Handlungserfordernisse zunehmend verstärken. Insbesondere der im Rahmen der Jenaer Klimaanpassungsstrategie (Stadt Jena 2012) konstatierten Schwerpunktthemen Wärmebelastung sowie Trockenheit gilt es planerisch Rechnung zu tragen.

Das Planvorhaben EichplatzAreal – Baufeld A ist in seiner kumulativen Perspektive als Gesamtvorhaben daher hinsichtlich der Zielstellung einer klimawandelangepassten Stadtentwicklung als in hohem Maße sensibel zu bewerten! Die konkrete Ausgestaltung des Platzes, die Dimensionierung von Freiflächen, der Versiegelungsgrad, Baukörpervolumen und Oberflächenbeschaffenheit sowie die Ventilationsbedingungen haben maßgeblichen Einfluss auf die bioklimatische Situation/Aufenthaltsqualität im Areal und darüber hinaus.

In den folgenden Kapiteln soll daher eine tiefgehende Betrachtung (Kap. 4 & 3) und Bewertung (Kap. 5) der mikroklimatischen Situation auf der Grundlage von Simulationsmodellen erfolgen und detaillierte Rückschlüsse sowie ggf. Optimierungsvorschläge aufgezeigt werden.

3. Betrachtung der Kaltluftdynamik

Ein wesentlicher Bestandteil des in Kapitel 2 genannten Handbuches zur klimawandelgerechten Stadtentwicklung für Jena (Stadt Jena 2012) sind die Ergebnisse der durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) vorgenommenen Modellrechnungen und der Messkampagne zur Kaltluftdynamik im Stadtgebiet. Die Ergebnisse gelten für autochthone – durch fremdbürtige Luftmassen relativ unbeeinflusste – Wetterlagen in einer „idealen Strahlungsnacht“. Dies bedeutet, es wird von einem klaren Himmel sowie keinem Wind von außerhalb des Untersuchungsgebietes ausgegangen, sodass bodennah entstehende Kaltluft vor Ort eine wichtige Funktion für das Lokalklima spielen kann. Laut Hoffman et al. (2014) ist im Stadtgebiet von Jena im Mittel von 36 bis 45 Strahlungsnächten je Jahr auszugehen, was etwa 20 % der Nächte innerhalb des Sommerhalbjahres entspricht. Somit ist zu beachten, dass die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse für die restlichen Nächte nur eingeschränkt bzw. mit schwächerer Aussagetiefe gültig sind.

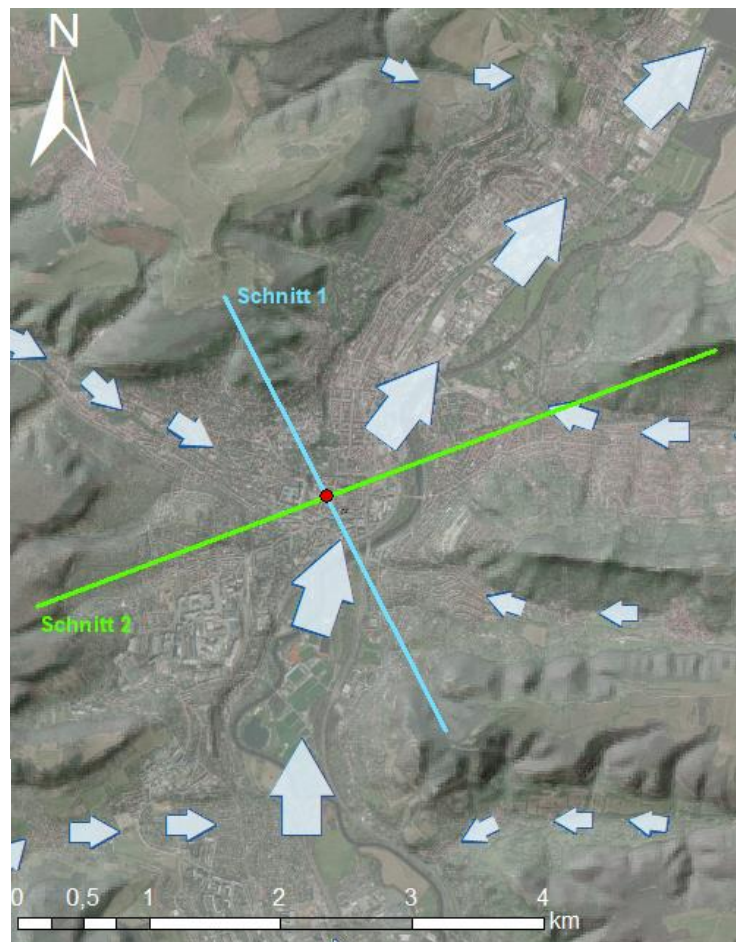
Die räumliche Auflösung der Modellierungen mit einer Rastergröße von 50 x 50 m ist nicht geeignet, um konkrete räumliche Aussagen auf der Ebene eines Bebauungsplanes zu treffen, eignet sich jedoch zur überblicksmäßigen Bewertung der möglichen Auswirkungen des kumulierenden Bauvorhabens.

Nachfolgend werden daher mesoklimatische Betrachtungen hinsichtlich der Beeinflussung der Kaltluftströmungen durch das Vorhaben sowie hinsichtlich der Kaltluftproduktion durch das Vorhaben angestellt und interpretiert.

3.1 Kaltluftströmungen

Abb. 5 gibt einen Überblick zur Lage des Untersuchungsgebietes (Eichplatz-Areal – kumulierendes Bauvorhaben) im Verhältnis zu den relevanten Kaltluftströmen sowie zur Lage der Vertikalschnitte für die nachfolgenden Detailbetrachtungen. Schnitt 1 verläuft dabei vom Windknollen im Nordwesten via Eichplatz und Saale bis hin zum Hummelsberg im Südosten, während der zweite Schnitt am Tatzend im Südwesten beginnt und am Jenzig im Nordosten endet. Auch dieser kreuzt auf seinem Weg den Eichplatz und die Saale.

Abb. 5: Lage des Untersuchungsgebietes (roter Punkt), der Geländeschnitte und der relevanten Kaltluftströme (Daten: DWD 2012, TLVermGeo 2021).



Anhand beider Profile wird im Folgenden die Entwicklung der Kaltluflhöhe und des Kaltluftabflusses für verschiedene Zeitpunkte einer simulierten Strahlungsnacht ausgewertet (Abb. 7 bis Abb. 13). In der Übersichtskarte (Abb. 5) sind u. a. der nördlich gerichtete Saaletalwind in der Mitte der Abbildung sowie kleinere Kaltluftströme in den Nebentälern des Saaletals gut zu erkennen. Dies sind - im Uhrzeigersinn rechts oben beginnend - das Gembdental, das Ziegenhainer Tal, das Pennickental, das Ammerbacher Tal sowie das Mühlthal. Das Untersuchungsgebiet liegt westlich der Saale und ca. 10 Meter über dem Niveau der Saaleau inmitten der Jenaer Kernstadt.

Abb. 6 zeigt die Kaltluftdynamik anhand des Kaltluftvolumenstroms auf Basis der eingangs erwähnten DWD Simulation mit dem Modell KLAM_21. Dargestellt sind vier Zeitschnitte im Abstand von zwei Stunden. Diese entsprechen jeweils der Zeit seit Beginn der Modellsimulation, die auf den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs fällt; d. h., „2 h nach Start“ entspricht dem Zustand zwei Stunden nach Sonnenuntergang. Die Messkampagne des DWD in Kombination mit der Kaltluftmodellierung ergeben für Jena folgendes Bild (Hoffmann et al. 2014, Kurmutz 2017):

Die Kaltluftproduktion und Kaltluftflüsse setzen spätestens kurz nach Sonnenuntergang ein. In den Seitentälern des Saaletals strömt die Kaltluft von den Hängen zunächst senkrecht zur Talachse und füllt die Seitentäler langsam auf. Bereits nach kurzer Zeit haben sich hier Talabflüsse in Richtung des Saaletals etabliert (Abb. 6a). Das Untersuchungsgebiet befindet sich zu diesem Zeitpunkt am äußersten Rand des Kaltluftflusses aus dem Mühlthal, welcher durch die zunehmende Bebauung in

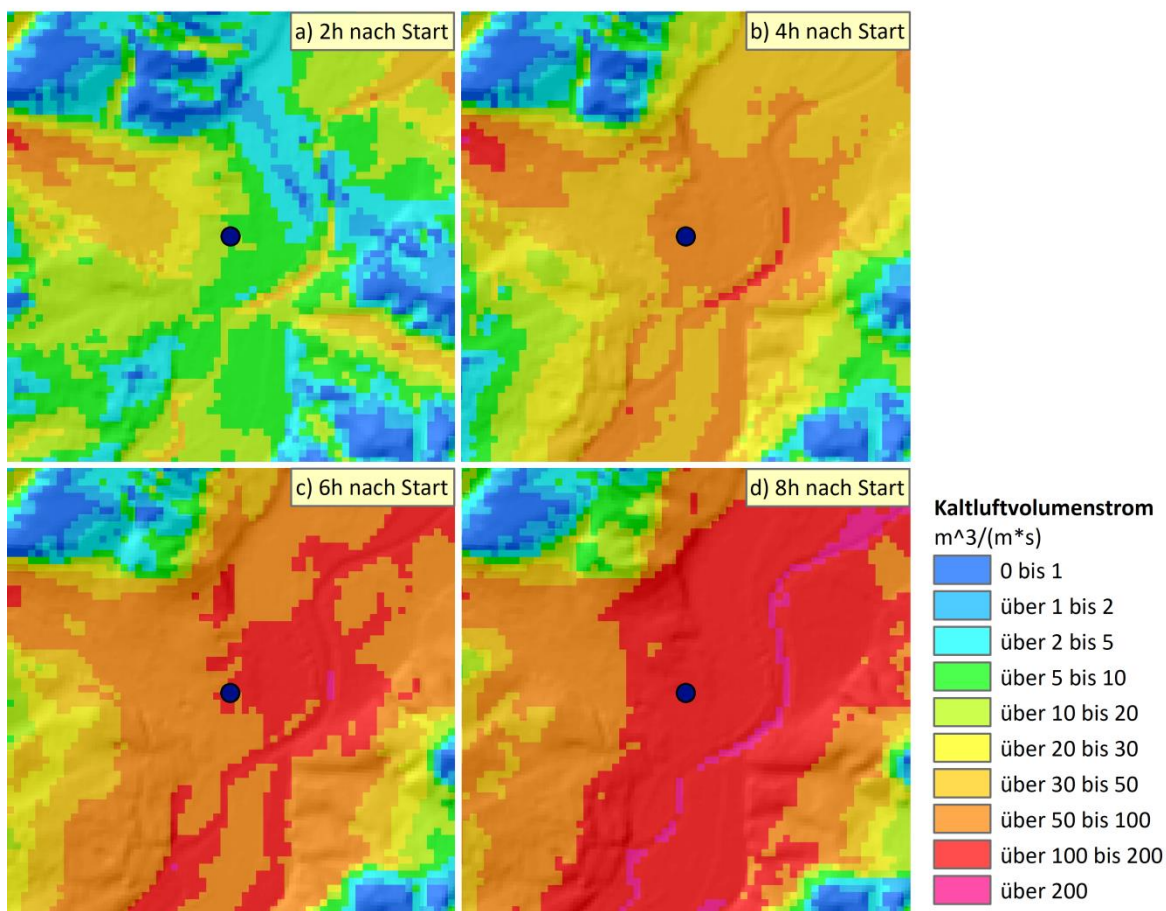


Abb. 6: Kaltluftsituation bei autochthoner Wetterlage, a) 2 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang, b) 4 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang, c) 6 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang, d) 8 Stunden nach Start bzw. Sonnenuntergang. Das Zentrum des Eichplatzes ist mit einem blauen Punkt gekennzeichnet (Daten: DWD 2012, Geoportal Thüringen 2021).

Richtung Eichplatz immer weiter abnimmt und letztlich verhältnismäßig geringe Werte beim Kaltluftvolumenstrom im Bereich von ca. 5 bis 20 m³/(m*s) erreicht.

Während der ersten Nachthälfte bestimmen die Kaltluftflüsse aus den Seitentälern des Saaletals sowie die in der Saaleaue gebildete Kaltluft das Geschehen im Stadtgebiet. Der Kaltluftzufluss führt zur Bildung einer Inversionslage im Saaletal, in Folge derer die Temperaturen auf den umliegenden Hochflächen mehrere Grad Celsius über den Temperaturen im Bereich der Kaltluftflüsse liegen können. Ab der Mitte der Strahlungsnacht entwickelt sich ein stabiler von Süden nach Norden ausgerichteter Kaltluftstrom als Talabwind im Saaletal, der das Geschehen gegenüber den Zuflüssen aus den Seitentälern dominiert (Abb. 6b und c). Dieser Saaletalwind ist autochthon und losgelöst vom regionalen Höhenwind, der in Thüringen typischerweise südwestliche bis westliche Richtungen aufweist. Der Saaletalwind ist entlang der grünen Areale der Saaleaue wahrnehmbar (Geschwindigkeit 0,5 bis 1,0 m/s), dringt aber kaum in die bebauten Bereiche der Kernstadt ein. Ein Maximum der Strömungsgeschwindigkeit stellt sich erst über Dachniveau in Höhen von 30 bis 60 m ein (1,0 bis 2,5 m/s). Ab etwa vier Stunden nach Sonnenuntergang befindet sich auch das Untersuchungsgebiet unter Einfluss dieses kräftigeren Saaletalwindes (Kaltluftvolumenstrom ca. 30 bis 100 m³/(m*s)).

Zum Ende der Strahlungsnacht existiert mit dem Saaletalwind ein deutlich ausgeprägter Kaltluftstrom (Abb. 6d). Einige Kaltluftflüsse aus den Seitentälern sind dann bereits zum Erliegen gekommen (Erschöpfung der Kaltluftbildung), u. a. im Gembden- und Pennickental, während andere Seitentäler, z. B. das Mühlthal, die ganze Nacht Kaltluft zuführen. Auch im Untersuchungsgebiet dominiert zu diesem Zeitpunkt der Saaletalwind das Geschehen mit einem Kaltluftvolumenstrom von 100 bis 200 m³/(m*s). Das Saaletal ist zum Ende der Nacht mit Kaltluft gefüllt, wobei die Randhöhen des Tals nicht ganz erreicht werden.

Die Kaltluftdynamik im Talquer- bzw. -längsschnitt zeigen die Abb. 7Abb. 14 für vier Zeitstufen nach jeweils einer Stunde, zwei Stunden, vier Stunden und acht Stunden Simulationszeit bzw. Nachtdauer. Die Lage der Schnitte ist der Abb. 5 zu entnehmen.

Nach einer Stunde Simulationszeit beträgt die Kaltluftmächtigkeit ca. 5 m über dem Untersuchungsgebiet und etwa 25 m über der Saaleaue. Deren Fließgeschwindigkeit ist mit Werten von 0,1 m/s im Bereich des Eichplatzes zu vernachlässigen. Entlang der Saaleaue werden hingegen stellenweise schon bis zu 0,5 m/s erreicht (Abb. 7Abb. 8).

Bereits zwei Stunden nach Sonnenuntergang zeigen beide Talquerschnitte (Abb. 9 & Abb. 10) ein schnelles Wachstum der Kaltluftmächtigkeit auf etwa 60 m sowohl über der Saaleaue als auch über dem Untersuchungsgebiet. Die Geschwindigkeiten erhöhen sich im Untersuchungsgebiet auf bis zu 0,5 m/s, bleiben damit jedoch auf niedrigem Niveau. Entlang der Saaleaue zeigt der Schnitt 1 (Abb. 9) nach wie vor ebenfalls Geschwindigkeiten von bis zu 0,5 m/s, während beim zweiten Schnitt (Abb. 10), welcher die Saale weiter nördlich kreuzt, sogar eine leichte Abnahme der Fließgeschwindigkeit auszumachen ist.

Vier Stunden nach Sonnenuntergang wird der Hauptteil des Saaletales von einem breiten Saaletalwind mit geringer Geschwindigkeit (0,1 bis 0,5 m/s) nach Norden durchströmt, was in beiden Querschnitten zu erkennen ist (Abb. 11 & Abb. 12). Außerdem ist die Kaltfluthöhe erneut deutlich auf nun 120 m angewachsen (110 m über dem Untersuchungsgebiet). Im Bereich des Eichplatzes werden zwar ebenfalls Fließgeschwindigkeiten von 0,1 bis 0,5 m/s erreicht, allerdings

zeigt das zweite Profil (Abb. 12), dass im unmittelbaren Umfeld auch Werte unter 0,1 m/s auftreten.

Am Ende der Simulationsdauer nach acht Stunden beträgt die Kaltflufthöhe etwa 180 m über der Saale und 170 m über dem Eichplatz. Die Fließgeschwindigkeit im Bereich der Saaleaue beträgt nun konstant zwischen 0,5 bis 1,5 m/s, was einem mittleren bis hohen Niveau entspricht. Am Eichplatz werden beim ersten Profil ebenfalls Geschwindigkeiten zwischen 0,5 und 1,5 m/s (Abb. 13) erreicht, während das zweite Profil geringere Werte ($< 0,5$ m/s) aufweist (Abb. 14).

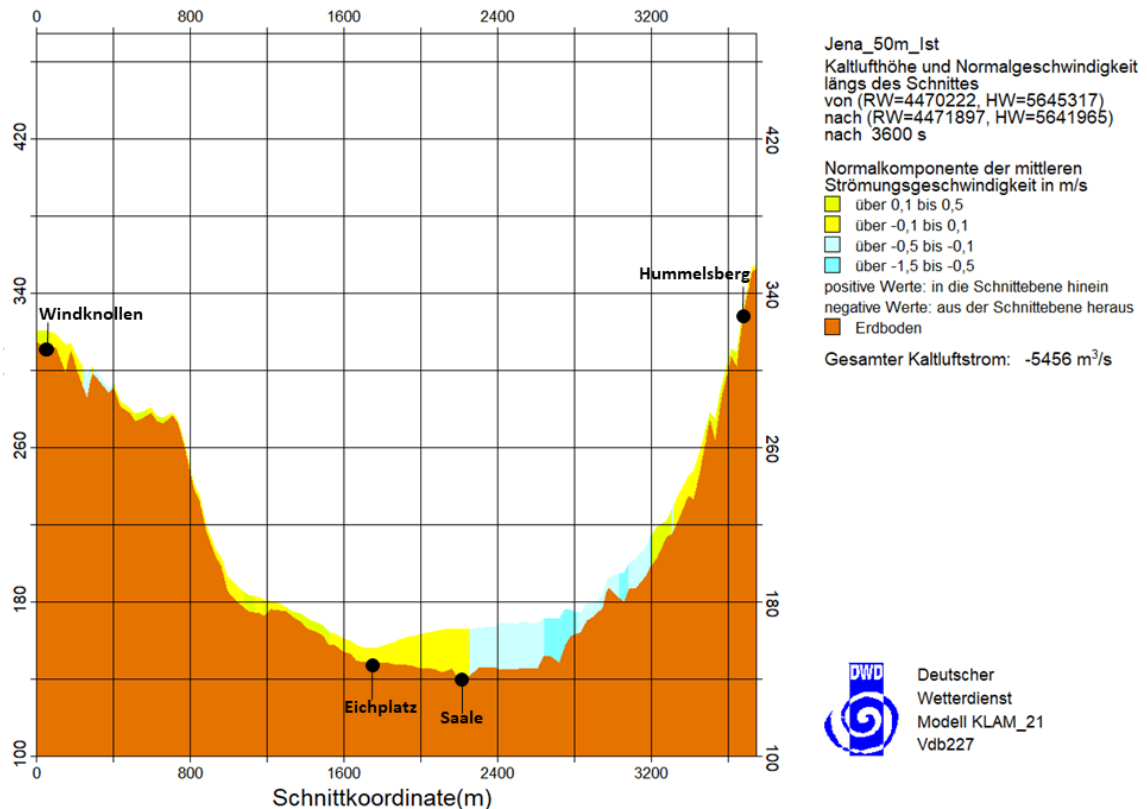


Abb. 7: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) eine Stunde nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

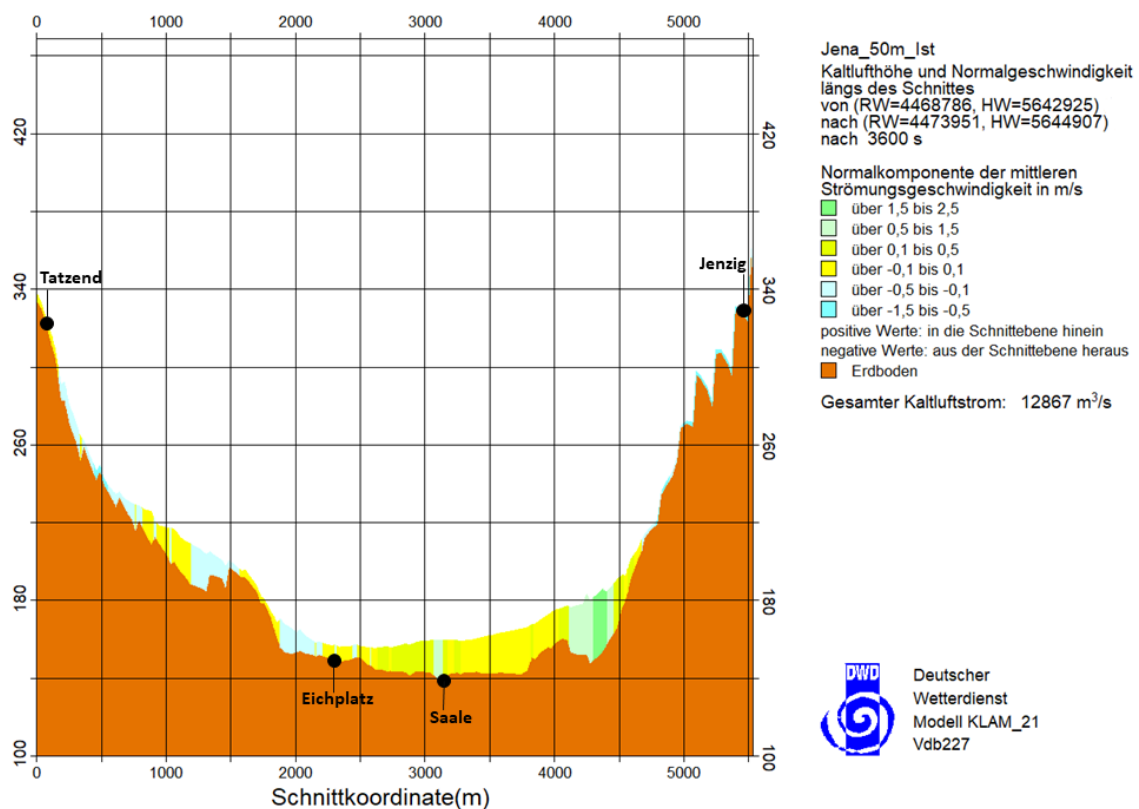


Abb. 8: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) eine Stunde nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

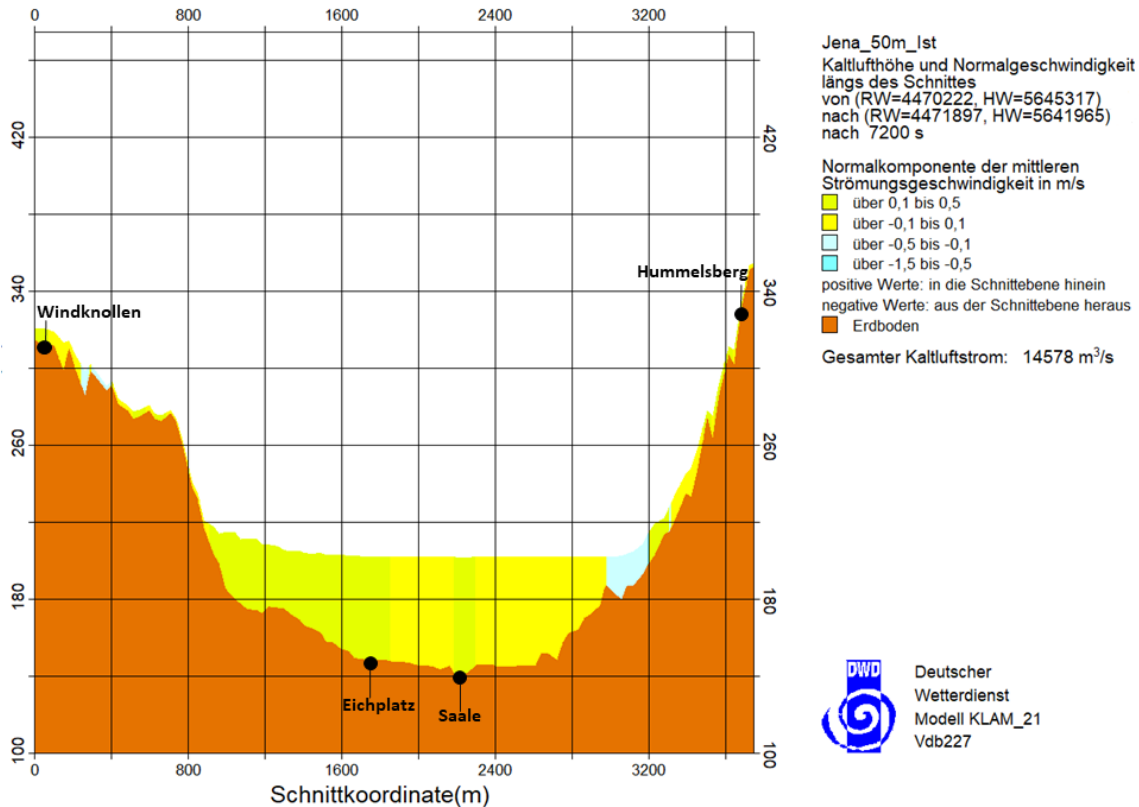


Abb. 9: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) zwei Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

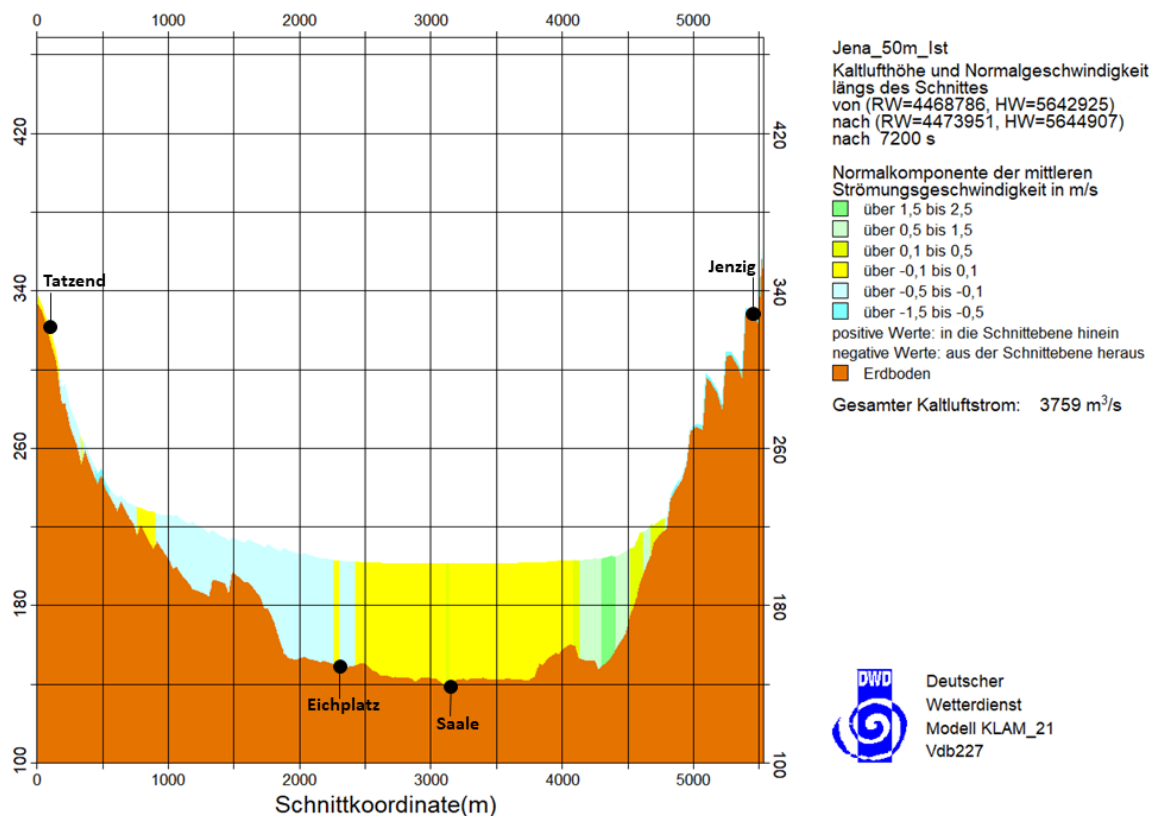


Abb. 10: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) zwei Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

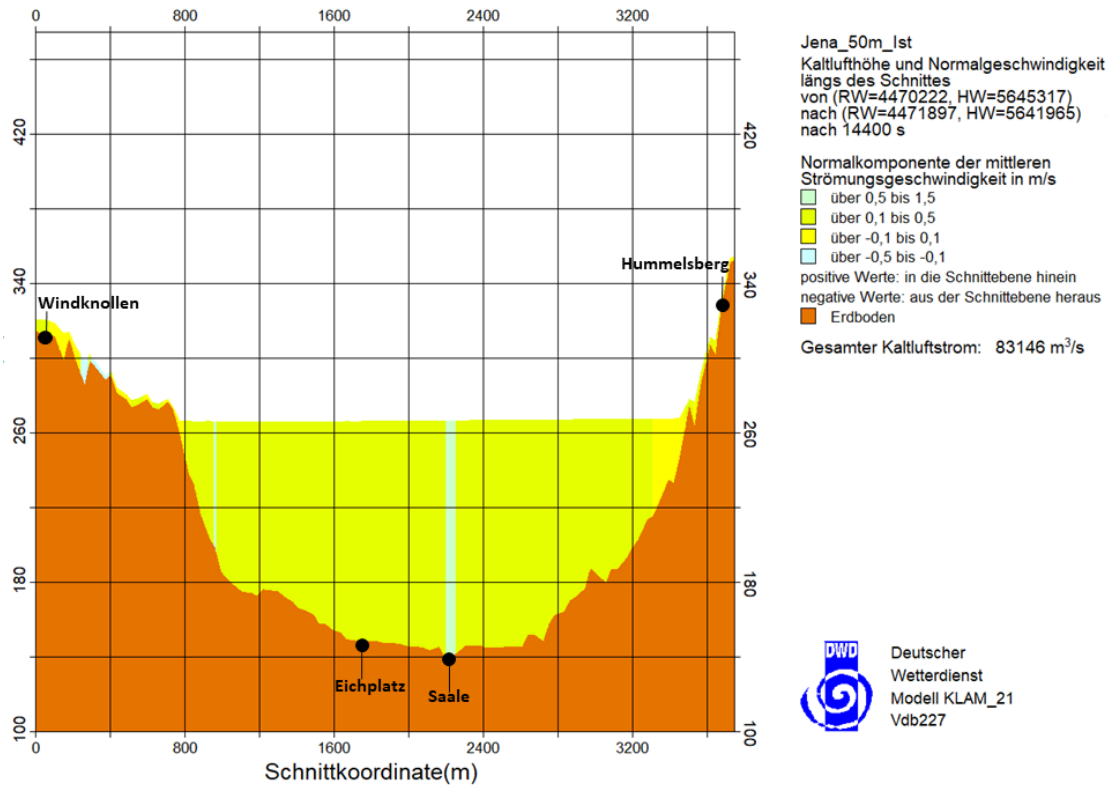


Abb. 11: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) vier Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

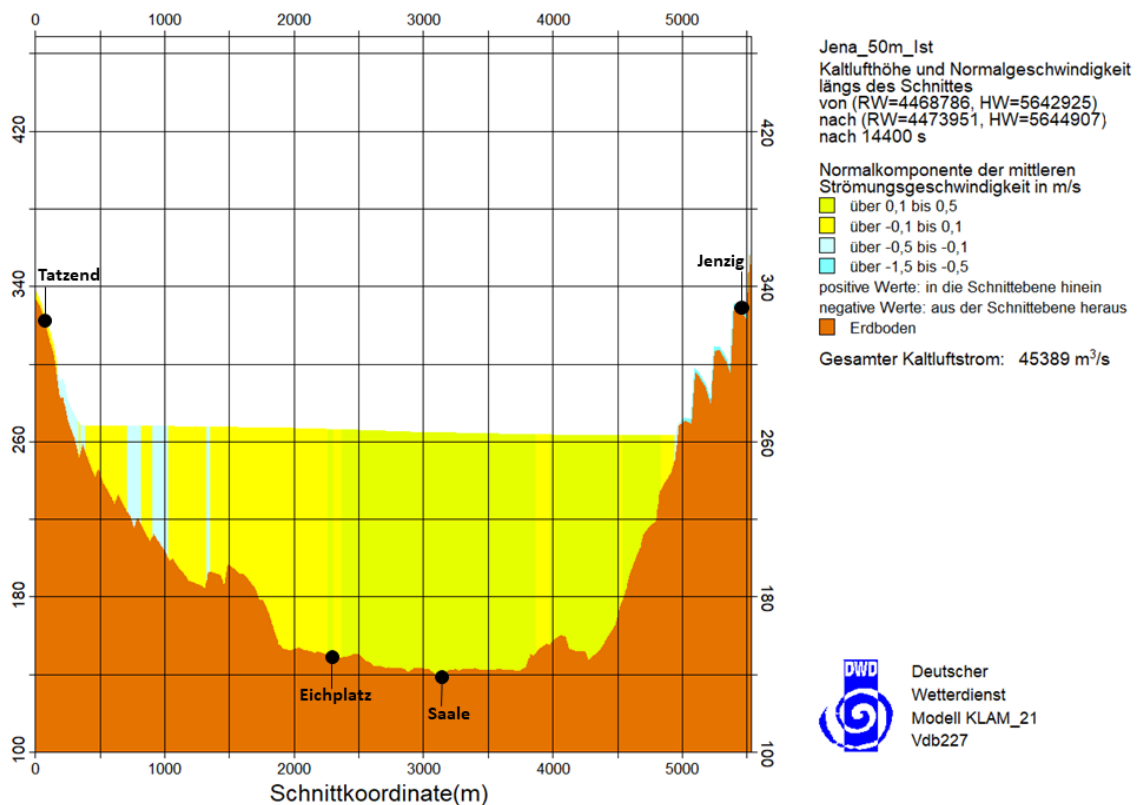


Abb. 12: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) vier Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

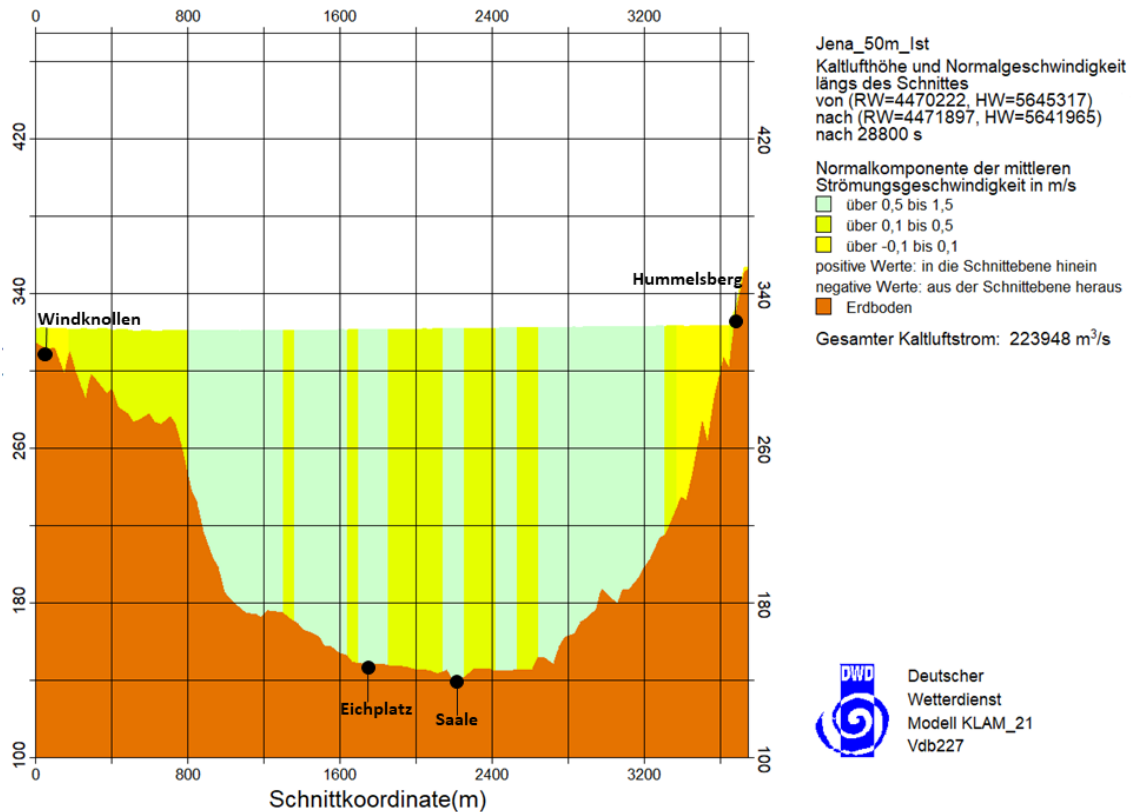


Abb. 13: Schnitt 1 durch das Saaletal von Nordwesten (Windknollen) nach Südosten (Hummelsberg) acht Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

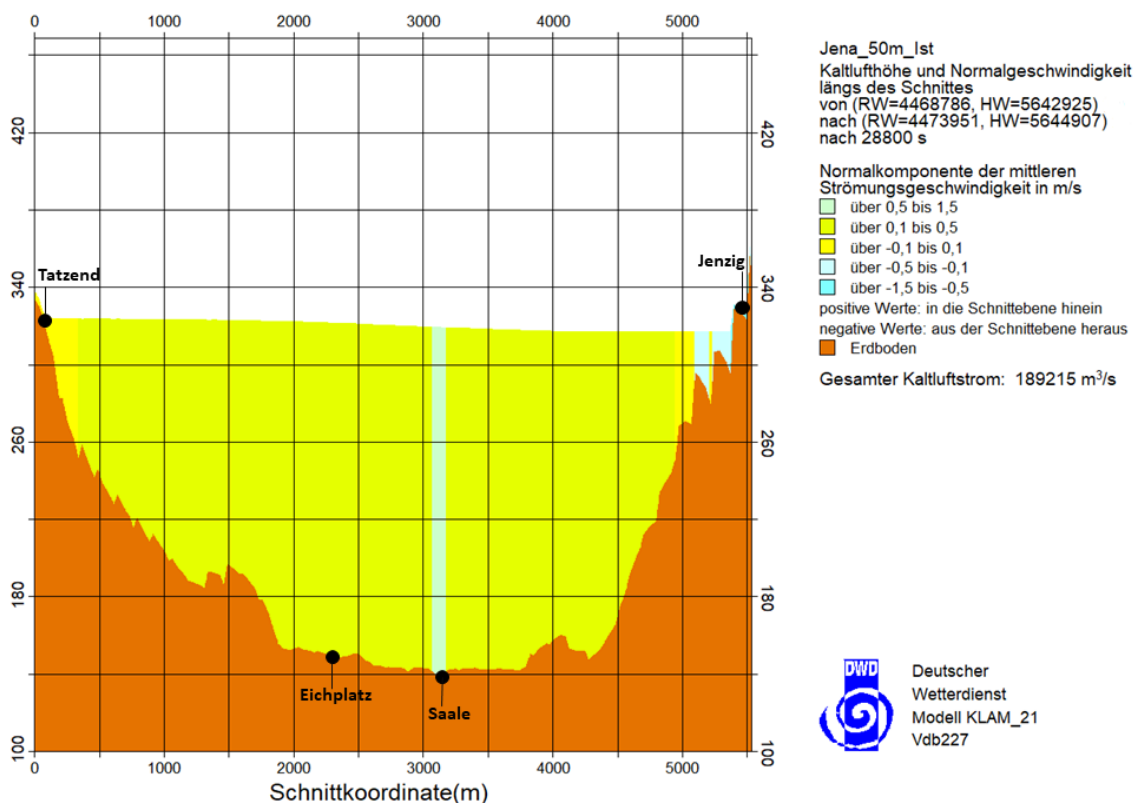


Abb. 14: Schnitt 2 durch das Saaletal von Südwesten (Tatzend) nach Nordosten (Jenzig) vier Stunden nach Simulationsbeginn bzw. Sonnenuntergang. (Daten: DWD 2012).

Anhand der vorausgegangen Betrachtungen lassen sich hinsichtlich der Kaltluftdynamik im Untersuchungsgebiet folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Die vorhandene Bebauung (Stadtkörper Jena) stellt generell ein Strömungshindernis für Kaltluftabflüsse dar. Aufgrund seiner Lage im Zentrum der Stadt wird der Eichplatz nicht/kaum von geringmächtigen Kaltluftabflüssen aus den Saalenebentälern sowie der Saaleau erreicht. Nur im Falle einer "idealen Strahlungsnacht" (vgl. Hoffmann et al. 2014), in der mächtige Kaltluftvolumenströme im Saaletal akkumulieren und Bebauungsstrukturen entsprechend überströmt werden, wird auch das Untersuchungsgebiet mit Kaltluft "versorgt".

Die Neubebauung des Eichplatzes lässt daher auch keine grundlegenden Veränderungen auf die Kaltluftströmungen im Vergleich zum derzeitigen Zustand erwarten. In der Anfangsphase einer "Idealnacht" (< 2 Stunden Simulationszeit) kann eine geringfügige Verringerung des Kaltluftvolumenstroms und des Kaltluftabflusses aufgrund der drei neuen Hochhäuser (Strömungshindernisse) erfolgen, die jedoch gegenüber den mächtigen Kaltluftflüssen einer Idealnacht (Abb. 6 bis Abb. 14) als unerheblich für das Stadtklima einzuschätzen ist.

3.2 Kaltluftproduktion

Kap. 3.1 hat gezeigt, dass eine effektive nächtliche Abkühlung des Eichplatzes durch Kaltluft ausschließlich an sogenannten idealen Strahlungsnächten gegeben ist, wobei jedoch nur etwa 20 % aller Nächte eines Sommerhalbjahres im Jenaer Stadtgebiet die dafür nötigen Bedingungen (keine übergeordnete Luftströmung, keine/geringe Bewölkung) aufweisen. Hinsichtlich der übrigen Sommernächte ist demnach davon auszugehen, dass der Eichplatz nicht oder nur geringfügig einem Kaltlufteinfluss und der damit verbundenen - im Hinblick auf die sommerliche Wärmebelastung sehr bedeutsamen - nächtlichen Abkühlung ausgesetzt ist.

Angesichts der Lage und der damit verbundenen hohen bioklimatischen Bedeutung des Eichplatz-Areals (Kap. 2) wäre eine Verstärkung bzw. Schaffung des Kaltlufteinflusses somit sehr wünschenswert. Die Zufuhr von Kaltluft von außerhalb des Eichplatz-Areals ist, wie Kap. 3.1 gezeigt hat, über das Vorhandensein von idealen Strahlungsnächten hinaus, durch die umgebende Bebauung eingeschränkt und stellt somit eine stadtplanerische Fragestellung dar, die im Rahmen eines B-Plan-bezogenen Gutachtens nicht beantwortet werden kann. Somit besteht ausschließlich die Möglichkeit durch kleinteilige Kaltluftentstehungsflächen vor Ort im Untersuchungsgebiet bodennahe Kaltluft in vergleichsweise geringer Quantität zu generieren, indem ein möglichst hoher Anteil klimaaktiver Fläche - verdunstungsaktive Freiflächen wie Wiesen, Gärten oder (eingeschränkt) Dachbegrünung - planerisch vorgesehen wird.

Die gegenwärtige Flächennutzung im Untersuchungsgebiet ist durch einen hohen Versiegelungsgrad und starke Überbauung gekennzeichnet. Zwischen den Gebäuden finden sich jedoch auch kleinere Grünflächen, für die eine Kaltluftentstehung – wenn auch in geringem Maße – angenommen werden kann. Für den Planzustand des kumulierenden Vorhabens kann von einer Begrünung um und zwischen den Gebäuden ausgegangen werden. Zugleich sind Dachbegrünungen und eine Begrünung der Dachterrassen vorgesehen. Die absolute Flächengröße der Grünflächen des aktuellen Gestaltungsentwurfes übersteigt die des Bestandes. Auch dürfte die Qualität der neu anzulegenden Grünflächen hinsichtlich Kaltluftproduktion höher sein als die des derzeitigen Bestandes.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei Umsetzung des zugrundeliegenden Gestaltungsentwurfes von einer volumenmäßigen Erhöhung der Kaltluftproduktion im Untersuchungsgebiet auszugehen ist. Aufgrund der vergleichsweise kleinen Flächenkulisse kann es sich dabei allerdings nur um geringe Quantitäten handeln, die jedoch von Bedeutung hinsichtlich der nächtlichen Abkühlung der östlich gelegenen Quartiere im Sommer sein können.

4. Modellierung und Bewertung der bioklimatischen Situation

4.1 Das Mikroklimamodell ENVI_MET

Zur Modellierung der mikroklimatischen Verhältnisse wird das dreidimensionale numerische Simulationsmodell ENVI_MET 4.4.6 verwendet. Die damit erzeugten Ergebnisdatensätze werden anschließend mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) visualisiert und analysiert. Meteorologische Messdaten liegen für das Gebiet nicht vor und können somit auch nicht zur Validierung der Simulationsergebnisse genutzt werden. Die Modellwelt wird numerisch vom Wind durchströmt und von der Sonne beschienen. Durch die Wechselwirkungen von Sonne und Schatten und die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Materialien entwickeln sich im Laufe eines simulierten Tages im Modell unterschiedliche Oberflächentemperaturen, die ihre Wärme in Abhängigkeit vom Strömungsfeld mehr oder minder stark an die Luft abgeben. Nicht berücksichtigt werden kann der Einfluss von Stoff- und Energieflüssen, die lateral auf das Gebiet wirken. Die Modellierung der mikroklimatischen Verhältnisse wurde für den 1. Juli eines Jahres durchgeführt. Diese Konstellation wurde gewählt, um einen wolkenlosen und niederschlagsfreien Tag mit hohen, strahlungsbedingten Temperaturdifferenzen zu simulieren. Die Vernachlässigung lateraler Einflüsse betrifft in diesem Fall lediglich die nächtlichen Kaltluftzuflüsse, welche für die Uhrzeit der Betrachtung (13:00 Uhr) keinen Einfluss haben.

Im Ergebnis der ENVI_MET Modellierung wird die Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) berechnet, um das tatsächliche Temperaturempfinden im Freiraum wiedergeben zu können. Die physiologische Äquivalenttemperatur (PET) ist ein objektives thermisches Behaglichkeitsmaß, welches das subjektive thermische Empfinden in Abhängigkeit weiterer atmosphärischer Zustandsgrößen ausdrückt (VDI Richtlinie 3787, Blatt 2). Der PET-Wert gibt nur das mittlere Empfinden einer größeren Personengruppe an, das individuelle Empfinden kann davon jedoch abweichen.

PET	Thermisches Empfinden	Thermophysiologische Belastungsstufe	Physiologische Wirkung
4 °C	sehr kalt	extreme Belastung	Kältebelastung
8 °C	kalt	starke Belastung	
13 °C	kühl	mäßige Belastung	
18 °C	leicht kühl	schwache Belastung	
23 °C	behaglich	keine Belastung	Wärmebelastung
29 °C	leicht warm	schwache Belastung	
35 °C	warm	mäßige Belastung	
41 °C	heiß	starke Belastung	
	sehr heiß	extreme Belastung	

Abb. 15: Belastungsstufen PET, Kuttler 2013

Die entscheidenden, individuellen Parameter der Berechnung für die PET sind:

- Lufttemperatur
- Sonnenexposition
- Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit
- Bekleidung
- körperliche Aktivität

Der PET-Wert ist weit besser als Beurteilungsgrundlage für das Bioklima geeignet, als reine Temperaturwerte, da für das thermische Empfinden Luftfeuchte (partieller Wasserdampfdruck), Sonne/Schatten (mittlere Strahlungstemperatur), Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit sowie die körperliche Tätigkeit (metabolische Rate) und die Wahl der Kleidung für die empfundene Wärmebelastung entscheidend sind. Die PET wird in Grad Celsius (°C) ausgedrückt und umfasst eine Skala von 0 °C bis >40 °C (Abb. 15).

4.2 Eingangsdaten und Annahmen für Modellierung der bioklimatischen Situation

Klimatische Randbedingungen

Um die klimatischen Randbedingungen für das Untersuchungsgebiet zu definieren, werden für die Modellläufe von Ist-Zustand und geplanter Bebauung eine Reihe zeitlich/räumlich konstanter Parameter festgelegt:

Zeitliche und räumliche Einordnung des Gebietes:

- Lage: 50,55° N / 11,35° E
- Startdatum: 1. Juli; 5.00 Uhr

Klimatische Startbedingungen:

- Temperatur: 293 K (etwa 20°C)
- relative Luftfeuchtigkeit in 2 m Höhe: 70 %

klimatisch konstante Randbedingungen während der Simulation:

- vorherrschende Luftströmungsrichtung: 225° (aus Südwesten)
- Strömungsgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 1,5 m/s
- Bewölkung: keine

Die klimatischen Start- und Randbedingungen wurden anhand von Messdaten (DWD-Station Jena Schillergäßchen) für typische sommerliche, autochthone Wetterlagen mit hoher Einstrahlung abgeleitet, welche beispielsweise in den Jahren 2018 und 2019 in den Sommermonaten gehäuft aufgetreten sind. Das Datum 1. Juli wurde gewählt, um die zeitlich nahe des Sonnenhöchststandes entsprechend hohen Einstrahlungswerte der Sonne zu berücksichtigen. Der simulierte Tag entspricht einem heißen Sommertag.

Bauliche Konfiguration des Gebietes

Das Modellgebiet hat eine Größe von 230 x 165 Zellen mit einer Auflösung von 1,5 m und entspricht damit einer realen Flächengröße von 350 m x 245 m (85.750 m²).

Das Relief erreicht Höhen ü. NN von 166 m bis 197 m. Das Gelände fällt leicht in östlicher Richtung ab.

Oberflächen, Gebäude, Relief und Grünbestand für den Ist-Zustand

Als Grundlage für den Bestand des Modellgebietes wurden Daten eines LOD2-Gebäudemodells des Thüringer Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation (TLBG) verwendet. Sämtliche Oberflächenmaterialien wurden auf Grundlage einer Vor-Ort-Begehung und ergänzend anhand des aktuellen Planungsstandes sowie von Luftbildern abgeleitet (Abb. 16). Bei der Attributierung des Oberflächenmaterials wird vor allem zwischen unversiegelten und versiegelten Flächen unterschieden. Im unversiegelten Fall wurde die Bodenart sandiger Lehm zugewiesen, während im versiegelten Fall das verwendete Baumaterial (Asphalt, Granit, Kalkstein, Beton, Dachpappe usw.) angegeben wurde. Das Oberflächenmaterial ist von besonderer Bedeutung für das Rückstrahlungsvermögen (Albedo) und dem daraus abgeleiteten Potenzial zur Erwärmung der bodennahen Luftschicht.



Abb. 16: Annahmen Ist-Zustand (Kartenportal der Stadt Jena - www.map.jena.de; Zugriff: 27.09.2021)

Oberflächen, Gebäude, Relief und Grünbestand für den Plan-Zustand

Als Grundlage für die Modellierung der Gebäude (Höhen, Umrisse, Materialien) und der Oberflächen (Wege, Straßen und Freiflächen) der geplanten Bebauung dienen die zum Stand der Bearbeitung vorliegenden Planungsgrundlagen und Entwürfe (Übersichtspläne, Außenanlagenplanung, Baubeschreibungen, Gründachbeschreibungen etc.). Es wird angenommen, dass die Grünflächen intensiv gepflegt und auch in Trockenphasen bewässert werden und somit ihre Verdunstungsleistung auch an besonders heißen Tagen gegeben ist. Für die Dachflächen der

Gebäude ist z. T. eine extensive Dachbegrünung geplant. In der Summe wird ein Gründachanteil auf dem gesamten Gebäudekomplex von mindestens 25 % angestrebt. Als Grundlage für das Umfeld der geplanten Bebauung des Modellgebietes wurden Daten eines LOD2-Gebäudemodells des Thüringer Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation (TLBG) verwendet und wurden im Vergleich zum Ist-Zustand nicht verändert.

4.3 Ergebnis der mikroklimatischen Modellierung der bioklimatischen Situation

Für die Modellierung des Ist- und des Planzustandes ergeben sich ein stark erhöhtes Niveau der PET-Werte mit erheblichen Wärmebelastungen (vgl. Abb. 15). Dies ist in erster Linie auf die zugrundeliegenden Randbedingungen zurückzuführen, die einen sehr heißen Tag (Temperaturen bis 35°C, sonnig, schwach windig) annehmen; ein extremer Zustand, der aktuell an vergleichsweise wenigen Tagen pro Jahr auftritt, zukünftig jedoch durchaus einen typischen Sommertag repräsentiert. Die Untersuchung zielte auf die Feststellung, wo im Untersuchungsgebiet bei starker Hitze lokale Wärmeinseleffekte aufgrund der Oberflächen und baulichen Konfiguration auftreten können. Die simulierten Ergebnisse stellen ausschließlich die mikroklimatischen Bedingungen für eine autochthone sommerliche Hochdruckwetterlage dar und lassen keine Rückschlüsse auf die mikroklimatischen Bedingungen für andere Wetterlagen zu.

ENVI_MET wurde ausgewertet für die Darstellung der PET in ca. 1,0 m über Grund (außerhalb von Gebäuden), jene PET, die bei Aufenthalt im Freien auf den Körper einwirkt bzw. empfunden wird. Bewusst wurde 13:00 Uhr als Bewertungszeitpunkt gewählt, um die Bedingungen während des höchsten Sonnenstandes und dementsprechend kleinsten Schattenflächen zu bewerten.

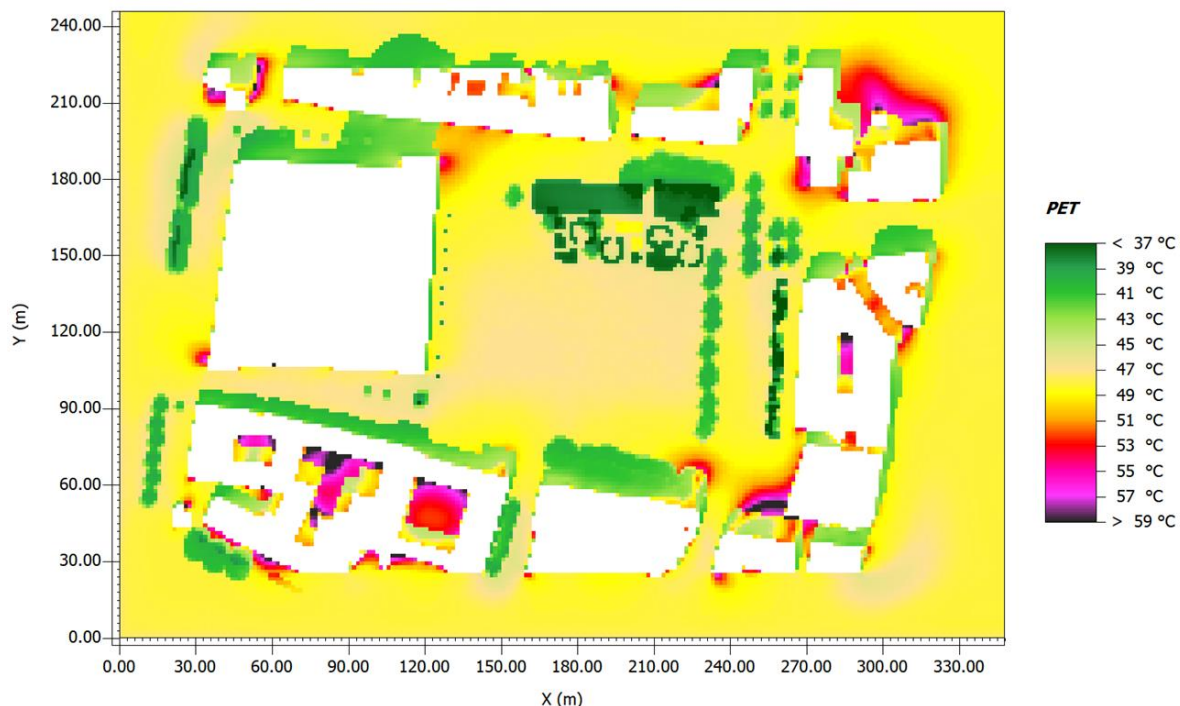


Abb. 17: Ergebnis ENVI_MET für PET um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

Ergebnis für den Ist-Zustand

In Abb. 17 ist das Modellierungsergebnis für die Physiological Equivalent Temperature (PET, Kap. 4.1) dargestellt. Es zeigt sich, dass – unter den beschriebenen klimatischen Rahmenbedingungen (Kap. 4.2) - im gesamten Eichplatz-Areal PET-Werte im Bereich starker Belastung sowie extremer Belastung v. a. aufgrund der hohen Sonnenexposition vorherrschen. Deutlich hervor treten die Grünstrukturen (Stadtpark, Baumreihen) als vergleichsweise wenig wärmebelastete Rückzugsräume sowie die Gebäudeschatten der umgebenden Bestandsbebauung. Insgesamt weist der Eichplatz eine recht homogene PET auf; insbesondere der Bereich des Baufeldes A zeitigt hier lediglich eine PET-Amplitude im Bereich von etwa 46°C bis 48 °C. Ursächlich hierfür ist im Wesentlichen die einheitliche bauliche Prägung (vollversiegelter Parkplatz), wodurch sich die Flächen relativ gleichmäßig unter Begünstigung der hohen Strahlungsexposition aufheizen können. In der Simulation werden daher im Bereich des Baufeldes A Lufttemperaturen in 1m Höhe von über knapp 30°C erreicht (Abb. 21 im Anhang). Leicht PET-mindernd kommt hier jedoch der Einfluss des Windes zum Tragen, welcher aufgrund fehlender Strömungshindernisse von der Kollegiengasse bzw. dem Nonnenplan das Baufeld zu überströmen vermag (Abb. 23 im Anhang).

Insgesamt ist der stark versiegelte und kaum Grünbestand aufweisende Ist-Zustand als fast flächendeckend bioklimatisch problematisch zu bewerten.

Ergebnis für den Plan-Zustand

Anhand der Simulationsergebnisse zum Plan-Zustand (Abb. 18) lässt sich ein durch die Neubebauung zu erwartendes Mosaik an kleinräumigen Bereichen mit teils sehr unterschiedlicher Behaglichkeit (PET-Werten) erkennen. Einerseits bewirken die zusätzlichen, hohen Gebäude vielfach zusätzliche Beschattung in den nördlich angrenzenden Arealen (insb. bei den Gebäuden B und C erkenntlich). Andererseits entstehen durch das Zusammenwirken verschiedener Parameter (v. a.

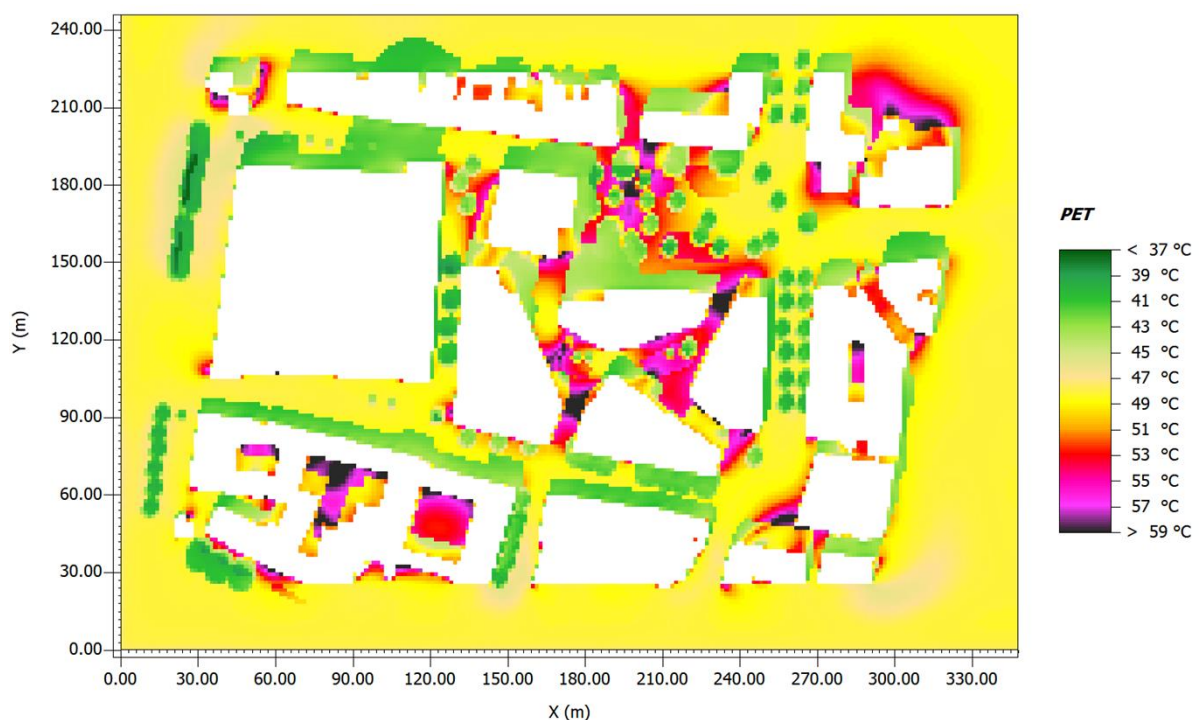


Abb. 18: Ergebnis ENVI_MET für PET um 13:00 Uhr, 1. Juli, Plan-Zustand (weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

verminderte Ventilation, starke Strahlungsexposition, Gebäuderückstrahlung) Teilbereiche mit teils extremer Wärmebelastung. Im Baufeld A ergibt sich eine derartige Konstellation für den Bereich der Plangasse 3 (südöstlich von Gebäude A), in dem gefühlte Temperaturen von über 55 °C erreicht werden. Die Simulationsergebnisse stellen jedoch nur eine Momentaufnahme (Zustand um 13.00 Uhr am 1. Juli) eines simulierten heißen Tages dar. Im Tagesverlauf finden vielfältige kleinräumige Veränderungen der maßgeblichen mikroklimatischen Parameter statt, sodass sich das Mosaik aus relativ behaglichen und relativ belasteten Teilbereichen bzw. Lokalitäten fortwährend verändert. Es sollten daher aus den Simulationsergebnissen keine lokalspezifischen Maßnahmen zur mikroklimatischen Optimierung abgeleitet werden, sondern im Gesamtvorhaben grundlegende bioklimatische Optimierungsoptionen Berücksichtigung finden (siehe hierzu Kap. 6).

Gut erkennbar ist der positive Effekt des Großgrüns; durch dessen Verdunstungskühlung und Beschattung werden kleinräumige PET-Minderungen von bis zu 15 °C erreicht. Von großer Bedeutung hierbei sind auch die für Baufeld A vorgesehenen zusätzlichen Baumpflanzungen; bspw. im Bereich der Plangasse 3 oder auf den Johannisterrassen, welche die kleinräumig auftretenden hohen Belastungszustände teilweise zu kontrapunktieren vermögen.

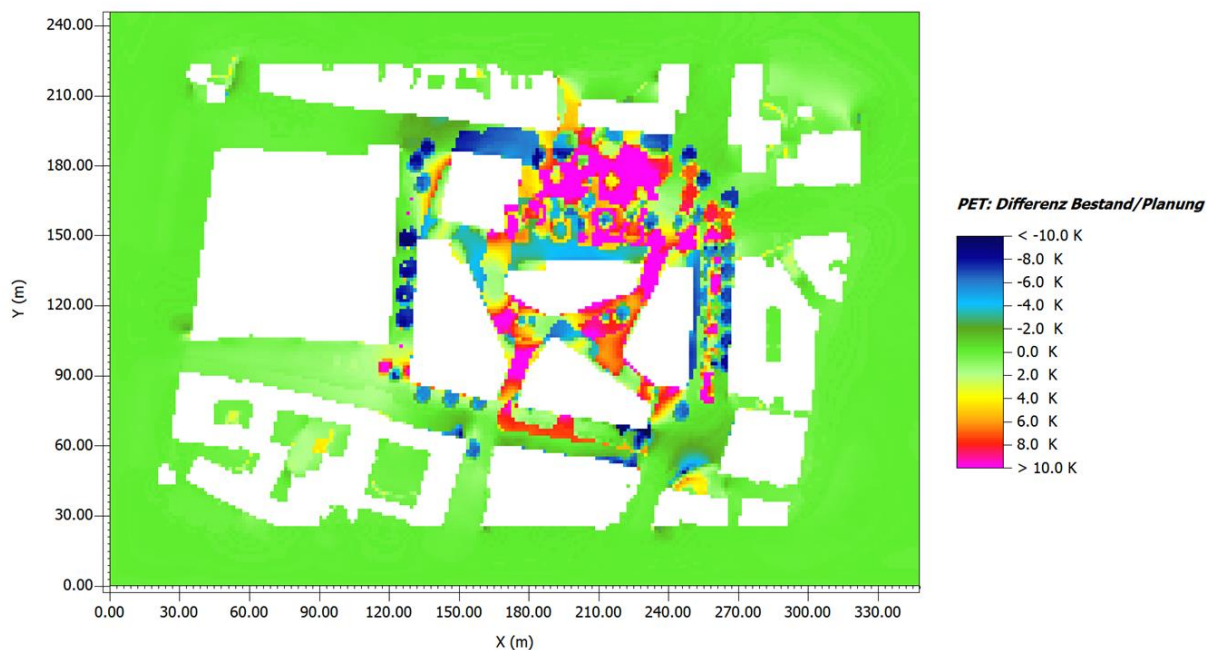


Abb. 19: Ergebnis ENV_LMET für PET um 13:00 Uhr, 1. Juli, Differenz der PET zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

In Summe werden durch die geplante Neubebauung die relativ homogenen bioklimatischen Verhältnisse des Ist-Zustandes (relative Gleichverteilung der Lufttemperatur, geringe Unterschiede beim Wind, PET insbesondere von der Beschattung abhängig) gebrochen. Das Simulationsergebnis des Plan-Zustandes (Abb. 18) weist daher wesentlich kleinräumigere Muster und eine deutlich erhöhte Differenzierung hinsichtlich der PET auf. Die Differenzendarstellung (Abb. 19) belegt dies eindrücklich.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mit der Steigerung der Heterogenität hinsichtlich der räumlichen Darstellung der PET insgesamt keine Erhöhung derselben in Summe einhergeht (Abb.

19). Eine Zunahme der bereits sehr hohen bioklimatischen Belastungssituation des Ist-Zustandes ist durch die geplante Neubebauung somit nicht gegeben – kleinräumig wird es Areale mit nochmals gesteigertem Wärmeempfinden geben - die im Tagesverlauf räumlich stark variieren werden - zugleich aber auch angenehmer temperierte Bereiche im Vergleich zum Ist-Zustand.

Es kann zudem festgehalten werden, dass durch die geplante bauliche Konfiguration keine wesentlichen negativen bioklimatischen Auswirkungen (während einer autochthonen sommerlichen Hochdruckwetterlage) auf die angrenzende Bestandsbebauung zu erwarten sind (Abb. 19).

4.4 Bewertung der Aufenthaltsqualität auf den Dachterrassen

Neben den in diesem Kapitel dargestellten Simulationen der bioklimatischen Situation in 1 m über dem Boden (Kap. 4.3) wurde zudem die PET im Bereich der geplanten Dachterrassen – demnach in 5 m über Grund - des Baufelds A (eine am Gebäude A und eine am Gebäude C – C-West) simuliert, welche als Bewertungsgrundlage für die Aufenthaltsqualität auf den Dachterrassen des Baufeldes A dienen soll.

Abb. 20 zeigt die Physiologische Äquivalenttemperatur (PET) des betreffenden Ausschnitts des EichplatzAreal in einer Höhe von 5 m über dem Boden. Der Aufenthaltsbereich der Dachterrassen ist jeweils durch eine schwarze Umrandung dargestellt. Grundsätzlich wird ersichtlich, dass die PET in 5 m Höhe nicht die Dimensionen erreicht, wie in 1 m über dem Boden (vgl. Abb. 18) und die Wärmebelastung in dieser Höhe somit etwas geringer gegeben ist.

Die bioklimatischen Verhältnisse der Dachterrasse des Gebäudes A (Abb. 20) werden in erster Linie von der Strahlungsexposition beeinflusst; da diese Terrasse nach Osten/Nordosten exponiert ist

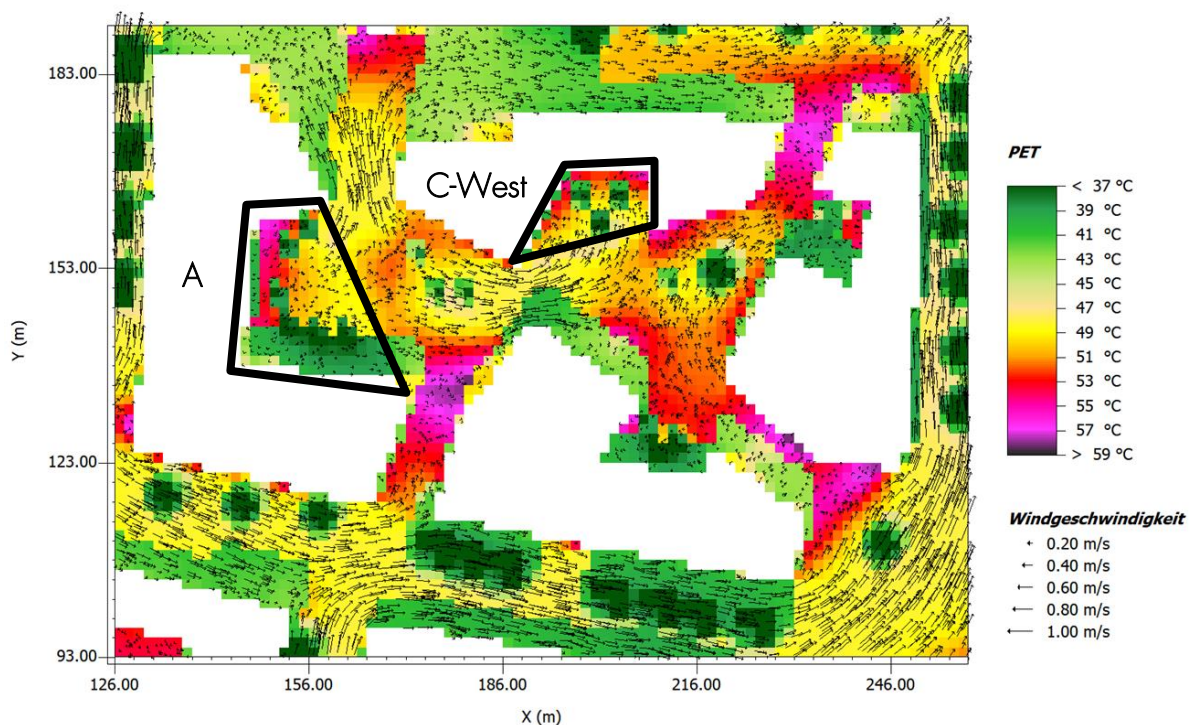


Abb. 20: Ergebnis ENVI_MET für PET um 13:00 Uhr, 1. Juli; PET des Plan-Zustands in 5 m über dem Boden, also dem Höhenniveau der Dachterrassen (Ausschnitt; weiße Flächen sind Gebäude, keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

erfährt sie somit den wesentlichen Strahlungsinput im Verlaufe des Vormittags. Zum Zeitpunkt der Simulation (13.00 Uhr) zeigt sich ein differenziertes Bild: In den nördlichen/nordwestlichen Bereichen der Terrasse liegen kleinräumig relativ hohe PET-Werte aufgrund der starken Einstrahlung im Verlaufe des Vormittags vor. Im südlichen Bereich der Terrasse sorgt die durch die südlich angrenzenden Gebäudeteile erzeugte Beschattung für deutlich verminderte Äquivalenttemperaturen. Trotz des geringen Einflusses des Windes ist auf dieser Dachterrasse keine besondere Belastungssituation in Relation zur Gesamtsituation des EichplatzAreal bzw. auf Baufeld A feststellbar.

Die Dachterrasse des Gebäudes C (Abb. 20) ist nach Süden hin geöffnet und erfährt von umliegenden Gebäuden bzw. -teilen keine bzw. kaum Beschattung. Aufgrund dieser hohen Strahlungsexposition besteht das Risiko, dass diese als sog. Wärmefalle fungieren könnte; d. h. dass hier aufgrund der fortwährenden Einstrahlung im Tagesverlauf, mangelnder bzw. fehlender Beschattung sowie eingeschränkter Ventilation hohe Äquivalenttemperaturen erreicht werden und die Dachterrasse somit einer extremen Wärmebelastung ausgesetzt ist und damit eine geringe Aufenthaltsqualität aufweist. Abb. 20 zeigt jedoch, dass auf Grundlage der Modellierungsbedingungen (Kap. 4.2) bei der Dachterrasse des Gebäudes C kein „Wärmefallen-Effekt“ vorliegt. Dies liegt im Wesentlichen darin begründet, dass die Terrasse relativ gut ventiliert wird. Kanalisationseffekte aufgrund der umliegenden Bebauung erzeugen hier einen Luftzustrom in den Bereich der Dachterrasse, welcher für entsprechenden Luftaustausch und damit einer deutlichen Steigerung der Behaglichkeit (bzw. Verringerung der Äquivalenttemperatur) sorgt. Trotz dieses Ergebnisses ist nicht auszuschließen, dass bei veränderten klimatischen Rahmenbedingungen (z. B. Windstille) es nicht doch zu einem „Wärmefalle-Effekt“ kommt. Es sollten daher zusätzliche technische Wärmeschutzmaßnahmen in Betracht gezogen werden (Kap. 6).

Insgesamt von großer Bedeutung auf beiden Dachterrassen sind die jeweiligen kleinteiligen Grünelemente (Kleinbäume, Sträucher). Abb. 20 macht deutlich, dass diese kleinräumig für eine erhebliche Minderung der Äquivalenttemperatur sorgen und somit hinsichtlich der Sicherstellung einer hohen Aufenthaltsqualität erhalten bleiben sollten (Kap. 6).

5 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Auf Grundlage der in den Kap. 3 & 4 angestellten Betrachtungen und Analysen lassen sich folgende fachliche Aussagen zur Beeinflussung des Mikroklimas durch die Neubebauung des Eichplatz-Areals (kumulatives Vorhaben) ableiten:

1. Aufgrund seiner Lage inmitten des Stadtgebiets profitiert das Eichplatz-Areal nicht von nächtlichen, bodennahen Kaltluftflüssen. Eine nächtliche Abkühlung durch Kaltluft bleibt auf sogenannte ideale Strahlungsnächte (kein/kaum Wind, keine/kaum Bewölkung) beschränkt, da im Laufe dieser eine Überströmung des gesamten Stadtkörpers mit Kaltluft erfolgt.
2. Daher hat die geplante Neubebauung keinen – maximal einen geringfügigen verzögernden – Einfluss auf die Kaltluftflüsse der unmittelbaren Umgebung und der Kaltluftflüsse im Saaletal.
3. Eine lokale Kaltluftbildung kann für den Ist-Zustand nicht festgestellt werden, somit kann sich die Neubebauung nicht negativ darauf auswirken. Der Ist-Zustand birgt vielmehr das Potenzial durch die Neubebauung kleinteilige Kaltluftproduktionsflächen zu schaffen (Stadtpark, Grünflächen, Dachterrassen, Dachbegrünung).
4. Das Eichplatz-Areal im Ist-Zustand ist von einer hohen bis extremen bioklimatischen Belastungssituation bei hochsommerlichen Hitzetagen gekennzeichnet. Durch die Neubebauung wird die bioklimatische Situation in Summe nicht weiter verschlechtert. Die räumliche Homogenität der Behaglichkeit wird durch die Neubebauung gebrochen – es entsteht ein deutlich kleinräumigeres Muster aus Lokalitäten mit vergleichsweise angenehmer Behaglichkeit und solchen mit starker Wärmebelastung.
5. Im Wesentlichen sind punktuelle, sehr kleinräumige Verschlechterungen der bioklimatischen Situation auf eine Verringerung der Ventilation zurückzuführen. Auf die Gewährleistung/Verbesserung der Ventilation im Baufeld sollte daher in der weiteren Planung geachtet werden.
6. Die Grünstrukturen, insb. die punktuellen Baumgruppen und Einzelbäume sind von großer Bedeutung hinsichtlich der kleinräumigen mikroklimatischen Regulation in Bereichen mit zumindest zeitweiser extremer Wärmebelastung.
7. Eine Verschlechterung der bioklimatischen Situation im Bereich der umgebenden/angrenzenden Bestandsbebauung durch die Neubebauung des Eichplatz-Areals bzw. des Baufeldes A ist auf Grundlage der Simulationsergebnisse (Kap. 4) nicht zu erwarten.
8. Die zum Baufeld A zugehörigen Dachterrassen weisen im Vergleich zu den sonstigen Aufenthaltsbereichen des Eichplatz-Areals eine ähnliche Behaglichkeit bzw. Belastungssituation auf. Extremsituationen durch Wärmebelastung sind jedoch nicht auszuschließen, weshalb technische Wärmeschutzmaßnahmen Berücksichtigung finden sollten.

6 Empfehlungen zur stadtklimatischen Optimierung des Planvorhabens

Nachfolgend erfolgt eine Aufstellung von wesentlichen Planungsparametern mit stadt- bzw. mikroklimatischem Bezug bei städtischen Hochbauvorhaben. Die grundsätzlichen sowie spezifischen Hinweise und Einschätzungen sollten im weiteren Planungsprozess zum VBB J45 "EichplatzAreal – Baufeld A" Berücksichtigung finden:

Verschattung

grundsätzliche Hinweise:

- sommerliche Verschattung aufgrund des hohen Sonnenstandes am geringsten (stadtklimatisches Paradoxon)
- möglichst Realisierung (z.T. temporär) verschatteter als auch unverschatteter Bereiche im Außenbereich bzw. an den Gebäuden in einem ausgewogenen Verhältnis

Hinweise zum Planvorhaben – Einschätzung/Bewertung:

- aufgrund der Gebäudehöhen wird auch in den Sommermonaten nahezu ein Optimum an Verschattung im Außenbereich sowie an den Gebäudefassaden erreicht
- Mosaik aus Schatten- und Sonnenbereichen im Tagesverlauf aufgrund der hohen Gebäude, schmalen Gassen sowie Arkaden vorhanden
- Vielzahl an Bereichen mit guter Aufenthaltsqualität in unmittelbarer Nähe zu Orten mit erhöhter Wärmebelastung auch im Sommer vorhanden
- keine/kaum dauerhaft bzw. nur temporär stark sonnenexponierten Areale im Außenbereich
- Baumpflanzungen entsprechend Außenanlagenplanung umsetzen und ggf. erweitern

Albedo

grundsätzliche Hinweise:

- Realisierung eines Kompromisses zwischen einem geringen Aufheizvermögen des Materials (geringes Wärmespeichervermögen, Struktur des Materials, hellere Farben) und einer verträglichen optischen Reflexion (Blendeffekt möglichst vermeiden)
- möglichst Berücksichtigung texturintensiver Fassaden (glatte Oberflächen vermeiden, Schaffung von Rillen-/Riffelstrukturen o. ä.); Mikroschatten schaffen
- Beachtung des Wärmespeichervermögens der Gebäudehülle
- Bevorzugung hellerer Farbtöne (z. B. hellgrau, hellblau, altrosa) bei gleichzeitiger Geringhaltung des Blendeffekts

Hinweise zum Planvorhaben – Einschätzung/Bewertung:

- zum derzeitigen Planungsstand noch keine Festlegungen bzgl. Materialitäten, Oberflächen, Farben vorliegend
- möglichst Fassadenbegrünungen (auch kleinteilig) insbesondere im Fußgängerbereich vorsehen

Fenster

grundsätzliche Hinweise:

- tendenziell möglichst wenig Fensterfläche schaffen und Glasfassaden vermeiden (für Innen- wie für Außenklima relevant)
- möglichst leichter Versatz der Fenster ins Gebäudeinnere
- Wärmeschutzglas mit verminderter Reflexionseigenschaft verwenden

Hinweise zum Planvorhaben – Einschätzung/Bewertung:

- Spiegeleffekte der nach Süden exponierten Fassaden berücksichtigen (hier Glas mit verminderter Reflexionseigenschaft und außenliegenden Sonnenschutz verwenden)
- außenliegenden Sonnenschutz an allen stark sonnenexponierten Fenstern vorsehen
- insgesamt, soweit zum aktuellen Planungsstand beurteilbar, weitestgehende Berücksichtigung der allgemeinen Planungshinweise (z. B. Fensterfläche und -versatz)

Dachflächen

grundsätzliche Hinweise:

- je höher das Gebäude, umso geringer ist die Relevanz der Dachgestaltung für das Mikroklima am Boden
- hinsichtlich des Innenraumklimas und im Hinblick auf den Niederschlagswasserrückhalt sollten jedoch Dachbegrünungen vorgesehen werden

Hinweise zum Planvorhaben – Einschätzung/Bewertung:

- Wärmeemissionen aus Klimatisierungs-/Lüftungsanlagen nur auf hohen/höchsten Gebäudedächern
- möglichst mächtige Substratschicht und große begrünte Gesamtfläche einplanen
- Trockenfallen des Dachgrüns bei Trockenperioden vermeiden

Arkaden

grundsätzliche Hinweise:

- die Arkaden sind von großer Bedeutung für die Aufenthaltsqualität im Außenbereich durch Verbesserung der Ventilationsbedingungen (Erhöhung des Querschnitts und damit Verminderung des sog. Düseneffekts), Schaffung von Verschattung sowie hohe bioklimatische Aufenthaltsqualität/Rückzugsmöglichkeiten bei hoher Wärmebelastung

Hinweise zum Planvorhaben – Einschätzung/Bewertung:

- die Arkaden sollten unbedingt beibehalten bzw. nach Möglichkeit verstärkt planerisch berücksichtigt werden

Dachterrassen

grundsätzliche Hinweise:

- expositionsbedingte Wärmefallen vermeiden
- ausreichend Grünelemente (Intensivbegrünung, Fassadenbegrünung) sowie technische zumindest temporäre Beschattungsmöglichkeiten vorsehen

Hinweise zum Planvorhaben – Einschätzung/Bewertung:

- bzgl. der Möglichkeit/des Risikos der Ausbildung von Wärmefallen ist das Verschattungsgutachten auf Grundlage einer Simulation zum 20.03. nur bedingt aussagekräftig; Einstrahlungsverhältnisse sollten für die Sommermonate betrachtet werden
- technische Beschattungsmöglichkeiten (Sonnensegel, Markisen, Pergolen o. ä.) bei Terrasse C-West vorsehen
- Fassadenbegrünungen ergänzen

Grünelemente

grundsätzliche Hinweise:

- Grünelemente steigern die Verdunstungskühlung und generieren wichtigen Schatten in stark wärmebelasteten Arealen und sollten daher „so viel wie möglich“ in der Außenplanung sowie auf Dachflächen/-terrassen vorgesehen werden

Hinweise zum Planvorhaben – Einschätzung/Bewertung:

- aufgrund der zunehmenden klimatischen Herausforderungen (zunehmende Hitze und Trockenheit) sollte Pflanzgut mit hoher Trockenstress- bzw. Strahlungstoleranz (und ggf. weiterer Eigenschaften, wie z. B. Versiegelungsunempfindlichkeit) Verwendung finden. Bzgl. der Baumartenwahl empfiehlt sich die Auswahl anhand des Jenaer Stadtbaumkonzeptes (Stadt Jena 2016)

7 Fazit

Das Planungsvorhaben „VBB J45 EichplatzAreal - Baufeld A“ ist von großer Bedeutung hinsichtlich des Stadtklimas der Jenaer Innenstadt, da es im unmittelbaren Zentrum der Stadt situiert ist und aufgrund seiner Dimensionierung (sowohl hinsichtlich Baufeld A als auch in der kumulativen Betrachtung) am Standort selbst und für die direkte Umgebung signifikante mikro- bis stadtklimatische Effekte hervorrufen kann.

In dem vorliegenden Gutachten wurde daher untersucht, inwieweit das Vorhaben die mikroklimatischen Verhältnisse, die Kaltluftdynamik und die Wärmebelastung/Aufenthaltsqualität (Kap. 3 & 4), beeinflusst und daraufhin Empfehlungen für den weiteren Planungsprozess (Kap. 6) formuliert. Grundlage der Betrachtungen waren jeweils die aktuellen Planungsstände zu den Gebäuden sowie zur Außenraumgestaltung.

Bzgl. der Kaltluftdynamik konnte auf Datengrundlage der Kaltluftmodellierung des Deutschen Wetterdienstes eruiert werden, dass das EichplatzAreal aufgrund seiner Lage keine/kaum Relevanz hinsichtlich des Kaltluftgeschehens im Stadtgebiet von Jena besitzt und somit dieses auch nicht/kaum negativ beeinflussen kann. Durch die Schaffung eines möglichst hohen Anteils verdunstungsaktiver Fläche kann zumindest in kleinen Quantitäten die Produktion von Kaltluft vor Ort generiert werden.

Aufgrund der Tatsache, dass das EichplatzAreal in seinem Ist-Zustand (im Wesentlichen ein vollversiegelter Parkplatz) aus stadt-/mikroklimatischer Perspektive sozusagen einen Worst-Case darstellt, sind mit der Neubebauung zahlreiche Chancen, das Stadt-/Mikroklima zu verbessern bzw. die Aufenthaltsqualität aufzuwerten, verbunden. Die diesem Gutachten zugrundeliegenden Planungen greifen diese Potenziale weitestgehend auf. Durch die Stellung und die Höhe der Gebäude wird für die Aufenthaltsqualität an Tagen mit hoher bioklimatischer Belastung wichtige temporäre Verschattung geschaffen, die Ventilation - wenn auch zwangsläufig im Vergleich zum Ist-Zustand vermindert - bleibt jedoch grundsätzlich erhalten. Entscheidend dabei ist, dass das Areal im Vergleich zum Ist-Zustand sich in Summe nicht stärker aufheizt und eine Beeinflussung/Verschlechterung der bioklimatischen Bedingungen angrenzender Bereiche nicht zu erwarten ist. Eine für das Gutachten durchgeführte Modellierung des Mikroklimas für das EichplatzAreal und die direkte Umgebung belegt den minimalen Einfluss des Vorhabens auf die klimatischen Bedingungen der angrenzenden Bebauung.

Unter Beachtung der in Kap. 6 dargelegten Optimierungsempfehlungen steht einer Realisierung des Vorhabens aus stadt-/mikroklimatischer Perspektive nichts entgegen.

Literatur

- DWD (2012): Klimauntersuchungen in Jena: Ergebnisse statistischer Auswertungen langjähriger Mess-/Beobachtungsdaten sowie temporärer und mobiler Geländemessungen im Vergleich mit Resultaten aus Klima-Modellsimulationen für Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.
- Hoffmann, K., W. Bivour, B. Früh, M. Koßmann & P.-H. Voß (2014): Klimauntersuchungen in Jena für die Anpassung an den Klimawandel und seine erwarteten Folgen. Ein Ergebnisbericht. Offenbach am Main: Deutscher Wetterdienst, Deutsche Meteorologische Bibliothek (Berichte des Deutschen Wetterdienstes, 243).
- Kuttler, W. (2013): Handlungsleitfaden - Steuerungswerkzeuge zur städtebaulichen Anpassung an thermische Belastungen im Klimawandel. Dynaklim-Publikation Nr. 34.
- Kurmutz, U. (2017): Analyse der lokalen Auswirkungen des Klimawandels und Ableitung von Planungshinweisen für die Klimaanpassung am Beispiel der Stadt Jena. Dissertation. Jena.
- LK Argus GmbH (2020): Jena Eichplatz Wettbewerb 2020 – Stellplatz- und Tiefgaragenkonzept.
- Stadt Jena (Hrsg.) (2012): Handbuch Klimawandelgerechte Stadtentwicklung für Jena, ExWoSt-Modellprojekt Jenaer Klimaanpassungsstrategie JenKAS. Schriften zur Stadtentwicklung Nr. 3. Jena.
- Stadt Jena (Hrsg.) (2016): Bäume in Jena. Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel – Stadtbaumkonzept. Online: https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-05/07-B%C3%A4ume_in_Jena_2016_www_0.pdf (Zugriff: 06.05.2022)
- Stadt Jena (Hrsg.) (2017): Städtebaulicher Rahmenplan Eichplatzareal. Online: <https://www.eichplatzareal.de/de/projektbeschreibung/rahmenplan/887375> (Zugriff: 10.12.2021).
- Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2022): Aktuelle Luftqualität – aktuelle Messorte vom Messeinrichtungstyp automatische Station. Online: http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/lm_messorte.php (Zugriff: 14.01.2022).
- Umweltbundesamt (UBA) (2022): Luftschadstoffe im Überblick. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick> (Zugriff: 19.01.2022)
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2007): VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2: Umweltmeteorologie; Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas

Anhang

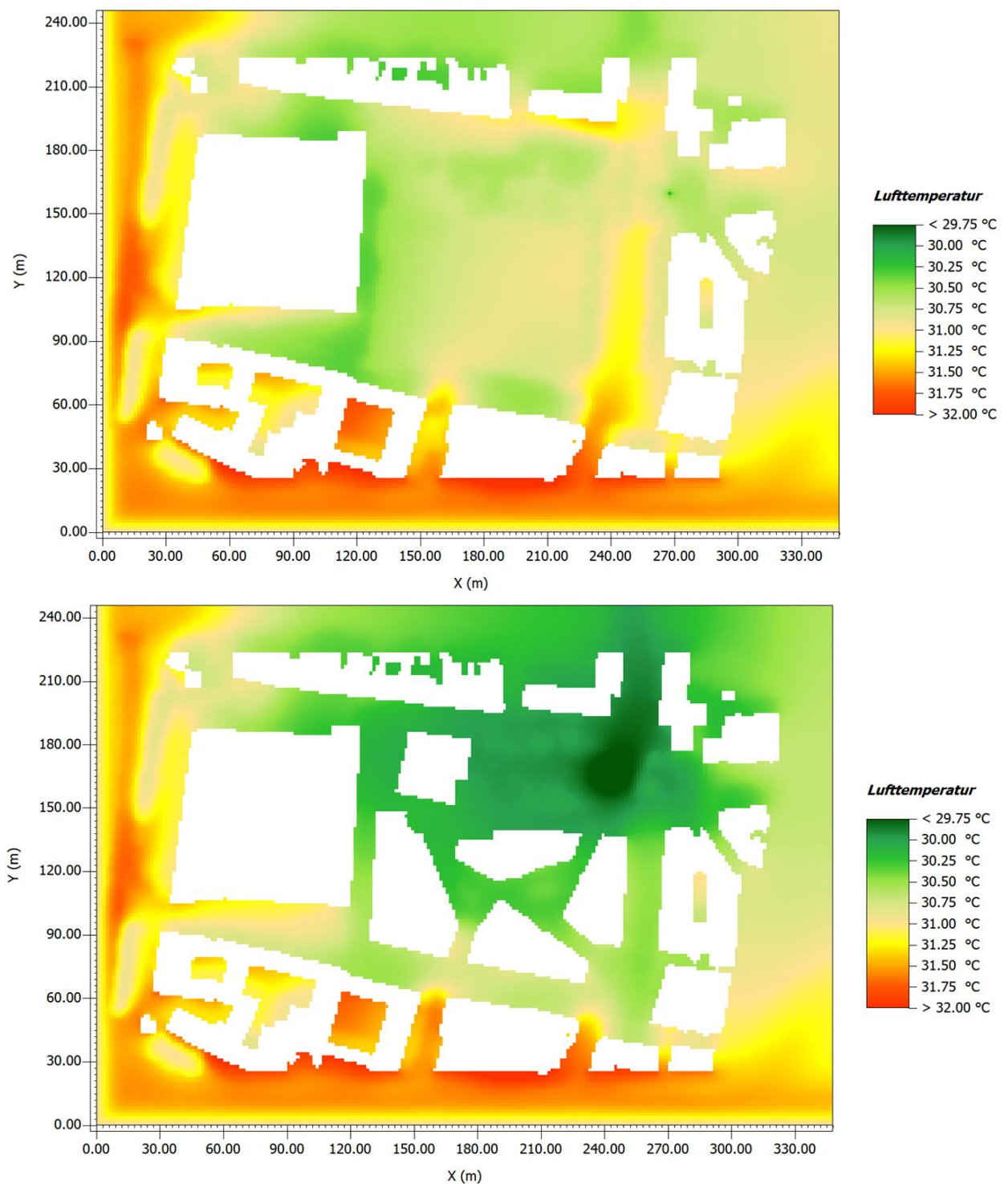


Abb. 21: Ergebnis ENVI-MET für die Lufttemperatur um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (oben) sowie Plan-Zustand (unten), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

Hinweis: In Envi-Met müssen Modellgebiete an den Modellgrenzen einige leere Gitterzellen aufweisen, um einen stabilen Modelllauf zu gewährleisten. Dies dient vor allem dazu, um ein Kanalisieren der Windströmung an den Rändern zu vermeiden, was während der Modellberechnung zu großen Instabilitäten und Abstürzen führen kann. In diesen Bereichen kann es daher zu Modellergebnissen kommen, die von den tatsächlichen Bedingungen - besonders in der auf der Seite des einströmenden Windes (hier Südwest) - abweichen können. Bei dem vorliegenden Gutachten zum EichplatzAreal zeigt sich das anhand der Parameter Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit.

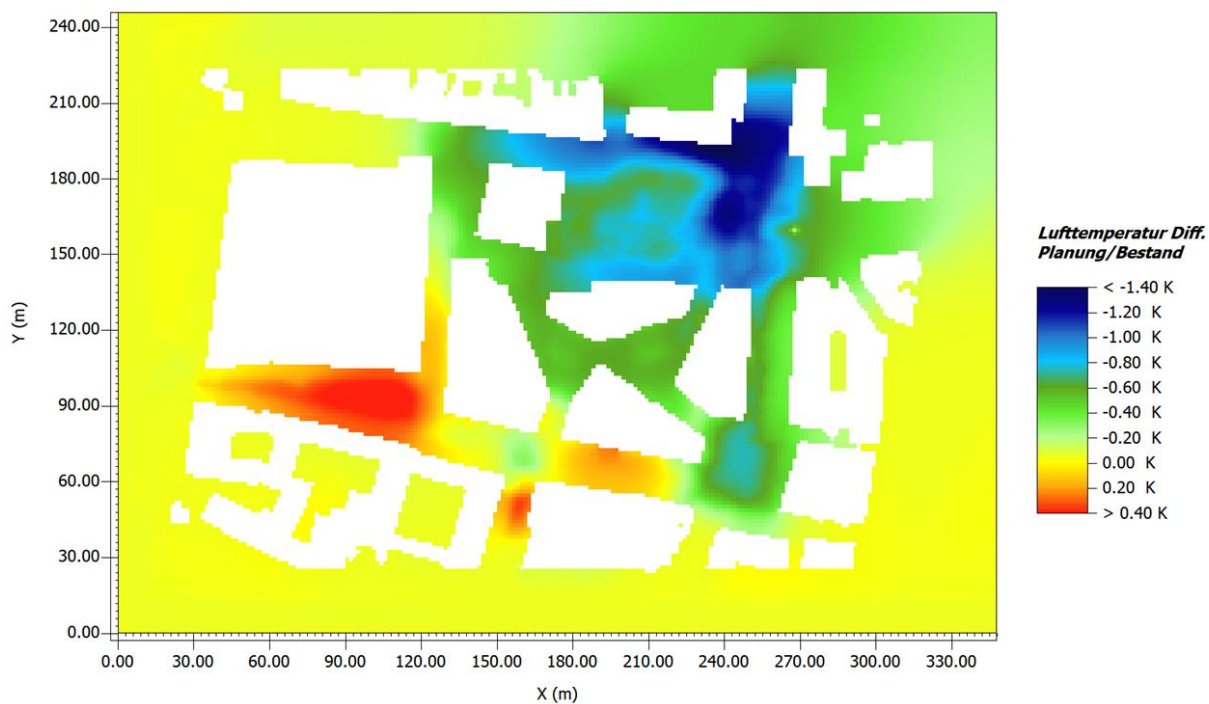


Abb. 22: Ergebnis ENVI_MET für die Lufttemperatur um 13:00 Uhr am 1. Juli, Temperaturdifferenz zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (siehe Abb. 21), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

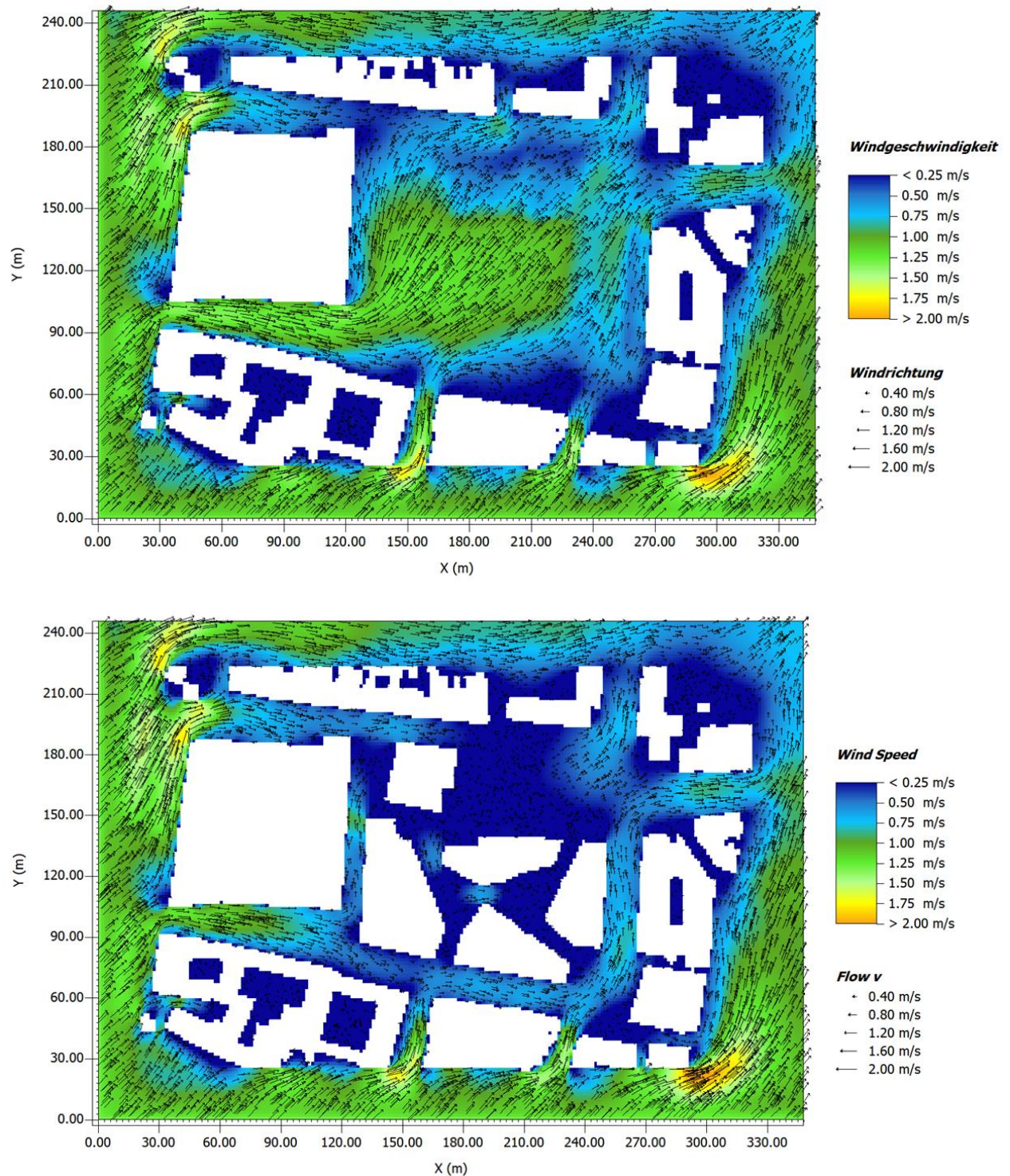


Abb. 23: Ergebnis ENVI_MET für die Windgeschwindigkeit um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (oben) sowie Plan-Zustand (unten), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

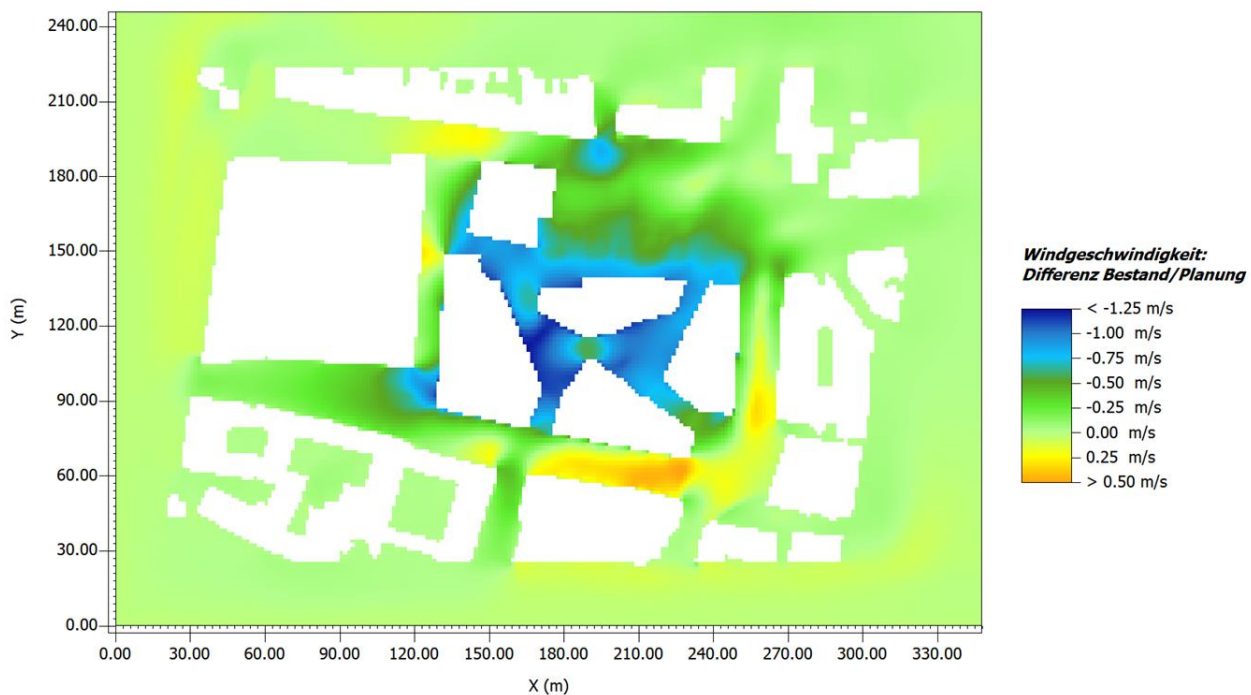


Abb. 24: Ergebnis ENVI_MET für die Windgeschwindigkeit um 13:00 Uhr am 1. Juli, Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (siehe Abb. 23), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

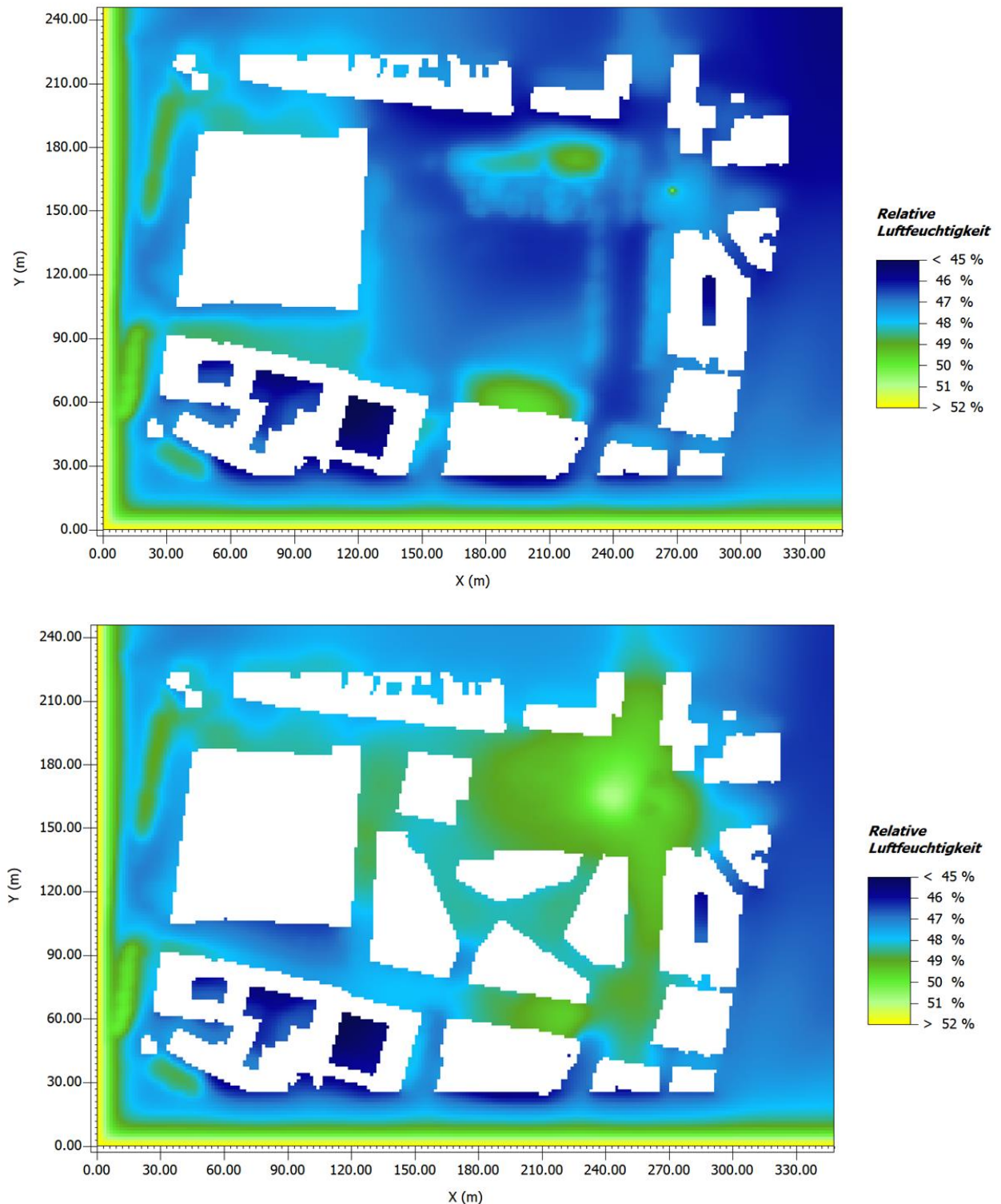


Abb. 25: Ergebnis ENVI_MET für die rel. Luftfeuchte um 13:00 Uhr am 1. Juli, Ist-Zustand (oben) sowie Plan-Zustand (unten), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.

Hinweis: In Envi-Met müssen Modellgebiete an den Modellgrenzen einige leere Gitterzellen aufweisen, um einen stabilen Modelllauf zu gewährleisten. Dies dient vor allem dazu, um ein Kanalisieren der Windströmung an den Rändern zu vermeiden, was während der Modellberechnung zu großen Instabilitäten und Abstürzen führen kann. In diesen Bereichen kann es daher zu Modellergebnissen kommen, die von den tatsächlichen Bedingungen - besonders in der auf der Seite des einströmenden Windes (hier Südwest) - abweichen können. Bei dem vorliegenden Gutachten zum EichplatzAreal zeigt sich das anhand der Parameter Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit.

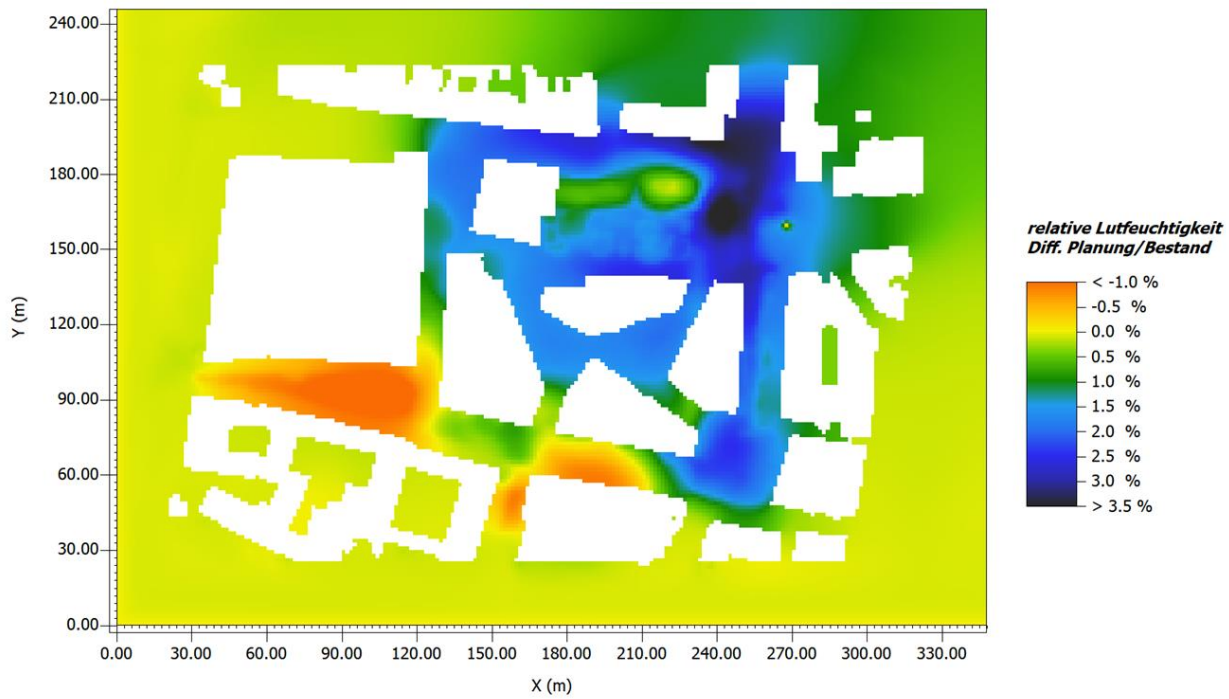


Abb. 26: Ergebnis ENVI_MET für die rel. Luftfeuchtigkeit um 13:00 Uhr am 1. Juli, Differenz der rel. Luftfeuchtigkeit zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand (siehe Abb. 25), weiße Flächen sind Gebäude (keine Bewertung der bioklimatischen Situation), eigene Darstellung.