

Lokalklimatische Begutachtung des Angebotsbebauungsplan „Wohngebiet Auf dem Hahn“ in Riegelsberg

Im Auftrag von

agstaUMWELT GmbH

Arbeitsgruppe Stadt- und Umweltplanung

Völklingen

Vorgelegt von:

Prof. Dr. rer. nat. Sascha Henninger

Katharina Schnur, M.Ed.

Lena Albert, M.Sc.

Fachbereich Raum- und Umweltplanung
Lehrereinheit Physische Geographie und Fachdidaktik

Technische Universität Kaiserslautern

Kaiserslautern, September 2021

Inhalt

1. Einleitung und Zielsetzung	5
2. Einordnung des Untersuchungsgebietes.....	7
3. Angebotsbebauungsplan Wohngebiet „Auf dem Hahn“ in Riegelsberg.....	8
4. Städtebaulicher Entwurf.....	10
5. Lokalklimatische Situation im Untersuchungsgebiet	12
5.1. Numerische Simulation	12
5.1.1. Untersuchungsgebietsbezogene Voreinstellungen in ENVI-met	13
5.2. Das Untersuchungsgebiet im Ist-Zustand.....	16
5.3. Das Untersuchungsgebiet im Planzustand	27
5.4. Lokalklimatische Differenzen zwischen dem Ist- und Planzustand des Untersuchungsgebietes.....	38
5.5. Zusammenfassung lokalklimatische Modifikation im Untersuchungsgebiet.....	48
6. Klimaanpassungen des vorliegenden städtebaulichen Entwurfs.....	51
6.1. Weiterführende Klimaanpassungen.....	51
6.2. Optimierungen im Angebotsbebauungsplan	52
7. Zusammenfassung und Fazit	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Google Earth© 2021 Google © GeoBasis-DE/BKG Höhe 294 m Sichthöhe 749m genordet 40 cm Bodenauflösung	7
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Angebotsbebauungsplan „Wohngebiet auf dem Hahn“ in der Gemeinde Riegelsberg (agsta Umwelt).....	8
Abbildung 3: Vorschlag eines städtebaulichen Entwurfes auf Basis des Angebotsbebauungsplanes (s. dazu Abb. 2).....	10
Abbildung 4: Erläuterungen zum städtebaulichen Entwurf.....	12
Abbildung 5: Tagesgang von Lufttemperatur und -feuchte zur ENVI-met Initialisierung (DWD-Messstation Saarbrücken-Burbach) für den 12. August 2020.	14
Abbildung 6: Ausschnitt aus Envi-met mit Blick auf das Plangebiet	15
Abbildung 7: Simulation des Ist-Zustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	17
Abbildung 8: Simulation des Ist-Zustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.....	18
Abbildung 9: Simulation des Ist-Zustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	19
Abbildung 10: Simulation des Ist-Zustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	20
Abbildung 11: Simulation des Ist-Zustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.....	21
Abbildung 12: Simulation des Ist-Zustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	22
Abbildung 13: Simulation des Ist-Zustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	23
Abbildung 14: Simulation des Ist-Zustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	24
Abbildung 15: Simulation des Ist-Zustandes des PMV am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	25
Abbildung 16: Simulation des Ist-Zustandes des PMV am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	26
Abbildung 17: Simulation des Planzustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	28
Abbildung 18: Simulation des Planzustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	29
Abbildung 19: Simulation des Planzustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes "Wohngebiet Auf dem Hahn".....	30
Abbildung 20: Simulation des Planzustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	31
Abbildung 21: Simulation des Planzustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	32
Abbildung 22: Simulation des Planzustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	33
Abbildung 23: Simulation des Planzustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	34
Abbildung 24: Simulation des Planzustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“	35

Abbildung 25: Simulation des Planzustandes des PMV am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	36
Abbildung 26: Simulation des Planzustandes des PMV am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	37
Abbildung 27: Vergleich der Lufttemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	39
Abbildung 28: Vergleich der Lufttemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	40
Abbildung 29: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	41
Abbildung 30: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	42
Abbildung 31: Vergleich der Oberflächentemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	43
Abbildung 32: Vergleich der Oberflächentemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	44
Abbildung 33: Vergleich der Windgeschwindigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	45
Abbildung 34: Vergleich der Windgeschwindigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	46
Abbildung 35: Vergleich des PMV von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	47
Abbildung 36: Vergleich des PMV von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.	48

1. Einleitung und Zielsetzung

Mit dem Schreiben vom 26.01.2021 erhielt die Lehrereinheit Physische Geographie der Technischen Universität Kaiserslautern durch Herrn Dipl.-Ing. Tobias Rexer, agstaUMWELT GmbH, Arbeitsgruppe Stadt- und Umweltplanung in Völklingen, den Auftrag zum Verfassen einer lokalklimatischen Begutachtung des Angebotsbebauungsplanes „Wohngebiet Auf dem Hahn“ in der Ortsgemeinde Riegelsberg. Der Ortsgemeinderat der Gemeinde Riegelsberg hat den Beschluss zur Aufstellung des Bebauungsplanes „Wohngebiet Auf dem Hahn“ gefasst. Die frühzeitigen Beteiligungsschritte gemäß § 3 Abs. 1 BauGB und § 4 Abs. 1 BauGB wurden bereits durchgeführt. Neben dem erstellten Umweltbericht soll nun in Anlehnung an den Entwurf des Angebotsbebauungsplanes ein Klimagutachten erstellt werden, um Aussagen zur mikroklimatischen Situation innerhalb des Plangebietes treffen zu können.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels sehen sich gegenwärtig Städte und Gemeinden ganz spezifischen, ortsgebundenen Herausforderungen gegenüber. Viele Siedlungsräume sind mit steigenden Bevölkerungszahlen konfrontiert und müssen gleichzeitig aufgrund ihrer Versorgungsfunktion komplexer werdenden Bedürfnissen der Bevölkerung gerecht werden. Die Anpassung an sich verändernde regional- bzw. lokalklimatische Verhältnisse sowie die Erhaltung der Luftqualität gehören zu wichtigen Themenfeldern der angewandten Stadtklimatologie, die nicht nur bei Stadtumbaumaßnahmen, sondern auch bei künftigen Planungen von Nutzungsflächen zur Verbesserung des regionalen, vor allem aber lokalen Klimas Beachtung finden sollen. Viele Siedlungsräume sind aus lokalklimatischer Sicht steigenden thermischen und lufthygienischen Belastungen ausgesetzt und müssen noch immer mit der Reduktion von Freiflächen und einer steigenden Flächenversiegelung umgehen. Daher gilt es, vorhandene Potenziale zu schützen und nachhaltig zu nutzen.

Der rund 4,5 Hektar große, momentan entsprechend der Angabe des Landschaftsprogrammes (LAPRO) als landwirtschaftlich genutzte Fläche, ausgewiesene Untersuchungsraum liegt nordöstlich des in unmittelbarer Nähe angrenzenden Ortszentrums von Riegelsberg. Dieses hat entsprechende Nahversorgungseinrichtungen und bietet somit gute Voraussetzungen für eine klimaorientiert angepasste Planung. Entsprechend einer klimatologischen Studie des Regionalverbandes Saarbrücken befindet sich das Untersuchungsgebiet innerhalb eines Freilandklimatops mit einer vermuteten aktiven Klimaausgleichsfunktion für den angrenzenden Siedlungsraum. Es ist anzunehmen, dass die in den Nachtstunden dort entstehende Kaltluft vermutlich in den Siedlungsbereich abfließt, wodurch ein Frischluftaustausch zwischen Freiland und Siedlung möglich wird, was jedoch in Abhängigkeit der Topographie nicht uneingeschränkt für alle potentiell aufgezeigten Fließrichtungen zutreffen dürfte, dies unterbindet das vorherrschende Relief der Freifläche.

Das Untersuchungsgebiet wird von drei Seiten (nördlich, östlich, südlich) durch die in den Bebauungsplänen festgesetzten Wohngebiete umschlossen und der südwestlich/ westliche Bereich durch Grünstrukturen abgegrenzt. Einerseits erscheint das Gebiet aus Sicht der Ortsgemeinde aufgrund seiner topographischen Lage und der Nähe zum zentralen Bereich von Riegelsberg als interessante Wohnbaufläche. Das Ziel der Untersuchung war, die

lokalklimatische Funktion und Wirkung des Geländes im Ist-Zustand mittels einer numerischen Simulation der lokalklimatischen Bestandsituation zu analysieren und auf den Planzustand zu übertragen. Mögliche Auswirkungen und Abweichungen des lokalklimatischen Ist-Zustandes, der als potentiell Frischluftgebiet einzuschätzende landwirtschaftlich genutzte Fläche „Auf dem Hahn“ auf die direkt angrenzenden Siedlungsbereiche, sollte anhand der erhobenen Daten verifiziert und mit dem für diesen Raum vom Fachgebiet exemplarisch, in Anlehnung an den aktuellen Angebotsbebauungsplan, erstellten Planzustand abgeglichen werden.

Für lokalklimatologische Phänomene besonders wichtig sind Perioden austauscharmer Hochdruckwetterlagen, während derer human-biometeorologisch belastende Bedingungen durch die verminderte Durchlüftung, verbunden mit hoher solarer Einstrahlung, vermehrt auftreten können. Dabei sind insbesondere mögliche Beeinflussungen der Kaltluftproduktion und des Kaltlufttransportes sowie der Durchlüftung der unmittelbar angrenzenden Flächen von besonderem Interesse.

Aufgrund der Tatsache, dass in Riegelsberg eine hohe Nachfrage an Wohnbaugrundstücken herrscht, soll das Plangebiet als Bauland umgewidmet werden. Das Plangebiet ist planungsrechtlich dem Außenbereich gemäß § 35 BauGB zuzuordnen. Im Außenbereich sind demnach nur privilegierte Vorhaben zulässig. Die geplante Wohnbebauung würde jedoch den Privilegierungstatbestand nicht erfüllen. Allerdings ist eine reine Innenentwicklung in Riegelsberg nicht möglich, da bestehende Baulandreserven, in Form von Baulücken innerhalb der Ortslage, aufgrund der Eigentumsverhältnisse vermutlich nicht mobilisiert werden können. Wahrscheinlich ist auch der Bedarf an Wohnbaugrundstücken durch eine reine Nachverdichtung nicht zu decken. Damit das geplante Wohngebiet trotzdem entwickelt werden kann, ist die Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich. Da gemäß § 1a Abs. 2 BauGB unter anderem landwirtschaftlich genutzte Flächen nur in notwendigem Umfang genutzt werden dürfen, ist die Notwendigkeit der Umwandlung zu begründen. Wird durch die Gemeinde beschieden, dass auf die Inanspruchnahme der oben genannten landwirtschaftlichen Flächen nicht verzichtet werden kann, muss dies z. B. dadurch begründet werden, dass diese Flächen wegen ihrer natürlichen Bodeneigenschaften und Grundwasserverhältnisse sowie ihrer zum Teil inselartigen Position am Rand der Ortslage, nur im beschränkten Maße für eine den heutigen lokalklimatischen Anforderungen genügende landwirtschaftliche Nutzung geeignet ist.

2. Einordnung des Untersuchungsgebietes

Das zu untersuchende Gebiet liegt in der saarländischen Gemeinde Riegelsberg, die nördlich der Landeshauptstadt Saarbrücken liegt. Die Größe des potentiellen Neubaugebietes umfasst eine Fläche von 4,5 ha, die durch eine Grünlandnutzung geprägt ist (vgl. Flächennutzungsplan). Zusätzlich sind auf der Fläche Sträucher bzw. Hecken sowie Bäume unterschiedlicher Größe zu verorten. Diese grenzen auch in südwestlicher und westlicher Richtung an das Baugebiet an. In nördlicher, östlicher und südlicher Richtung grenzt das Bebauungsgebiet an bestehende Siedlungsgebiete in Riegelsberg an, wobei hier zwischen dem Plangebiet und der tatsächlichen Bebauung nochmals Grün- oder Weideflächen vorhanden sind. Auch lassen sich hier weitere Bäume und Feldgehölze finden. Von Nord nach Süd verläuft hier die Ziegelhütterstraße, während das Gebiet im Süden direkt von der Hahnenstraße begrenzt wird.



Abbildung 1: Google Earth© 2021 Google | © GeoBasis-DE/BKG | Höhe 294 m | Sichthöhe 749m | genordet | 40 cm Bodenauflösung

Aktuell, d. h. im Ist-Zustand, wird das Plangebiet durch die Landwirtschaft genutzt. Die Bodenbedeckung wird als Mähwiese verwendet und 3 bis 4 Mal pro Jahr geschnitten und wird auch durch das Landschaftsprogramm (LAPRO) als ebensolche landwirtschaftlich genutzte Fläche ausgewiesen. Innerhalb des Plangebietes gibt es einen nennenswerten Feldgehölzstreifen sowie vereinzelte Solitäräume. Entsprechend einer klimatologischen Studie des Regionalverbandes Saarbrücken befindet sich das Untersuchungsgebiet innerhalb eines Freilandklimatops mit einer vermuteten aktiven Klimaausgleichsfunktion für den angrenzenden Siedlungsraum. Es ist anzunehmen, dass die in den Nachtstunden dort entstehende Kaltluft vermutlich in den Siedlungsbereich abfließt, wodurch ein Frischluftaustausch zwischen Freiland und Siedlung möglich wird, jedoch kann dies in Abhängigkeit der Topographie nicht uneingeschränkt für alle potentiell aufgezeigten

Fließrichtungen zutreffen, da die gesamte Freifläche ein deutliches Gefälle nach Südwest bzw. ein leichteres Richtung Nordwest aufweist, gleichbedeutend mit einer Abkehr der Fließrichtung von der Hahnenstraße und Ziegelhütterstraße.

Sowohl entlang der Ziegelhütterstraße als auch der Hahnenstraße liegt eine Einzel- und Doppelhausbebauung mit zwei Vollgeschossen vor. Nur an wenigen Punkten lassen sich Mehrfamilienhäuser oder gar Reihenhäuser verorten. Charakteristisch für dieses Gebiet ist, dass die Grundstücke in den meisten Fällen mit einem Garten ausgestattet sind. Dieser befindet sich fast ausschließlich hinter dem Haus, d. h. zur Straße abgewandten Seite.

3. Angebotsbebauungsplan Wohngebiet „Auf dem Hahn“ in Riegelsberg

Für das Untersuchungsgebiet wurde dem Fachgebiet der Angebotsbebauungsplan des Büros agstaUMWELT vom Dezember 2019 zur Verfügung gestellt.

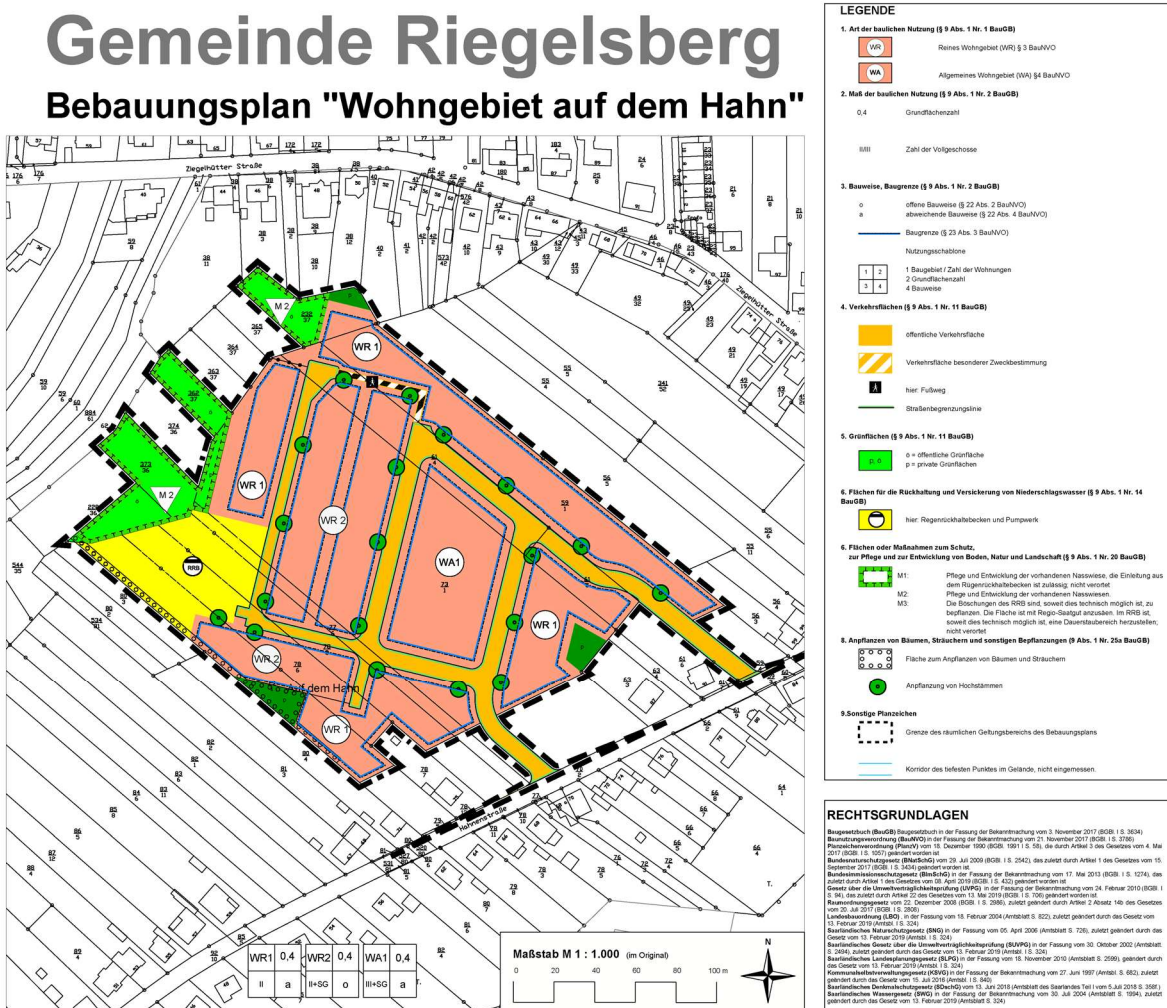


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Angebotsbebauungsplan „Wohngebiet auf dem Hahn“ in der Gemeinde Riegelsberg (agsta Umwelt)

Bezüglich der Art der baulichen Nutzung des Plangebietes gem. § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB werden reine Wohngebiete (WR) (§ 3 BauNVO) sowie allgemeine Wohngebiete (WA) (§ 4 BauNVO) festgesetzt. Zudem sieht der Angebotsbebauungsplan gem. § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 19 BauNVO eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,4 vor. Diese darf durch Garagen, Stellplätze und deren Zufahrten, Nebenanlagen im Sinne des § 14 BauNVO sowie bauliche Anlagen unterhalb der Geländeoberfläche, durch die das Baugrundstück lediglich unterbaut wird, um bis zu 50 % überschritten werden.

In den verschiedenen Wohngebieten sind unterschiedliche Höhen für die baulichen Anlagen festgesetzt. Im WR1 beträgt die Anzahl der Vollgeschosse gem. § 20 BauNVO zwei Geschosse, in WR2 sind zwei Vollgeschosse plus ein Staffelgeschoss und im WA1 drei Vollgeschosse plus ein Staffelgeschoss zulässig. Hierdurch ergeben sich maximale Gebäudehöhen zwischen 6 m und 12 m.

Als Bauweise gem. § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB i.V.m. § 33 Abs. 4 BauNVO ist den Gebieten WR1 und WA1 eine abweichende Bauweise vorgesehen, in dem Gebiet WR2 eine offene Bauweise. Hierdurch wird eine flexible Bebauung des gesamten Plangebietes ermöglicht. Zudem werden durch die Festsetzungen im textlichen Teil des Angebotsbebauungsplans Gebäudelängen für das WA1 definiert. Diese dürfen sowohl unter 50 m als auch über 50 m betragen. Im WR1 sind nach der textlichen Festsetzung 3.1 Grenzbebauungen zulässig.

Die möglichen überbaubaren Flächen werden durch die Festsetzung von Baugrenzen gem. § 23 Abs. 2, 3 BauNVO vorgegeben. Hierbei sieht der Angebotsbebauungsplan laut Festsetzung I, 3.2 ein geringfügiges Überschreiten dieser durch Gebäudeteile vor. Stellplätze, Garagen und Carports sind sowohl innerhalb als auch außerhalb der überbaubaren Grundstücksflächen zulässig.

Neben den Wohngebieten sieht der Angebotsbebauungsplan auch Verkehrsflächen zur Erschließung des Plangebietes nach § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB vor. Diese unterteilen sich in öffentliche Verkehrsflächen sowie Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, in diesem Fall als Fußweg innerhalb des Geltungsbereiches. Das Plangebiet wird durch zwei öffentliche Verkehrsflächen im Süden erschlossen, die im weiteren Verlauf ein Ringsystem bilden. Der nördliche Teil des Plangebietes ist durch eine Stichstraße erschlossen. Hier befindet sich auch der Fußweg, der eine Verbindung zwischen der Stichstraße und der Ringschließung bildet.

Im Nordwesten des Plangebietes ist eine Fläche für die Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser gem. § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB festgesetzt. Des Weiteren werden durch den Angebotsbebauungsplan öffentliche sowie private Grünflächen nach § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB festgesetzt. Die öffentlichen Grünflächen befinden sich im Norden sowie Nordwesten des Plangebietes, während sich die privaten Grünflächen vereinzelt im Norden, Westen sowie Süden befinden. Ergänzt werden diese Vorgaben durch Festsetzungen zu Bepflanzungen sowie zum Erhalt von vorhandenen Grünstrukturen.

Die textliche Festsetzung II. setzt gem. § 9 Abs. 4 BauGB i.V.m. § 85 LBO SL fest, dass auf Nebengebäuden oder Gebäuden mit Flachdächern grundsätzlich Dachbegrünung vorzusehen ist. Davon abgewichen werden kann nur dort und in dem jeweiligen Umfang, für den

Photovoltaikanlagen oder thermische Solaranlagen vorgesehen und dauerhaft betrieben werden oder Dachfenster vorgesehen sind. Zudem muss das Begrünungssystem so gewählt werden, dass das dauerhafte und vitale Wachstum der Bepflanzung auch während länger andauernder Hitze-/ Trockenperioden gewährleistet ist.

4. Städtebaulicher Entwurf

Auf Grundlage des Angebotsbebauungsplan vom Dezember 2019 wurde durch das Fachgebiet ein städtebaulicher Entwurf erstellt, der die Vorgaben des Angebotsbebauungsplans aufgreift und gleichzeitig als potentieller Vorschlag für eine lokalklimatisch optimierte Planung angesehen werden kann. Gleichzeitig dient ebendieser als Grundlage für die lokalklimatische Modellierung des Plan-Zustandes (s. Kap. 5.3f).



Abbildung 3: Vorschlag eines städtebaulichen Entwurfes auf Basis des Angebotsbebauungsplanes (s. dazu Abb. 2)

Entsprechend dem Angebotsbebauungsplanes soll die Erschließung des Gebietes über zwei Zufahrten der Hahnenstraße, die sich im Südosten befinden, erfolgen.

Im Angebotsbebauungsplan werden keine Aussagen zu möglichen Parzellengrößen oder Anzahl von Wohneinheiten getroffen. Auch liegen keine informativen Darstellungen von vorgeschlagenen Grundstücksgrenzen vor, die eine mögliche Parzellierung des Gebietes aufzeigen. Lediglich die Bauweise ist sowohl als offene, als auch als abweichende, festgesetzt. Aus diesem Grund wurden für den städtebaulichen Entwurf vorwiegend Einfamilienhäuser ausgewählt, angepasst an die angrenzenden Bebauungen. Für den Bereich des WA1 wären grundsätzlich Zeilenbebauungen mit einer Länge von > 50 m möglich. Allerdings wurden für die Berechnung Mehrfamilienhäuser ausgewählt. Die Ausrichtung der Häuser ist in Süd-West-Richtung vorgenommen worden. Hierdurch lassen sich die Dachflächen entsprechend den textlichen Festsetzungen für Photovoltaik- oder thermische Solaranlagen nutzen.

Gemäß dem Angebotsbebauungsplan sind Stellplätze, Garagen und Carports innerhalb des Baugebietes sowohl innerhalb als auch außerhalb der überbaubaren Grundstücksflächen zulässig. Aus diesem Grund wurde den Einfamilien- sowie Doppelhäusern je eine Garage

zugeordnet. Entsprechend den Festsetzungen II. sind die Flachdächer der Garagen mit Dachbegrünung ausgestattet.

Der Angebotsbebauungsplan sieht für das WA1 drei Vollgeschosse plus ein Staffelgeschoss vor. Die Umsetzung im städtebaulichen Entwurf erfolgt durch eine Höhe der drei Vollgeschosse von 9 m, das Staffelgeschoss wird mit einem begrünten Flachdach versehen und weist eine Höhe von insgesamt 12 m auf.

Für das WR1 ist im Angebotsbebauungsplan eine Höhe von zwei Vollgeschossen festgesetzt. Im städtebaulichen Entwurf wurden dementsprechend Einfamilienhäuser, vereinzelt auch Doppelhäuser, mit einem Satteldach und einer Höhe von insgesamt 8 m dargestellt. Der Angebotsbebauungsplan setzt für das WR2 zwei Vollgeschosse plus ein Staffelgeschoss fest. Das nördliche WR2 wurde im städtebaulichen Entwurf mit zwei Vollgeschossen und einem Satteldach dargestellt, das südliche WR2 mit zwei Vollgeschossen und einem Staffelgeschoss, das ein begrüntes Flachdach besitzt. Hierdurch entstehen Gebäudehöhen zwischen 8 m und 9 m.

Vor dem Hintergrund der Reaktion auf immer häufiger auftretende Extremwetterereignisse (z. B. Starkregen) gibt der Angebotsbebauungsplan ein Regenrückhaltebecken vor. Dieses befindet sich im Nordwesten des Plangebietes und ist so dimensioniert, dass keine zusätzlichen Belastungen für den Vorfluter entstehen und zu einer Reduzierung der Hochwassergefahr beiträgt.

Dies erfolgt notwendigerweise als unbefestigte Grünfläche. Auch die im Plan dargestellten Grünflächen wurden als solche in den städtebaulichen Entwurf übernommen, ebenso die anzupflanzenden Bäume. Die von den textlichen Festsetzungen vorgeschriebene Heckenpflanzung zur Begrenzung des Übergangs in die Freifläche findet sich im Westen entlang des Geltungsbereiches wieder. Die nicht überbauten Grundstücksflächen wurden begrünt und mit weiteren Gehölzstrukturen versehen.

Die Zufahrten zu den Garagen werden ebenso wie die Straßen befestigt dargestellt, wobei hier sicherlich noch Modifikationsmöglichkeiten im Rahmen einer Teilentsiegelung dieser Flächen, z. B. durch Rasengittersteine, bestehen.



Abbildung 4: Erläuterungen zum städtebaulichen Entwurf

5. Lokalklimatische Situation im Untersuchungsgebiet

5.1. Numerische Simulation

Eine Methode der Informationsgewinnung relevanter lokalklimatischer bzw. mikroklimatischer Parameter für die Planung stellt, neben in-Situ-Messungen und Windkanaltests, die numerische Simulation von Strömungs- und Transportvorgängen dar. Numerische Simulationen ergeben sich aus mathematischen Lösungen von mehreren abhängigen und/ oder unabhängigen Differentialgleichungen, die wiederum auf physikalischen Modellen beruhen. Da die stadtklimatischen Gleichungen weitestgehend bekannt sind, werden gegenwärtig viele numerische Modelle für die entsprechenden siedlungsklimatischen Fragestellungen entwickelt [VMBW 2012]. Der Vorteil von numerischen Simulationen ist, ähnlich wie bei Windkanaluntersuchungen, die Berechnung und Darstellung von Auswirkungen künftiger Planungsvorhaben.

Im Rahmen der lokalklimatischen Analyse des Angebotsbebauungsplanes „Wohngebiet Auf dem Hahn“ in Riegelsberg werden die mikroklimatischen Untersuchungen mithilfe des Stadtklimamodellierungsprogramms ENVI-met (Version 4.4.5 | Sommer 20) durchgeführt. Bei dieser Software handelt es sich um ein dreidimensionales nicht hydrostatisches, weltweit eingesetztes Mikroklimamodell, dem ein eindimensionales Bodenmodell, ein Strahlungstransportmodell sowie ein Vegetationsmodell zu Grunde liegt. Hieraus ergibt sich unter anderem die Möglichkeit Oberflächen – Pflanzen – Luft-Wechselbeziehungen in urbanen Räumen zu simulieren und darzustellen. Der mikroskalige Bereich liegt hier bei einer räumlichen Auflösung von 0,5 bis 5 m und umfasst typischerweise einen Zeitrahmen von 24 bis 49 Stunden mit Zeitintervallen von einer bis fünf Sekunden. Die sehr präzise Auflösung erlaubt daher eine Analyse mikroskaliger Interaktionen zwischen einzelnen Gebäuden, den verschiedenen Oberflächen und der vorliegenden Vegetation. Hierfür steht dem Nutzer eine

frei kombinierbare Anzahl an Rasterzellen zur Verfügung. Die bereits vorinstallierte Datenbank von ENVI-met beinhaltet eine Vielzahl unterschiedlicher Pflanzentypen, Materialien für Oberflächen und diverse Dachbegrünungsformen. Zusätzlich ist es möglich diese Datenbank individuell an die Gegebenheiten vor Ort anzupassen und zu erweitern.

Die physikalischen Grundlagen des Programms beruhen auf den Gesetzen der Strömungsmechanik (Windfeld), der Thermodynamik (Temperaturberechnungen) und der allgemeinen Atmosphärenphysik (z. B. der Turbulenzprognosen). Da Siedlungsräume komplexe Strukturen aufweisen, ist es notwendig, diese für eine Untersuchung im Modell zu vereinfachen. Das bedeutet, dass alle Strukturelemente wie Gebäude, Vegetation oder die verschiedenen Oberflächenarten in einem rechtwinkligen Modellquader zusammengestellt und komplexe Strukturen durch einfache Basiselemente, wie z. B. Würfel, nachgestellt werden.

Anschließend erfolgt eine numerische Durchströmung durch Wind und eine numerische Bestrahlung durch die Sonne. Aufgrund der verschiedenen physikalischen Materialeigenschaften und durch die Wechselwirkung von Sonne und Schatten entwickeln sich im Verlauf eines simulierten Modelltages unterschiedliche Oberflächentemperaturen. Die Oberflächen geben in Abhängigkeit des Windfeldes die Wärmestrahlung mehr oder minder stark an die bodennahe Luftschicht ab und beeinflussen damit die in ENVI-met enthaltenen meteorologischen Parameter.

Das Programm besteht aus mehreren Anwendungen, die den Benutzer im Design-, Simulations- und Analyseprozess unterstützen. Mithilfe von LEONARDO, einem Software-Tool von ENVI-met, ist es möglich, die Simulationsergebnisse darzustellen und aus verschiedenen Perspektiven zu analysieren. Dabei werden die Ergebnisse graphisch mit Karten aufbereitet. Darüber hinaus kann auch mithilfe eines weiteren Software-Tools von ENVI-met, BIOMET, der Predicted Mean Vote (PMV), abgebildet werden. Der PMV-Wert beschreibt den Grad der Behaglichkeit/ Unbehaglichkeit und stellt eine mittlere subjektive Beurteilung einer größeren Personengruppe (gleiche Kleidung, gleiche Aktivität, gleiche Umgebung) zu ihrem Behaglichkeitsempfinden dar. Seiner Berechnung liegt ein Aktivitätszustand von 86 W m^{-2} und ein Wärmedurchgangswiderstand von $\text{clo} = 0,9$ (T-Shirt und lange Hose) zugrunde.

5.1.1. Untersuchungsgebietsbezogene Voreinstellungen in ENVI-met

Das Untersuchungsgebiet umfasst einen größeren Raum als das reine Plangebiet. Aufgrund dessen werden die umliegende Bebauung entlang der Ziegelhütterstraße und der Hahnenstraße sowie im Südwesten und Westen an das Plangebiet angrenzenden Grünflächen ebenfalls bei der Simulation mit ENVI-met berücksichtigt. Hierfür wird eine Rasterzellengröße von $305 \times 255 \times 20$ (L x B x H) mit einer räumlichen Auflösung von $2 \times 2 \times 2$ m gewählt. Dies entspricht einer Flächengröße von 610×510 m.

Die Koordinaten des Untersuchungsgebietes betragen $49^{\circ}18.830$ nördliche Breite und $6^{\circ}57.017$ östliche Länge. Als Simulationstag wurde der 12. August 2020 ausgewählt, wobei der Simulationsstart bereits am 11. August um 2.00 Uhr nachts lag. Insgesamt wurden 49 Stunden

simuliert. Somit stand am 12. August ein kompletter Simulationstag für eine entsprechende lokalklimatische Analyse zur Verfügung. Für die mikroklimatische Bewertung bzw. Simulation innerhalb des Plangebietes wurde auf die offiziellen meteorologischen Daten der Wetterstation Saarbrücken-Burbach des Deutschen Wetterdienstes zurückgegriffen. Hier sind vor allem die Lufttemperaturwerte und die Luftfeuchtigkeit von Interesse.

Die initialen meteorologischen Parameter der Simulation definieren sich wie folgt: die Atmosphärentemperatur wurde auf Grundlage einer linearen Interpolation für den gesamten Tag berechnet, der aus Westen kommende Wind in 10 m über dem Grund weist eine Geschwindigkeit von $1,0 \text{ m s}^{-1}$ auf, wobei die Rauigkeitslänge im Referenzpunkt $z_0 = 0,1 \text{ m}$ beträgt. Die relative Luftfeuchtigkeit in 2 m über Grund betrug nach den DWD-Daten am 12. August um 14.00 Uhr 31 %, während das Maximum um 4.00 Uhr morgens mit 91 % gemessen wurde. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde ebenfalls linear interpoliert. Der aus Westen (270°) kommende Wind in 10 m ü. Gr. weist eine durchschnittliche Geschwindigkeit von $1,0 \text{ m s}^{-1}$ auf.

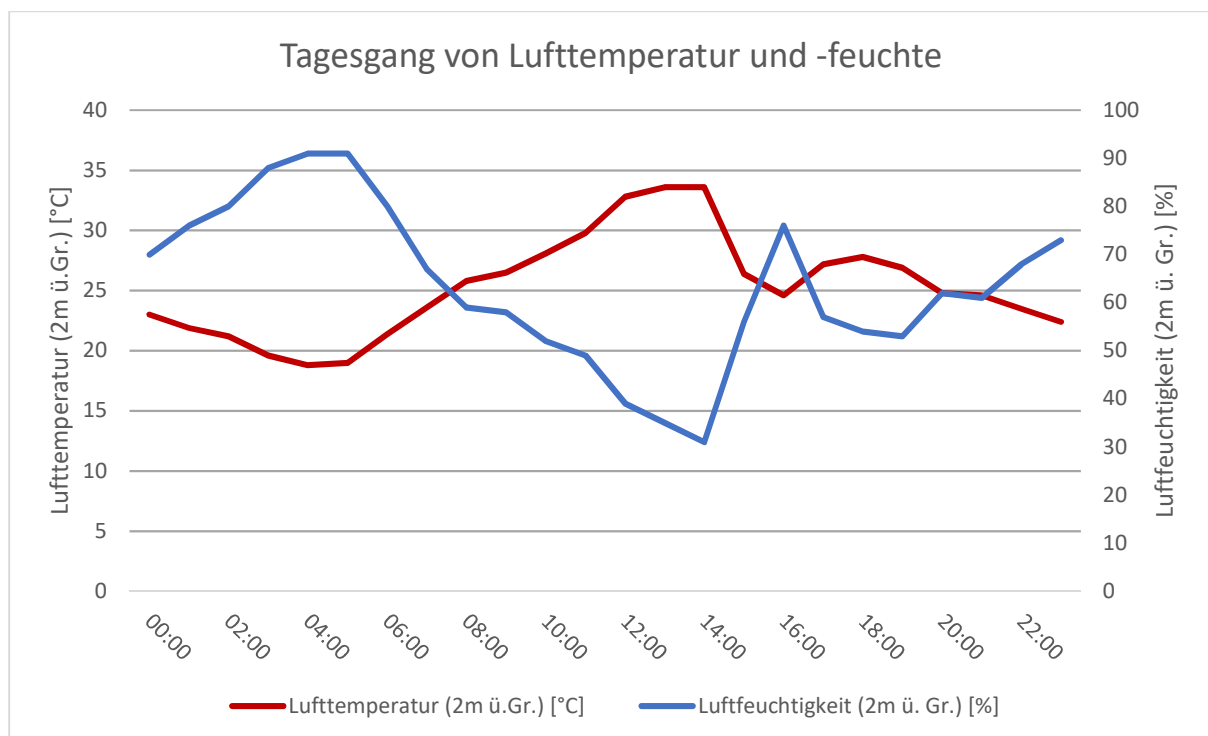


Abbildung 5: Tagesgang von Lufttemperatur und -feuchte zur ENVI-met Initialisierung (DWD-Messstation Saarbrücken-Burbach) für den 12. August 2020.

Durch die räumliche Auflösung des Simulationsmodells kann die tatsächliche Dachform der meisten Gebäude im Bestand nicht dargestellt werden. Zur Digitalisierung der Gebäude wurde der Wert für die Traufhöhe gemittelt und alle Gebäude als Flachdach dargestellt. Aufgrund schwer einsehbarer Darstellungen im vorliegenden Angebotsbebauungsplan bzw. städtebaulichen Entwurf, mussten für einige Bereiche Annahmen getroffen werden.

Die verkehrliche Erschließung des Neubaugebietes erfolgt im Südosten über die Hahnenstraße über Asphalt. Für die Zufahrtswege zu Garagen oder auch der Fußweg im Norden des

Plangebietes wurde ein hell-graues Pflaster angenommen. Die Grünflächen im Untersuchungsgebiet wurden mit 10 cm Gras besetzt. Für die im Angebotsbebauungsplan beispielhafte Bepflanzung wurden für den Grünzug Baumhöhen zwischen 5 und 15 m mit dichter Baumkrone verwendet. Zusätzlich wurde der Festsetzung der Dachbegrünung aller Nebengebäude Rechnung getragen. Hierfür wurde die Annahme von „Default Greenings without air gap (green+mixed substrat)“ ausgewählt (s. Abb. 6).



Abbildung 6: Ausschnitt aus Envi-met mit Blick auf das Plangebiet

Als Grundlage für die lokalklimatische Simulation des Ist-Zustandes sowie bei einer Umsetzung des städtebaulichen Entwurfs im Planzustand wurden die meteorologischen Parameter sowohl für die Tagsituation um 14.00 Uhr als auch für die Nacht um 4.00 Uhr berechnet bzw. betrachtet. Hierbei erfolgt die Analyse der Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und -richtung in einer Höhe von 1,80 m ü. Gr., da eine Darstellung in einer Höhe von 2 m ü. Gr. in ENVI-met nicht möglich ist. Die Oberflächentemperatur bezieht sich auf 0 m ü. Gr.. Ergänzend dazu wurde der thermische Index aus den meteorologischen Grunddaten berechnet. Neben den Analysekarten der Bestandssituation und der Planung wurden zusätzlich Differenzkarten für den Vergleich zwischen Plan- und Ist-Zustand angefertigt. Diese Karten verdeutlichen die zu erwartenden Veränderungen der untersuchten Parameter und erleichtern das Lesen und Verstehen der Darstellungen im Vergleich zwischen Ist- und Planzustand (s. Kap. 5.4).

5.2. Das Untersuchungsgebiet im Ist-Zustand

Die gegenwärtige Bestandssituation stellt die Grundlage für die Bewertung der voraussichtlichen lokalklimatischen Modifikation bei einer Umsetzung des vorliegenden bzw. vorgeschlagenen städtebaulichen Entwurfs dar. Im Ist-Zustand (= Null-Variante, Prognose-Null-Fall), wird die potentielle Situation bei Nichtverwirklichung des Vorhabens dargestellt.

Folgend werden nun die einzelnen Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Oberflächentemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung sowie der thermische Index PMV voneinander getrennt dargestellt und für die gegenwärtige Bestandssituation analysiert.

Der 12. August wurde als sog. Worst-Case-Szenario ausgesucht. Aus lokalklimatischer Sicht sind solche Tage von besonderer Bedeutung, da sie die Situation vor Ort unter Extrembedingungen widerspiegeln und aufzeigen, wie der zu analysierende Raum in einer solchen Situation „reagiert“. Vor allem aus Sicht der angewandten, planungsorientierten Stadtklimatologie ist dies von gesteigertem Interesse, da es gerade solche Extrembedingungen sind, die sich u. a. belastend auf den menschlichen Organismus auszuwirken vermögen. Diese Belastungen gilt es im Vorfeld zu kennen und gezielt dagegen vorzugehen, um deren potentiell negativen Einfluss zu reduzieren.

Lufttemperatur

Die Lufttemperatur im Plangebiet bewegt sich um 14.00 Uhr zwischen 30,9°C und 33,2°C. Hierbei ist augenfällig, dass vor allem die Freifläche eine deutlich wärmere Umgebungstemperatur gegenüber der angrenzenden Wohnbebauung aufweist. Dies ist damit zu erklären, dass die uneingeschränkte solare Einstrahlung (wenig bis keine Verschattung) die höchsten Lufttemperaturen generiert. Einen deutlichen Kontrast bildet hierzu der Siedlungsbereich im Nordosten. Hier kommen der Schattenwurf der Gebäude sowie Grünstrukturen zum Tragen, und zeigt sich in einer ca. 1,5 K geringeren Lufttemperatur.

Der Einfluss des aus West simulierten Windes zeigt sich vor allem entlang der Hahnenstraße. Dort entsteht eine, im Vergleich zum eben genannten Bereich im Nordosten, um rund 1 K höhere Lufttemperatur. Ein ähnlicher Effekt ist auch im westlichen Bereich der Ziegelhütterstraße zu verzeichnen, allerdings mit etwas geringer ausfallenden Unterschieden zwischen 0,5 und < 1 K (s. Abb. 7).

Kennzeichnend für den gesamten Raum ist, dass es im Bereich der Freifläche keine bzw. kaum Grünstrukturen gibt. Vereinzelt stehende Bäume, schmale Gehölzstreifen und Heckenstrukturen bieten keinen nennenswerten Schutz gegenüber solarer Einstrahlung. Dahingehend äußert sich dies, wie eingangs beschrieben, in den vergleichsweise hohen Temperaturen auf einer vermeintlichen grünen Fläche.

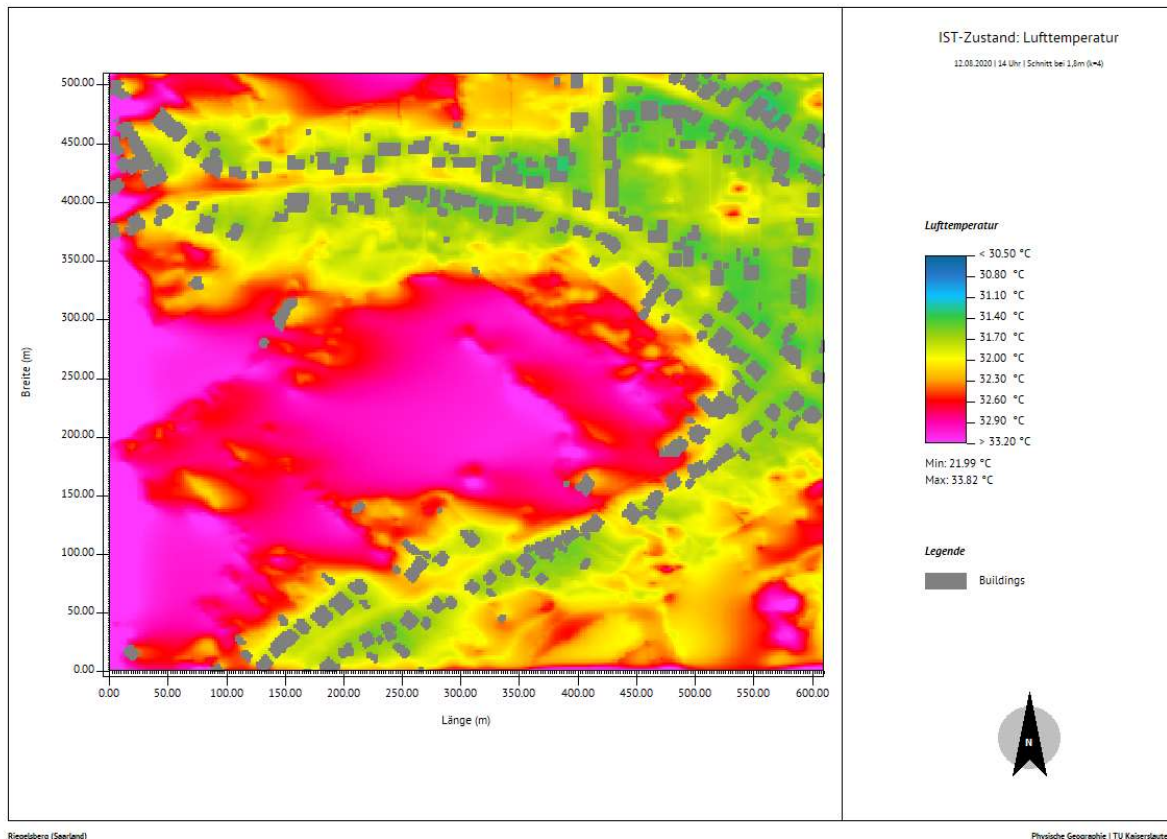


Abbildung 7: Simulation des Ist-Zustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Erwartungsgemäß zeigt sich für die Simulation der zweiten Nachthälfte, dass die Lufttemperatur im gesamten Untersuchungsraum – und auch innerhalb der angrenzenden Bebauung zurückgeht (s. Abb. 8). Allerdings wird hier der Unterschied zwischen versiegelter und unversiegelter Fläche deutlich. Auch wenn die Temperaturspanne im gesamten Gebiet zwischen $< 20^{\circ}\text{C}$ und $> 22,7^{\circ}\text{C}$ liegt, konzentriert sich der Temperaturbereich mit Werten von mehr als $21,5^{\circ}\text{C}$ auf die bebauten Flächen entlang der Hahnenstraße sowie der Ziegelhütterstraße. Hier zeigt sich das thermisch-physikalische Verhalten der verwendeten Baumaterialien, die über Tag die Energie in Teilen zwischengespeichert haben und die Wärme nun in den Nachtstunden an die Umgebung abgeben. Dieser Speichereffekt fehlt größtenteils über der Freifläche. Nach Sonnenuntergang konnten sich die unversiegelten, natürlichen Oberflächen schnell abkühlen, was sich in, im Vergleich zu den Tagstunden, um bis zu 12 K geringeren Lufttemperaturen äußert.

Was an dieser Stelle auffällt ist, dass sowohl im südlichen Bereich der Hahnenstraße als auch entlang der nordöstlich und nördlich gelegenen Ziegelhütterstraße nur ein scheinbar geringer Einfluss aus der Freifläche temperaturreduzierend auf diese Räume einwirkt – und dass, obwohl der bereits erwähnte Wind aus West über die Freifläche streicht. Was ebenfalls auffällt ist, dass innerhalb der Bebauungsstruktur nachts, im Rahmen des bereits erwähnten Worst-Case-Szenarios, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines meteorologischen

Ereignistages – der Tropennacht, mit Lufttemperaturen von mehr als 20°C über den gesamten Nachtverlauf – als sehr hoch eingeschätzt werden kann.

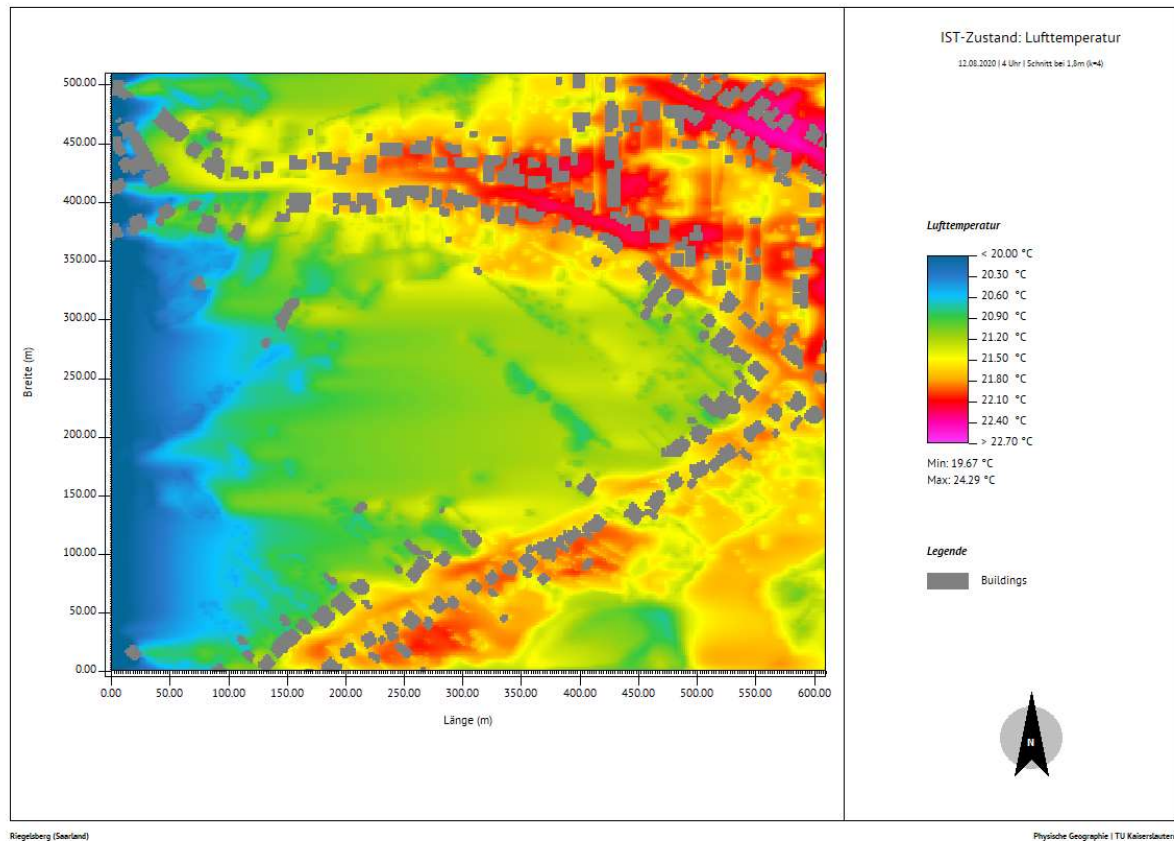


Abbildung 8: Simulation des Ist-Zustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Relative Luftfeuchtigkeit

Invers zum zeitlichen und räumlichen Erscheinungsbild der Lufttemperatur verhält sich die Bewertung der relativen Luftfeuchtigkeit (s. Abb. 9). Wiederum für 14.00 Uhr kann für das gesamte Untersuchungsgebiet festgehalten werden, dass die Luft allgemein als recht trocken bezeichnet werden kann, mit Werten zwischen 34,0 % und 45,7 %. Dabei zeigt sich eindrucksvoll, dass mit Ausnahme kleinerer, verschatteter Gehölzstreifen innerhalb der Freifläche, innerhalb ebendieser, bei Werten zwischen 37,0 % und 39,0 % mitunter die geringsten Feuchtwerte erreicht werden – wohingegen der bereits erwähnte nordöstlich gelegene, gut verschattete und geringere Lufttemperaturen aufweisende Raum mit Werte > 41 % eine höhere relative Luftfeuchtigkeit aufweist. Augenfällig ist in diesem Zusammenhang die Verdunstungsleistung der Grünstrukturen, v. a. wie bereits erwähnt, innerhalb des Plangebietes. Anhand der inselartig inmitten der grünlich gehaltenen Fläche, in gelblich-roten Farbtönen dargelegten Bäume und Sträucher, weist deren Umgebung deutlich vom geringen Grasbewuchs zu unterscheidende Feuchtwerte auf.

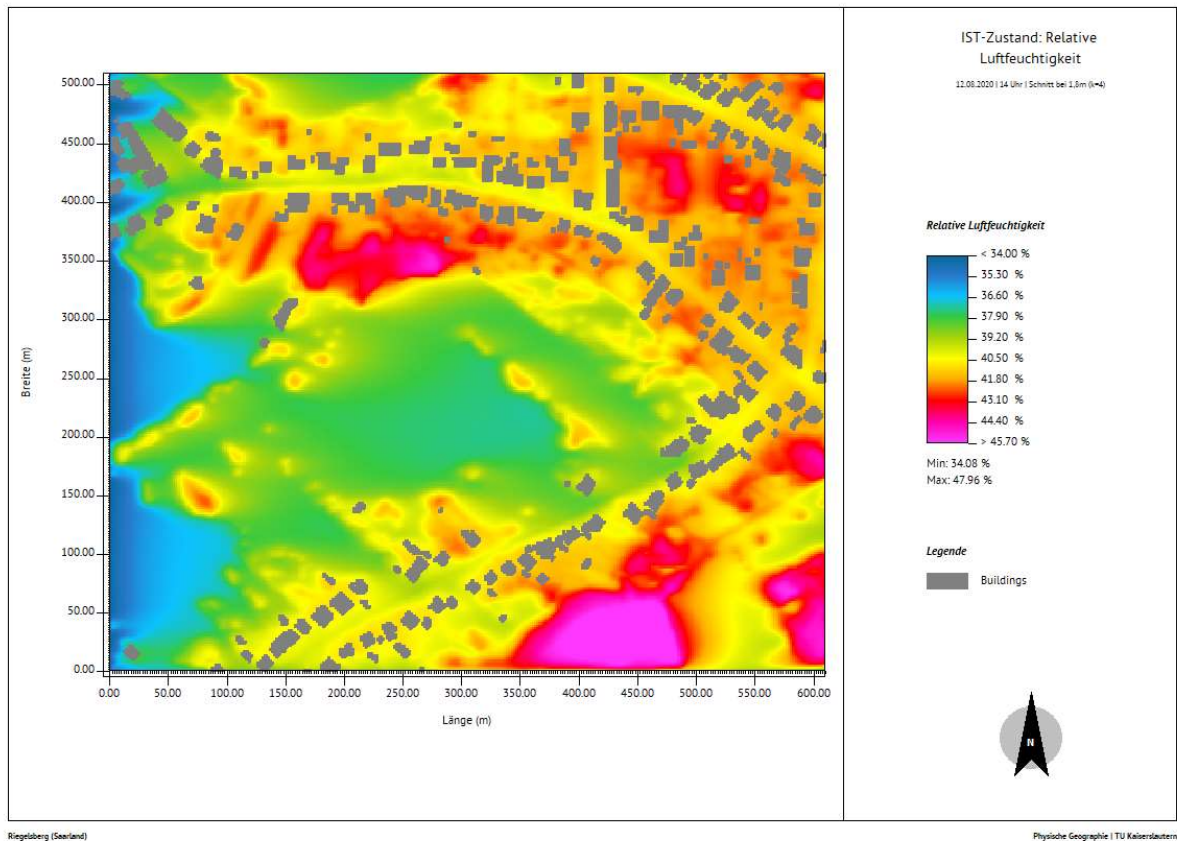


Abbildung 9: Simulation des Ist-Zustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

In den Nachtstunden spiegelt sich ebenfalls der typische inverse Verlauf der Entwicklung der Feuchtwerte in Abhängigkeit zum Untergrund wider. Wiederum ist auffällig, dass im Plangebiet nun Feuchtwerte zwischen 79 % und 82,5 % erreicht werden und diese der Tageszeit entsprechend hoch ausfallen, allerdings nicht die „Spitzenwerte“ des Gesamttraumes erreichen (s. Abb. 10). Auch hier sind wieder die inselartigen „Ausreißer“ deutlich zu erkennen, die auf die stärkere Verdunstungsleistung des Bewuchses an diesen Standorten hinweisen.

Dennoch erweist sich das gesamte Untersuchungsgebiet als eine Fläche, die, versiegelt oder unversiegelt, eine adäquate Durchfeuchtung der Luftmassen darbietet. Jedoch mit der zu erwartenden Einschränkung, dass entlang der Straßenführung von Ziegelhütterstraße und Hahnenstraße sowie im nordöstlichen Wohngebiet Richtung Gartenstraße, die geringsten Luftfeuchtwerte < 78 % erreicht werden. An dieser Stelle zeigt sich wiederum der Einfluss der versiegelten Flächen. Wie bereits in Abbildung 8 deutlich wurde, bedingen die künstlichen Baumaterialien nachts eine höhere Wärmeabgabe in die bodennahe Luftschicht, was dazu führt, dass die Luftmasse mehr Wasserdampf aufnehmen kann und im Umkehrschluss die relative Feuchte in diesem Raum zurückgeht.

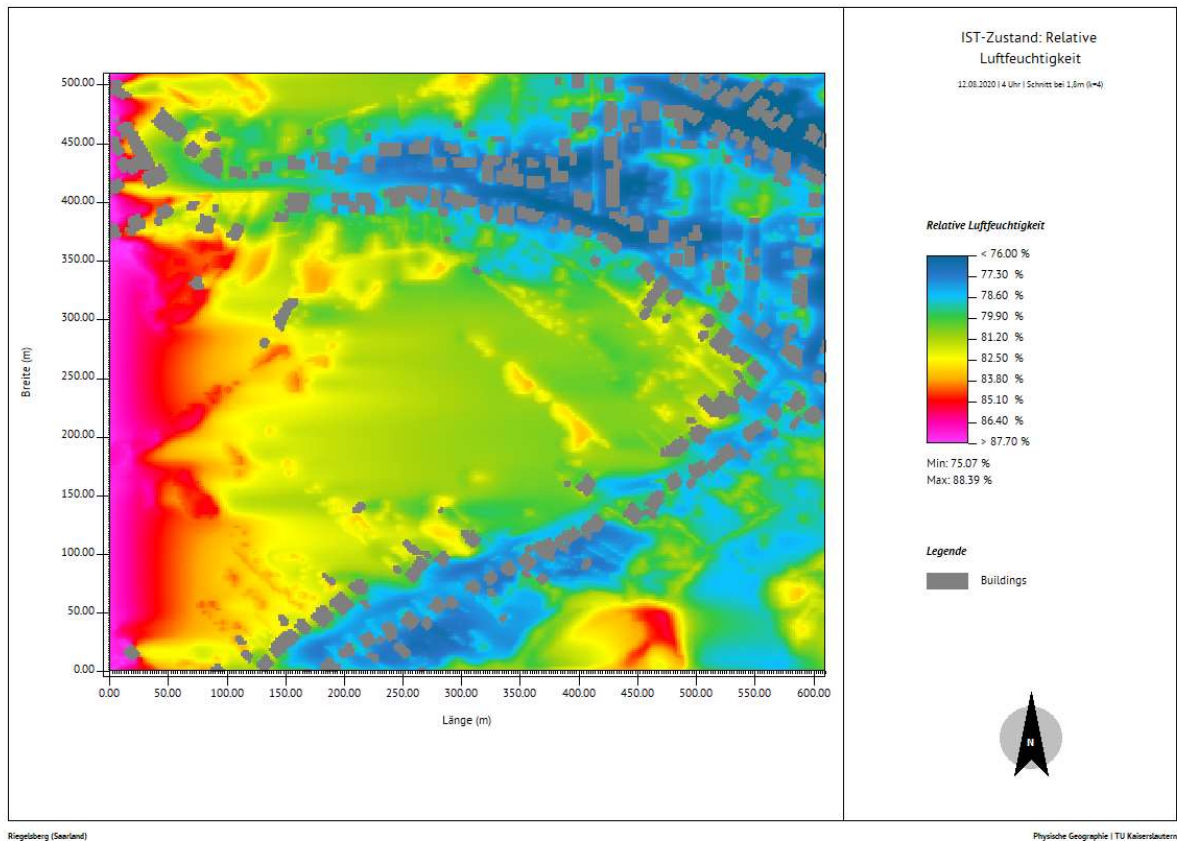


Abbildung 10: Simulation des Ist-Zustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Oberflächentemperatur

Einen vergleichbaren Interpretationseffekt wie für die Luftfeuchte erlaubt die Betrachtung der Oberflächentemperatur. Mehr noch als die Feuchtwerte geben die Temperaturschwankungen der betrachteten Oberflächen ein Rückschluss darauf, wo sich aufgrund der thermisch-physikalischen Eigenschaften natürliche oder künstliche Materialien befinden und wie sich diese mittelbar an der Temperaturentwicklung innerhalb des Betrachtungsraumes auswirken.

Die Spanne der Oberflächentemperatur innerhalb des Untersuchungsgebiets bewegt sich am Tage zwischen 25°C und deutlich mehr als 52°C, mit einem Maximum von 54,19°C entlang der hochverdichteten, asphaltierten Straßenzüge der Hahnenstraße sowie Ziegelhütterstraße bzw. auch im Kreuzungsbereich Ziegelhütterstraße und Bergstraße. Dies ist wenig verwunderlich, da dort die dunkle Asphaltfläche im Zusammenspiel zwischen dem Absorptionsvermögens des Materials und der geringen Wärmespeicherkapazität, im Laufe des Tages kurzweilige Einstrahlung aufnimmt, aber im Vergleich zu anderen künstlichen Materialien auch bereits schnell wieder als langwellige Wärmestrahlung an die bodennahe Luftschicht ausstrahlt. Wiederum eine Bestätigung der in Abb. 8 dargelegten hohen Lufttemperaturwerte innerhalb des Plangebietes ergibt sich durch die höchsten Oberflächentemperaturen > 45°C. Die unverschatteten Bereiche der Grünfläche erhalten

einen hohen Strahlungsgenuss und weisen hierdurch die, auch im Vergleich zur bebauten Umgebung, hohen Werte auf. Ausnahmen bilden auch hier wieder die Baum- und Heckenstrukturen mit moderateren Temperaturwerten zwischen 33°C und 37°C. Vor allem im Bereich der Wohnbebauung wird deutlich, wie groß der Einfluss der Verschattung auf die Temperatur der Oberflächen sein kann – erst einmal unabhängig von der Art des Oberflächenmaterials – denn dort erreichen die Werte deutlich weniger als 30°C (s. Abb. 11).

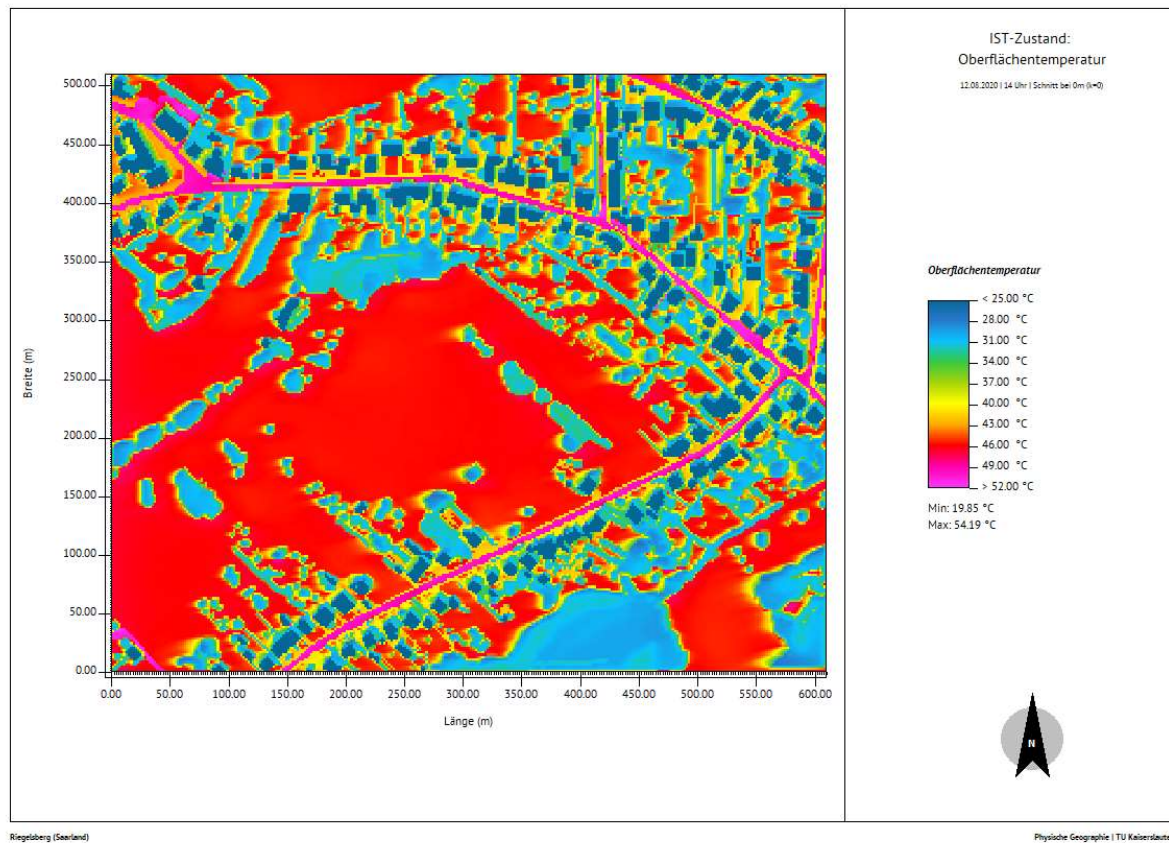


Abbildung 11: Simulation des Ist-Zustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Abbildung 12 legt die oben erwähnten Eigenschaften der künstlichen und natürlichen Oberflächen und ihr gesamtes Potential im Rahmen der Analyse der Oberflächentemperaturen im gesamten Betrachtungsraum offen. Denn vor allem in der Nacht bedingt das thermisch-physikalische Verhalten der künstlichen Materialien, dass sich ohne Einwirkung der Sonne die Lufttemperatur auf einem, im Vergleich zum unbebauten Umland, hohen Niveau zeigen. Die über Tag in den Materialien zwischengespeicherte Energie wird als langwellige Ausstrahlung an die bodennahe Luftschicht abgegeben. Die Oberflächen, die diese unnatürliche Modifikation der lokalen Temperaturen am ehesten aufweisen, äußern sich in Abbildung 12 in Form der roten bis dunkelroten Farben, mit Oberflächentemperaturen > 23°C. Sehr gut ist dieser Effekt entlang der Ziegelhütterstraße, der Hahnenstraße und auch der Gartenstraße zu erkennen. Ebenfalls weisen die bebauten Flächen höhere, den thermisch-physikalischen Eigenschaften des Materials geschuldete Werte, in Gelbtönen gehalten, auf.

Die Grün- und Freiflächen sind deutlich von den versiegelten Flächen zu unterscheiden und mit Werten $< 19^{\circ}\text{C}$ auch im Schnitt mehr als 5 K kühler als die versiegelten Bereiche. Allerdings zeigt sich auch, dass die Grünfläche des Plangebietes nicht unbedingt die geringsten Werte aufweist. Diese finden sich eher im südwestlichen Bereich, abseits des neu geplanten Wohngebietes „Auf dem Hahn“.

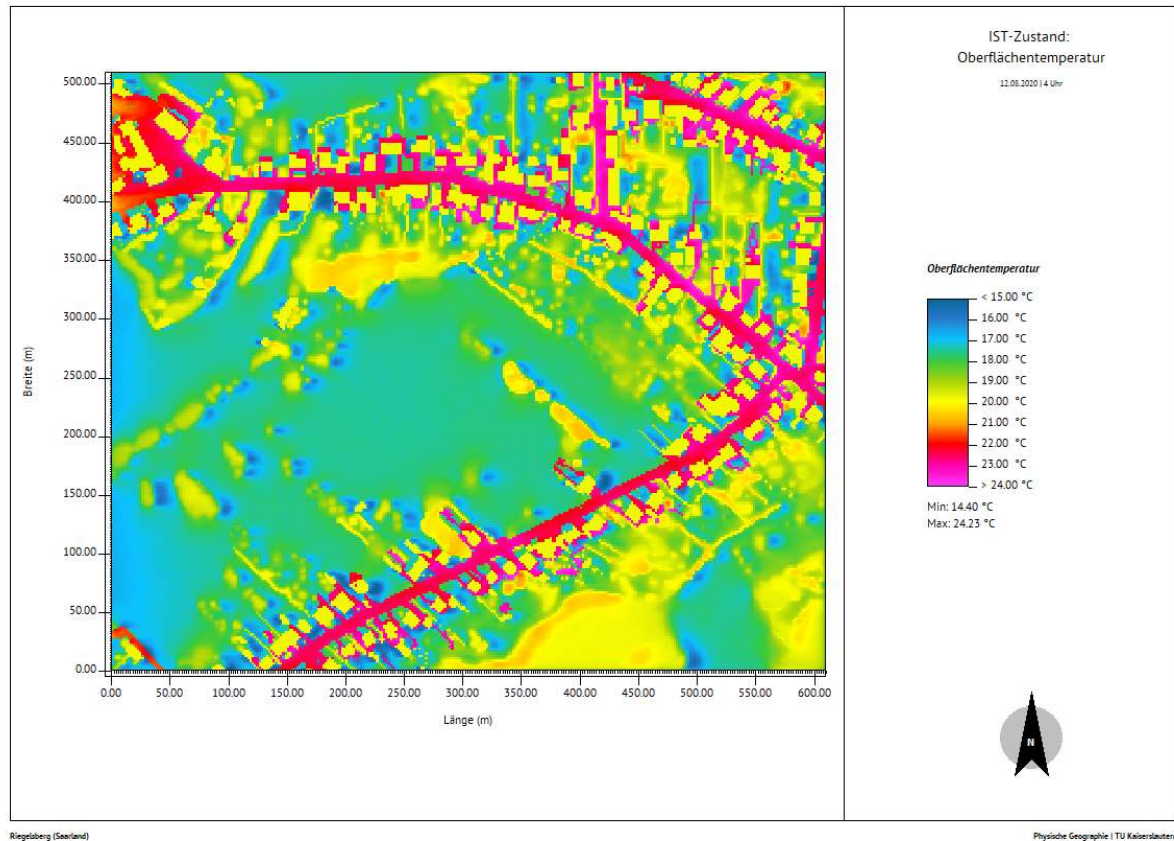


Abbildung 12: Simulation des Ist-Zustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Windgeschwindigkeit und -richtung

Aufgrund der nahezu identischen Simulationsergebnisse sowohl für die Tag- als auch die Nachtstunden in Bezug auf den Ist-Zustand von Windrichtung und -geschwindigkeit werden die in Abbildung 13 und 14 dargelegten Windfeldveränderungen gemeinsam behandelt.

Für die Simulation wurde, wie bereits erwähnt, als Hauptwindrichtung West vorgegeben, die im Falle des Worst-Case-Szenarios mit einer initialen Windgeschwindigkeit von 1 m s^{-1} gestartet wurde. Dies bedeutet, dass von Beginn an mit austauscharmen Wetterbedingungen kalkuliert wurde. Dies äußert sich dann auch in den geringen Windgeschwindigkeiten innerhalb des gesamten Betrachtungsraumes, die zwischen 0 m s^{-1} (Windstille) und $0,9 \text{ m s}^{-1}$ liegen. Das aufgrund der unterschiedlichen Trajektorien (schwarze Linien und Punkte, s. Abb. 13 u. 14) ungeordnet, dynamisch erscheinende Bild spiegelt jedoch sehr gut sowohl am Tage als auch in der Nacht die Rauigkeit (Hinderniswirkung) des Geländes wider. Der von West einstreichende Wind kann im Bereich der offenen Wiesenflächen ungehindert wehen, sodass

dort die im gesamten Betrachtungsraum höchsten Windgeschwindigkeiten von rund $0,9 \text{ m s}^{-1}$ auftreten. Sowohl die Baum- und Heckenstrukturen innerhalb des Plangebietes als auch die angrenzenden Gebäude deuten nicht nur Brems- und Staueffekte an, sondern auch erwartungsgemäß Verwirbelungs- und Kanalisierungseffekte an den Hindernissen.

Hierdurch wird offensichtlich, dass es bei Witterungssituationen mit geringen Windgeschwindigkeiten zu einem deutlich reduzierten Austausch der bodennahen Luftschicht kommt – und das sowohl im versiegelten, bebauten Bereich als auch auf der Grünfläche.

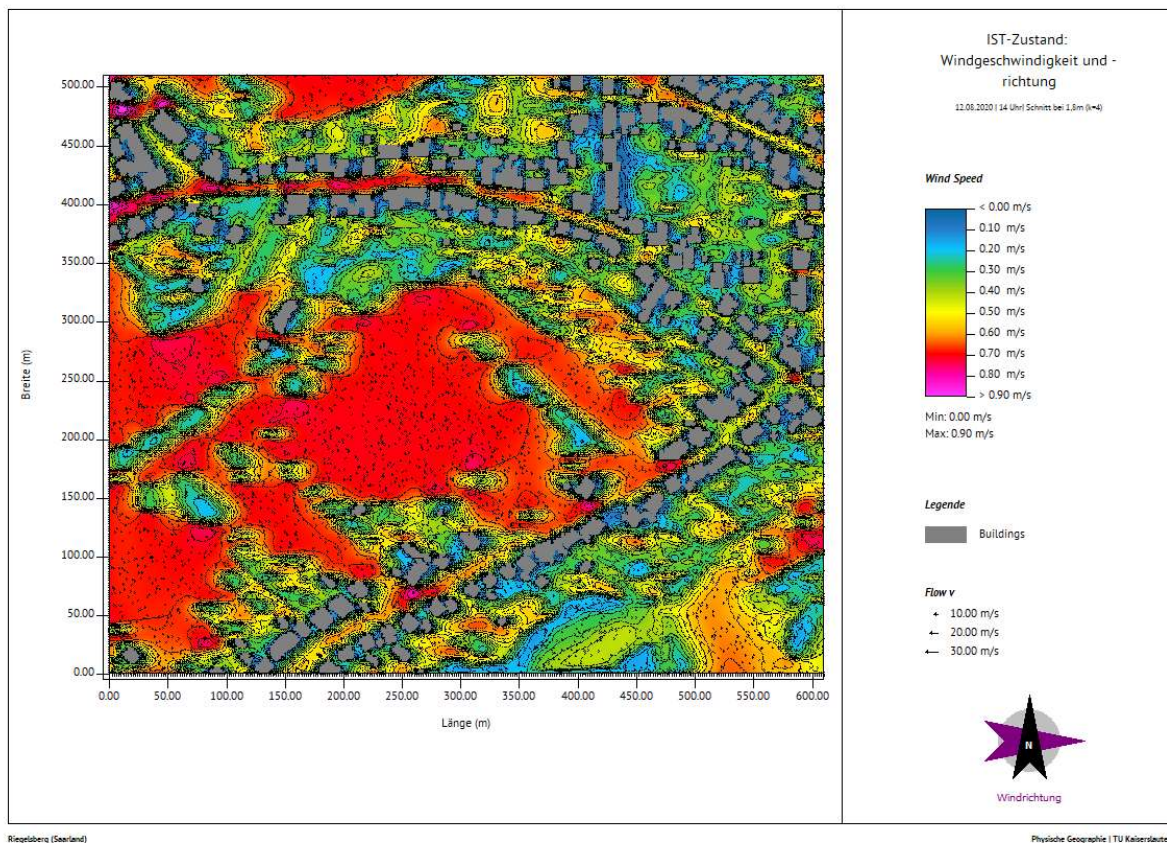


Abbildung 13: Simulation des Ist-Zustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

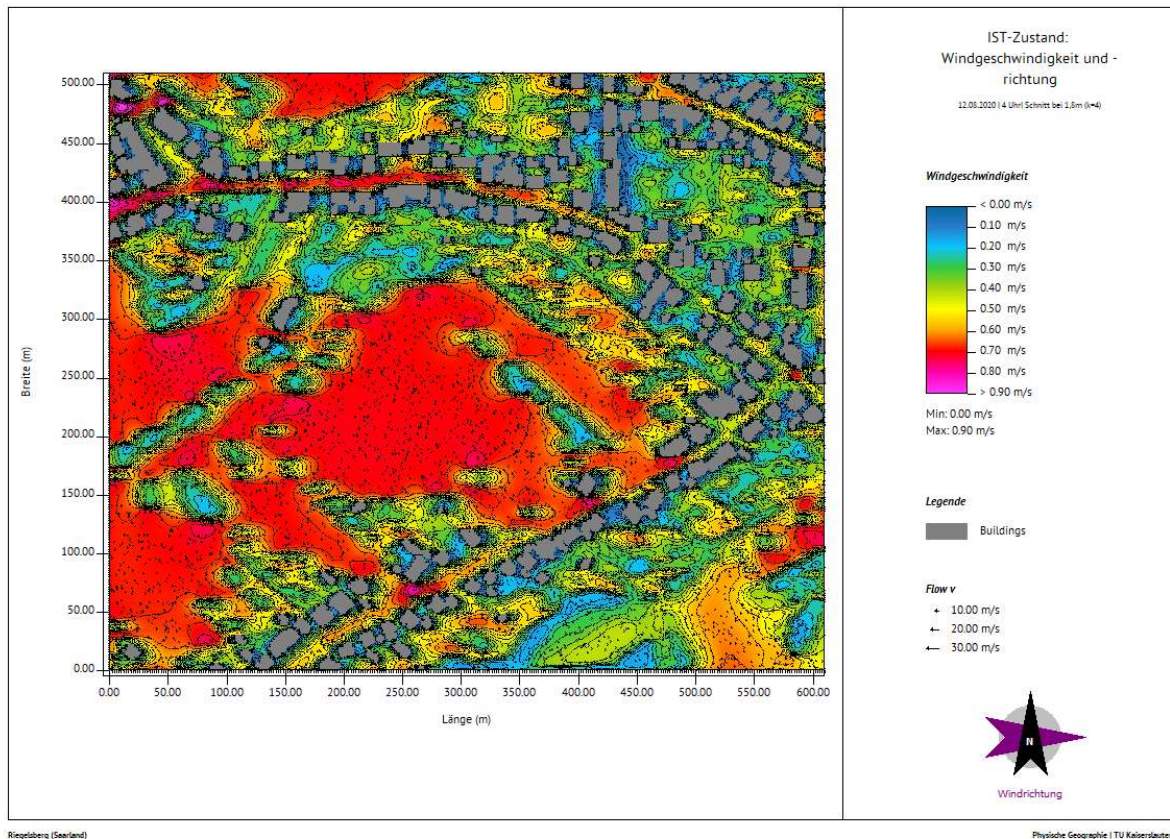


Abbildung 14: Simulation des Ist-Zustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

PMV – Thermische Behaglichkeit/ Unbehaglichkeit

Wie bereits eingangs beschrieben dient u. a. der thermische Index PMV dafür, eine Aussage über das potentielle thermische Behagen oder auch Unbehagen gegenüber den mikroklimatischen Verhältnissen vor Ort darzulegen (s. Abb. 15).

In Anbetracht der in den Abbildungen 7 und 11 flächenhaft bereits dargestellten räumlichen Verteilung sowohl der Luft- als auch Oberflächentemperaturen ergibt sich für die Betrachtung der thermischen Behaglichkeit ein Bild, welches zu erwarten war. Die stark der solaren Einstrahlung ausgesetzte Freifläche weist aufgrund der mangelnden Verschattung und der geringen Luftfeuchte mit einem $PMV > 4,4$, ein thermisches Belastungspotential auf. Im Zusammenspiel mit der auftretenden Austauscharmut und geringen Windgeschwindigkeit (s. Abb. 13) ist dieser Standort während hochsommerlicher Wetterlagen als unangenehm zu bezeichnen. Einzige Ausnahmen innerhalb dieser Fläche bilden die Baum- und Heckenstrukturen, die einen punktuellen Aufenthalt angenehmer gestalten würden, da dort aufgrund der Verschattung ein gewisser Schutz vor der direkten Einstrahlung gegeben wäre. Etwas geringer, aber dennoch auch mit einem $PMV > 3,8$, fallen die Simulationsergebnisse innerhalb der Wohnbebauung aus. Auch hier muss zu eben beschriebenen sommerlichen Wetterlagen mit einem thermischen Unbehagen und einer entsprechenden thermischen Belastung für den Organismus gerechnet werden.

Auch innerhalb der Bebauungsstrukturen treten vereinzelt die verschatteten Flächen, vor allem Gärten mit entsprechender Vegetation, hervor und entspannen die Situation ein wenig.

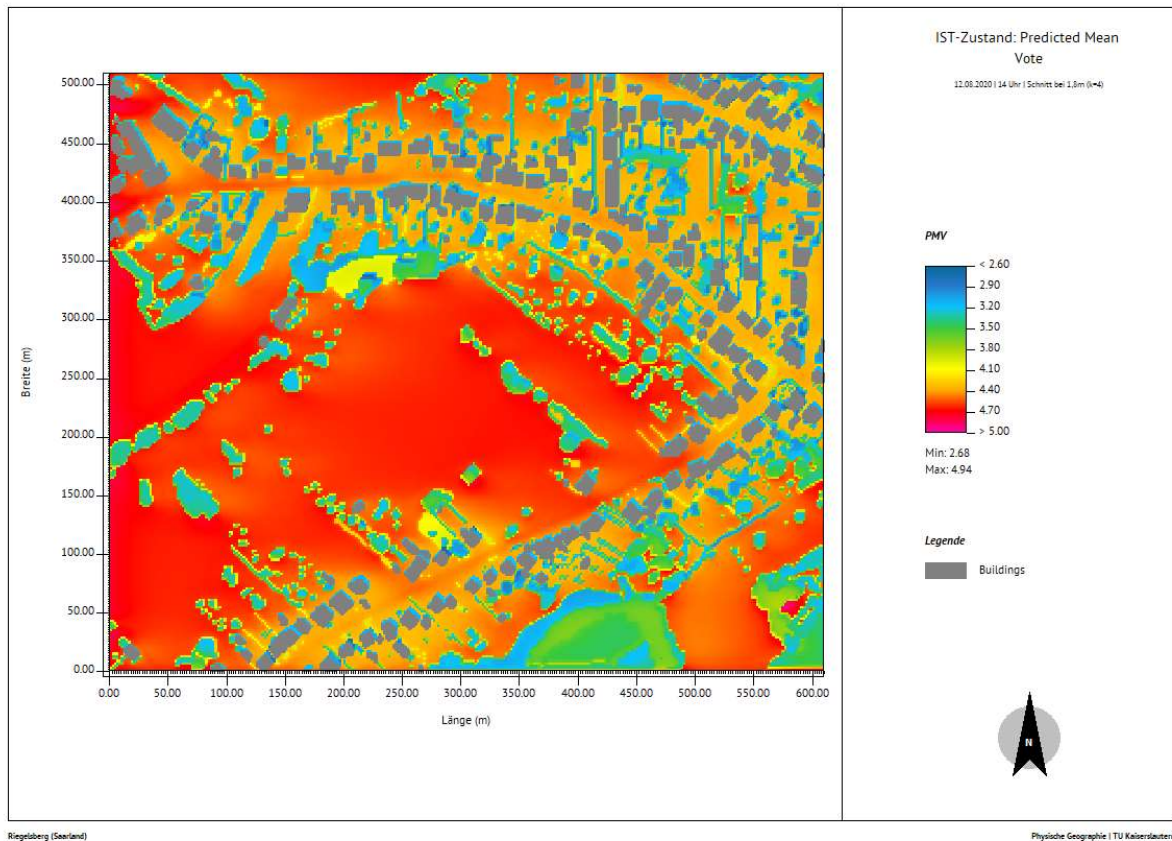


Abbildung 15: Simulation des Ist-Zustandes des PMV am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Der PMV während der Nachtstunden erweist sich im gesamten Betrachtungsraum als gering bzw. der Definition folgend als thermisch unbehaglich, da negative Werte auftreten (s. Abb. 16). Diese müssen an dieser Stelle jedoch relativiert werden. Um die Vergleichbarkeit und vor allem die geringen Unterschiede zwischen der Freifläche und dem bebauten Raum besser darstellen zu können, wurde in Abbildung 16 die Farbskala entsprechend „farblich überhöht“ dargestellt. Auffällig ist, dass weder innerhalb der Freifläche noch im Bereich der versiegelten Flächen eine thermische Belastung dahingehend festgestellt werden kann, dass von einer deutlich hervortretenden Überwärmung des Gebietes ausgegangen werden müsste – und dass, obwohl eine hochsommerliche austauscharme Wetterlage der Berechnung zugrunde gelegt wurde. Dennoch zeigt sich natürlich, dass die Freifläche kühlere Verhältnisse aufweist – was bedeutet, dass in der zweiten Nachthälfte durchaus damit zu rechnen ist, dass ein Aufenthalt dort als kalt empfunden wird. Allerdings muss diese Aussage etwas eingegrenzt werden, da die geringsten Werte (PMV < -0,9) außerhalb des Plangebietes, im Südwesten, auftreten. Für das direkte Plangebiet betragen die Werte zwischen PMV -0,7 und -0,3.

Allerdings zeigt sich auch, dass ein großer Teil des neu geplanten Wohngebietes dem Einfluss der angrenzenden Bebauung unterliegt und mit einem PMV > -0,3 zwar als angenehm empfunden

würde, aber nicht mehr mit dem größten Kühlungspotential ausgestattet ist. Ein PMV > -0,2 bis 0 entfällt nahezu ausnahmslos auf die umgebende Wohnbebauung, ist aber aufgrund der ermittelten Werte als unproblematisch zu bezeichnen.

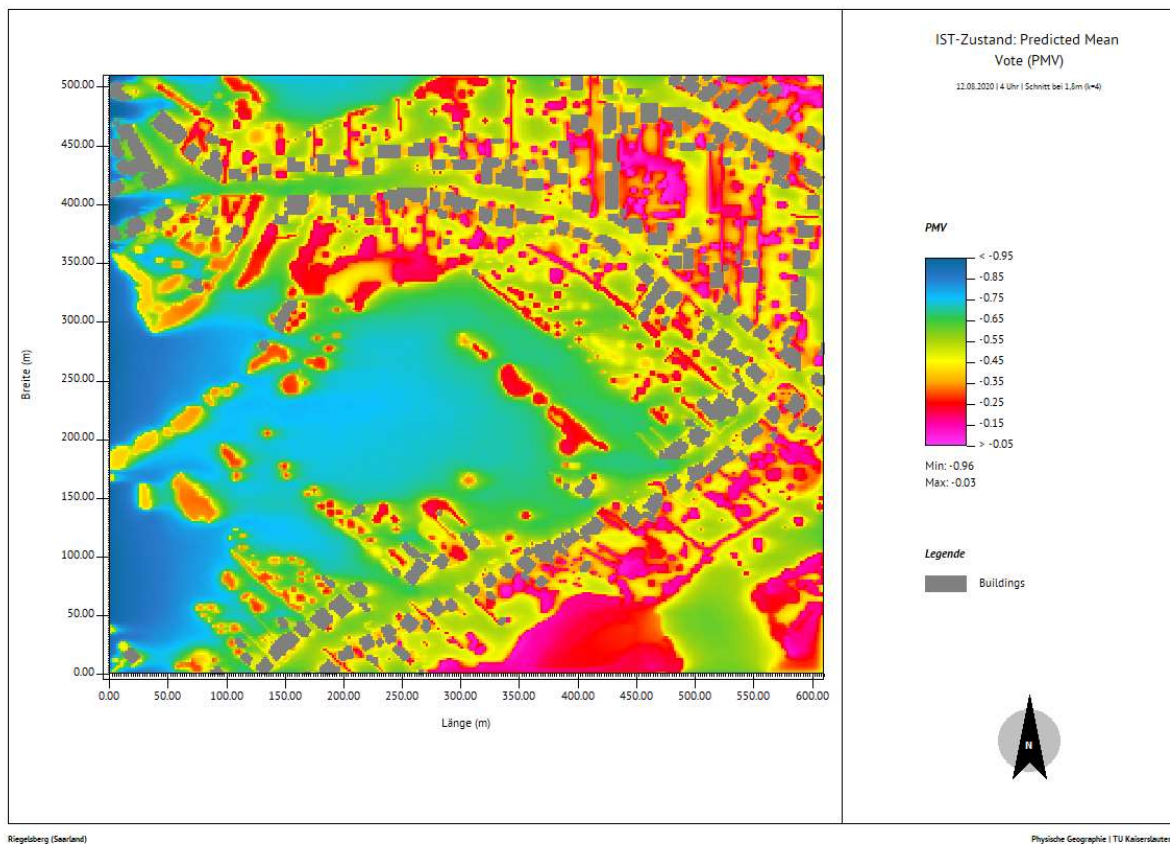


Abbildung 16: Simulation des Ist-Zustandes des PMV am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“

5.3. Das Untersuchungsgebiet im Planzustand

Das folgende Teilkapitel zeigt die lokalklimatische Situation nach der Umsetzung des vorliegenden städtebaulichen Entwurfs. Wie bereits in Kapitel 5.2 werden die Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Oberflächentemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung sowie der thermische Index PMV zur besseren Übersichtlichkeit ebenfalls voneinander getrennt betrachtet.

Ähnlich der Darstellung des Ist-Zustandes in Teilkapitel 5.2 werden auch in diesem Kapitel erst einmal die lokalklimatischen Veränderungen, hervorgerufen durch den zugrunde gelegten städtebaulichen Entwurf, beschrieben. Eine nochmals erläuternde Analyse zwischen dem Ist- und Planzustand erfolgt anschließend in Teilkapitel 5.4.

Lufttemperatur

Der Lufttemperaturbereich innerhalb des gesamten Betrachtungsraumes hat sich im Vergleich zum Ist-Zustand (s. Abb. 7) nicht verändert. Was jedoch deutlich in der Simulation der Tagstunden hervortritt ist der Angebotsbebauungsplan „Auf dem Hahn“. Entgegen der möglicherweise allgemeinen Vorstellung zu einer neuen Bebauung auf einer freien Fläche zeigt sich, dass keine signifikante Verschlechterung der räumlichen Verteilung der Lufttemperatur auftritt. Im Gegenteil wird deutlich, dass die vorgeschlagene klimaangepasste Bebauung einem Effekt Rechnung trägt, der im Ist-Zustand fehlt – der Wechsel zwischen offenen und verschatteten Flächen. Ein offensichtliches und mikroklimatisch wirksames „Problem“ der Plangebietsfläche im Ist-Zustand war, dass der Vegetationsbestand vor Ort kaum eine Möglichkeit der Abschattung bot und sich die Flächen so ungehindert aufheizen und entsprechend die Wärme an die bodennahe Luftschicht abgeben konnte. Dies ist nun, zumindest für das Areal des Angebotsbebauungsplanes, nicht mehr der Fall. Gebäude- und Grünstruktur sorgen durch Verschattung und zusätzliche Verdunstungsleistung der Bäume für eine Verringerung der Lufttemperatur innerhalb des Plangebietes. Die Verringerung der Lufttemperatur über der Freifläche äußert sich auch am nordöstlichen Übergang des Neubaugebietes hin zur Ziegelhütterstraße, wo die Lufttemperatur nicht mehr so hoch ausfällt wie in Abbildung 7 dargestellt.

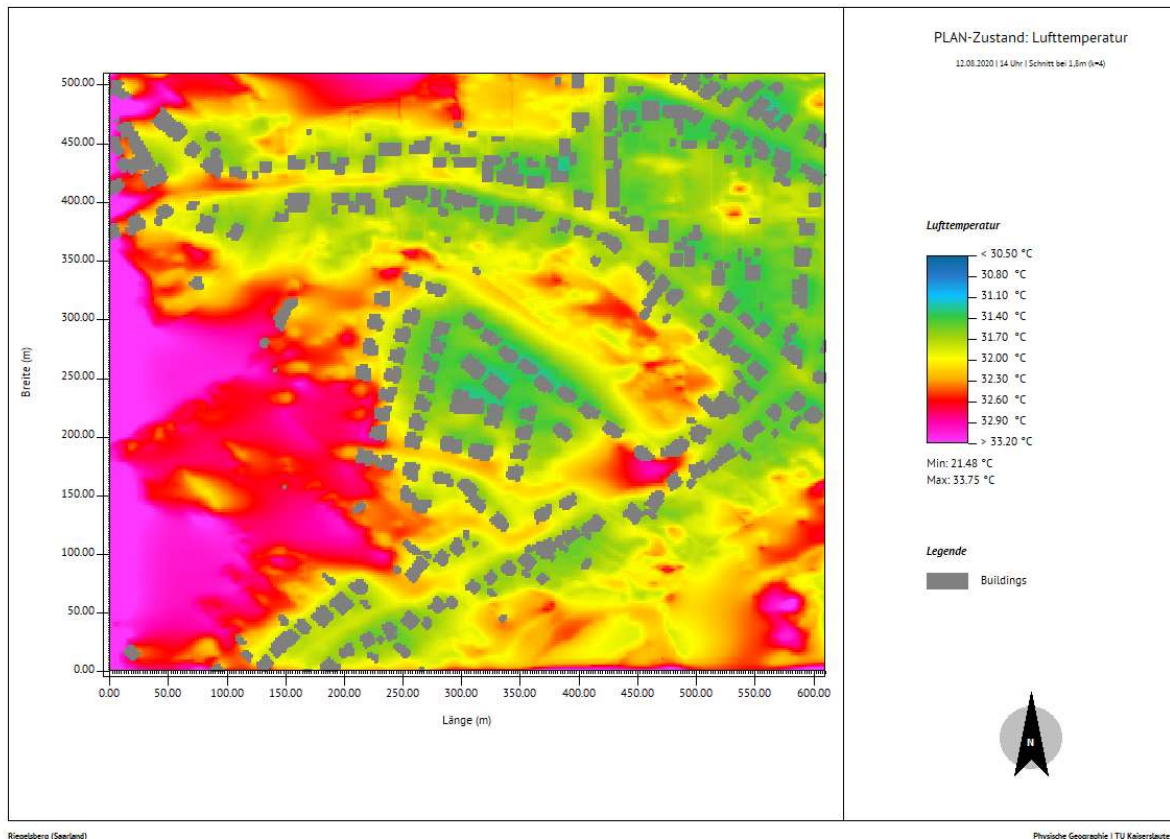


Abbildung 17: Simulation des Planzustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“

In der Nacht relativiert sich ein wenig der primär positive Eindruck des Angebotsbebauungsplanes bzw. dessen Wirkung auf den Raum. Abbildung 18 zeigt deutlich, dass zwar erwartungsgemäß die Lufttemperaturen in den Nachtstunden im gesamten Betrachtungsraum zurückgehen. Allerdings zeigt sich auch, ohne Berücksichtigung der Oberflächentemperatur, der Einfluss der neuen bebauten und versiegelten Flächen „Auf dem Hahn“. Der bereits beschriebene Wärmespeichereffekt der künstlichen Materialien und die entsprechende Wärmeabgabe in der Nacht sorgen nun für höhere Lufttemperaturen im Plangebiet, das vergleichbar ist mit den bereits vorhandenen, angrenzenden versiegelten Siedlungsflächen. Vor allem der nordöstliche Bereich des Neubaugebietes, im Übergang zur Ziegelhütterstraße, sticht hier mit den höchsten Temperaturwerten von $> 22,0^{\circ}\text{C}$ hervor. Dort ist eine Art Stauereffekt zu beobachten, der durch den überstreichenden Westwind begünstigt wird, allerdings für die angrenzende, gegenüberliegende Bebauung der Ziegelhütterstraße auch eine abschirmende Wirkung aufweist. Die vermeintlich besten Bedingungen für die Anwohner des Angebotsbebauungsplanes ergeben sich im westlichen bzw. südwestlichen Bereich des Plangebietes, dort, wo die neue offene Bebauung auf die angrenzende Freifläche trifft (s. Abb. 18).

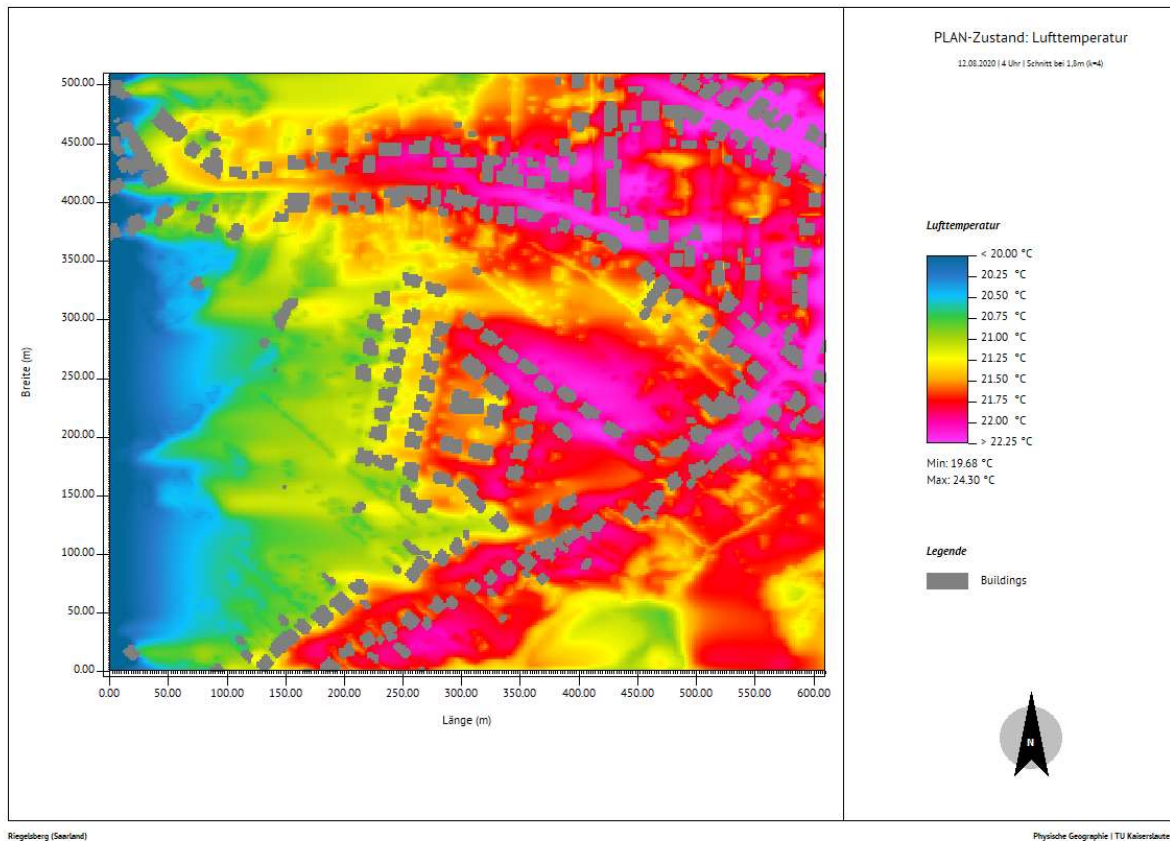


Abbildung 18: Simulation des Planzustandes der Lufttemperatur am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Relative Luftfeuchtigkeit

Im Bezug zur Veränderung der relativen Luftfeuchtigkeit im Zusammenspiel mit der potentiellen Bebauung des Plangebietes ist anzumerken, dass es grundsätzlich am Tage zu keiner Verschlechterung der Situation kommt – ganz im Gegenteil. Es ist zu erwarten, dass sich die Bedingungen leicht verbessern (s. Abb.19). Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die neue, offen gestaltete, mit Grünflächen geplante Struktur der Grundstücke einen verbesserten Verdunstungseffekt durch die vorgesehene Bepflanzung hervorruft und gleichzeitig, dies konnte bereits in Abbildung 17 im Rahmen der Lufttemperatur beobachtet werden, die Verschattung einen weiteren positiven Einfluss auf den Raum nimmt. Auch wenn es, wie bereits erwähnt, lediglich geringfügige Steigerungen der Werte sind, so zeigt sich nun eine größere Spanne der Feuchtwerte zwischen > 35 % und fast 49 % für den Gesamttraum bzw. vor allem im Plangebiet eine Steigerung der Luftfeuchte um immerhin 3 bis 4 %. Ganz allgemein kann für den Untersuchungsraum, die Freifläche inklusive der angrenzenden Wohnbebauung und Infrastruktur, festgehalten werden, dass sich die Werte annähern und nicht mehr inselartige „Ausreißer“ auf der Fläche zu erkennen sind – so wie z. B. nördlich des Plangebietes, angrenzend an die Ziegelhütterstraße (vgl. dazu Abb. 9).

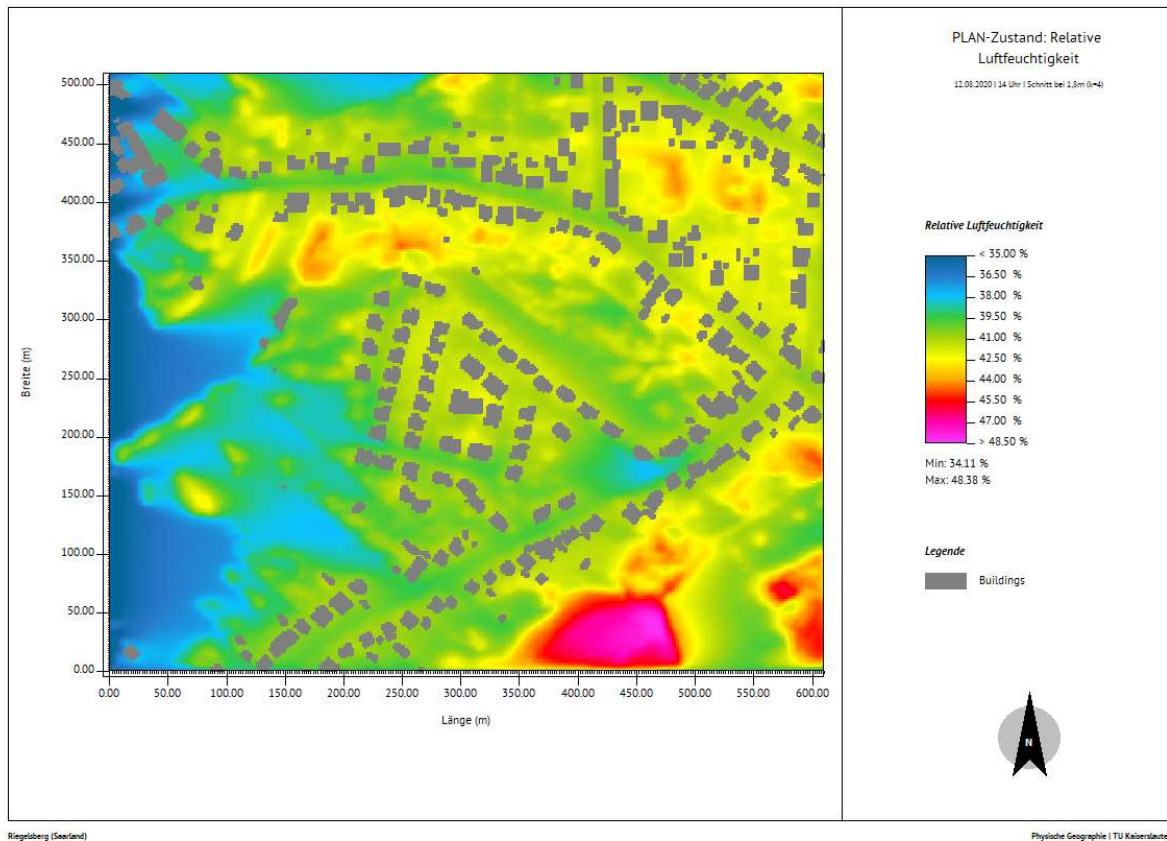


Abbildung 19: Simulation des Planzustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes "Wohngebiet Auf dem Hahn".

Auch in den Nachtstunden zeigt sich, dass es, wenn überhaupt, nur zu geringen Veränderungen in der räumlichen Verteilung der Feuchte kommt. Grundsätzlich bewegt sich die relative Luftfeuchtigkeit im gesamten Beobachtungsraum auf dem gleichen Niveau wie im Ist-Zustand. Der Anteil der Flächen, die einen Feuchtwerte zwischen 77 % und 80 % aufweisen, wird in diesem Fall nur vergrößert.

Es wird in Abbildung 20 der Eindruck erweckt, dass die blaue Fläche aus der angrenzenden Bebauung entlang der Hahnenstraße und Ziegelhütterstraße auf das Plangebiet „überschwappt“. Hier zeigt sich der Einfluss der neu versiegelten Flächen, die aufgrund ihrer abendlichen und vor allem nächtlichen Wärmeabgabe die relative Luftfeuchtigkeit dahingehend beeinflussen, dass der Anteil des Wasserdampfes im bodenaufliegenden Luftpaket um rund 1,5 bis 2 % zurückgeht. Jedoch kann auch hier allgemein der Feuchtwert des gesamten Betrachtungsraumes mit > 78 % relativer Luftfeuchtigkeit für einen teilversiegelten Siedlungsraum als gut bezeichnet werden.

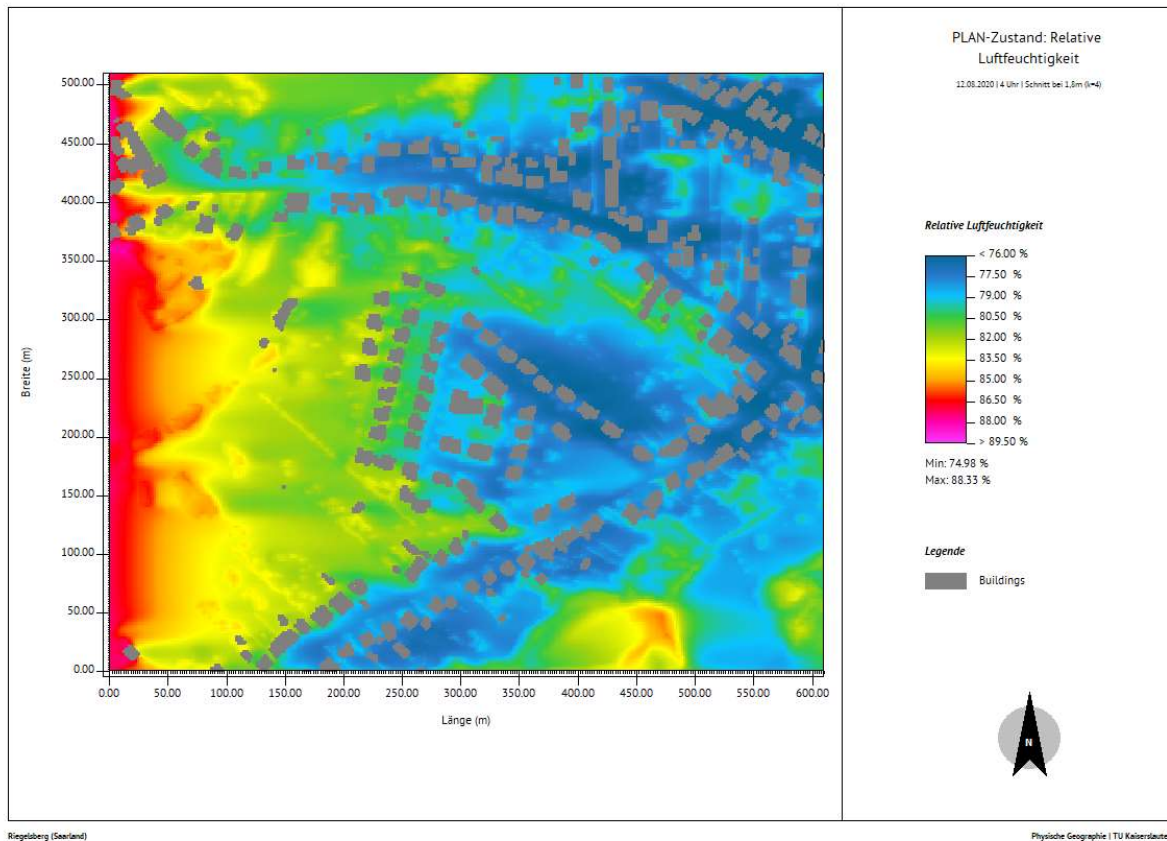


Abbildung 20: Simulation des Planzustandes der relativen Luftfeuchtigkeit am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Oberflächentemperatur

Die Betrachtung der Oberflächentemperatur ermöglicht sehr gut, sich einen ersten Eindruck darüber zu verschaffen, inwieweit die Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit Einfluss auf die Umgebung nehmen kann. Während sowohl für die Lufttemperatur als auch die Luftfeuchtigkeit diese Veränderungen durch die Bebauung bzw. Veränderungen durch eine neue Grundstruktur bereits zu erahnen waren, werden ebendiese nun durch die räumliche Darstellung der Oberflächentemperaturen vertiefend bestätigt (s. Abb. 21).

Bei einer genaueren Sicht auf das Plangebiet offenbaren sich zwei deutliche Unterschiede zum Ist-Zustand. Deutlich sticht zum einen die Veränderung bzgl. der Infrastrukturmaßnahmen in Form der verkehrlichen Erschließung von „Auf dem Hahn“ an die Hahnenstraße ins Auge. Diese neuen asphaltierten, versiegelten Flächen generieren mit $> 54^{\circ}\text{C}$ die anteilmäßig höchsten Oberflächentemperaturen. Hier zeigt sich ein einheitliches Bild zu den bereits bestehenden Straßenführungen. Zum anderen wird die Stellung der Gebäude offensichtlich und der Einfluss, den die Verschattung nehmen kann. Die avisierten grünen Grundstücksflächen tragen ebenso zu einer Veränderung der Oberflächentemperaturen hin zu einer Verringerung ebendieser bei. Auch hier wird ganz allgemein die Veränderung der Grünflächenstruktur hin zu einer positiven Modifizierung der Oberflächentemperaturen deutlich – zugunsten einer Reduktion unverschatteter, sich erwärmender Bereiche.

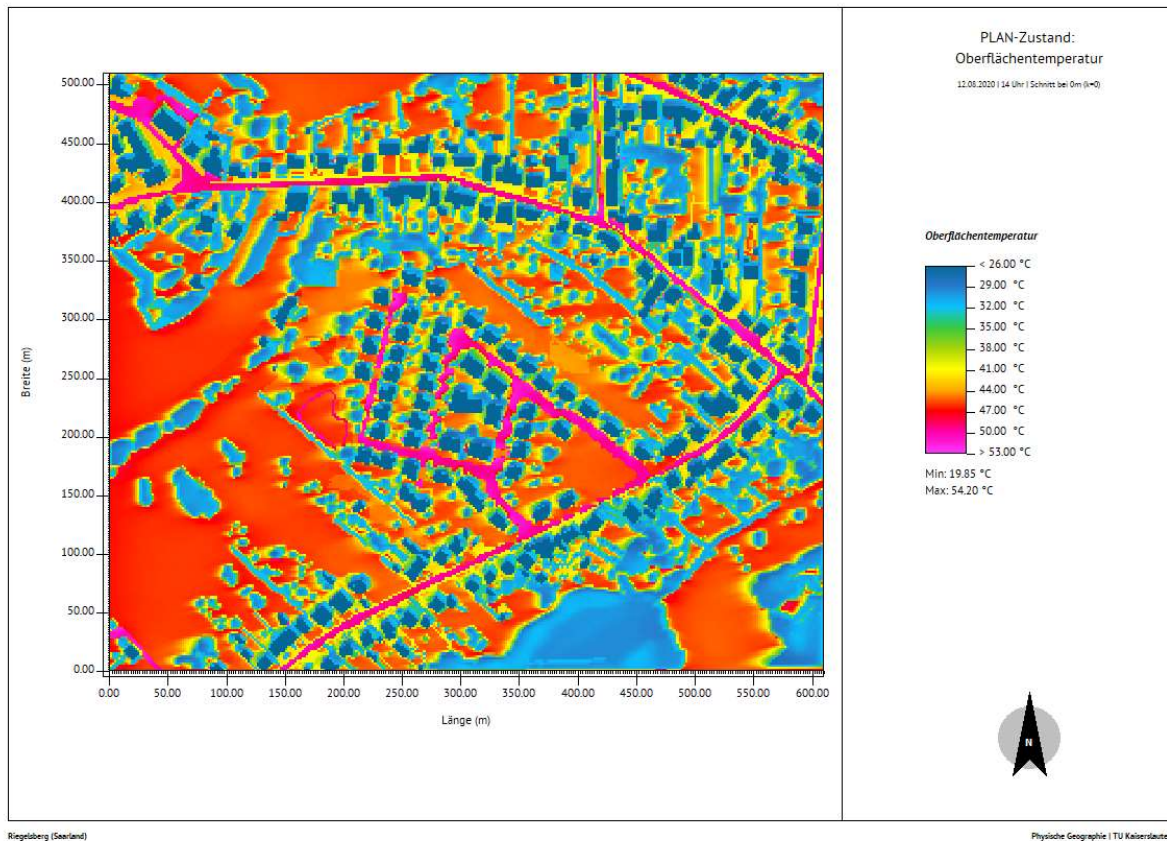


Abbildung 21: Simulation des Planzustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Nachts tritt die neue Bebauungsstruktur des Planzustandes noch deutlicher zum Vorschein. Sehr eindrucksvoll ist die neue Wegführung innerhalb des Plangebietes zu sehen und wie sich diese in das Gesamtbild der verkehrlichen Anbindung in den Gesamttraum einfügt (s. Abb. 22). Ebenfalls zeigen sich im Kernbereich „Auf dem Hahn“, wie die Unterschiede zwischen versiegelter und unversiegelter Fläche sich voneinander abheben – vor allem aber wird an dieser Stelle die offene Bebauung deutlicher wahrnehmbar, die vermutlich in der Folge auch einen besseren Austausch zwischen den Einzelflächen gewährleistet. Wie am Tage in Abbildung 21 ist auch für die Nachtstunden zu erkennen, dass es keine nennenswerte negative Fernwirkung aus dem Plangebiet heraus in die angrenzende Siedlungsfläche gibt. Vielmehr zeigt sich, dass sich der zugrunde gelegte städtebauliche Entwurf gut in die vorhandenen Verhältnisse einfügt und nicht als hervorstechender lokalklimatischer Störfaktor wahrgenommen werden muss. Gerade dieser Feststellung kann dadurch Rechnung getragen werden, dass es für den Ist-Zustand zu keinen direkt nachweisbaren temperaturabhängigen Veränderungen kommt. Außer im Rahmen einer sich ändernden räumlichen Umverteilung ist keine grundlegende Erhöhung der Oberflächentemperaturen im Planzustand zu erkennen.

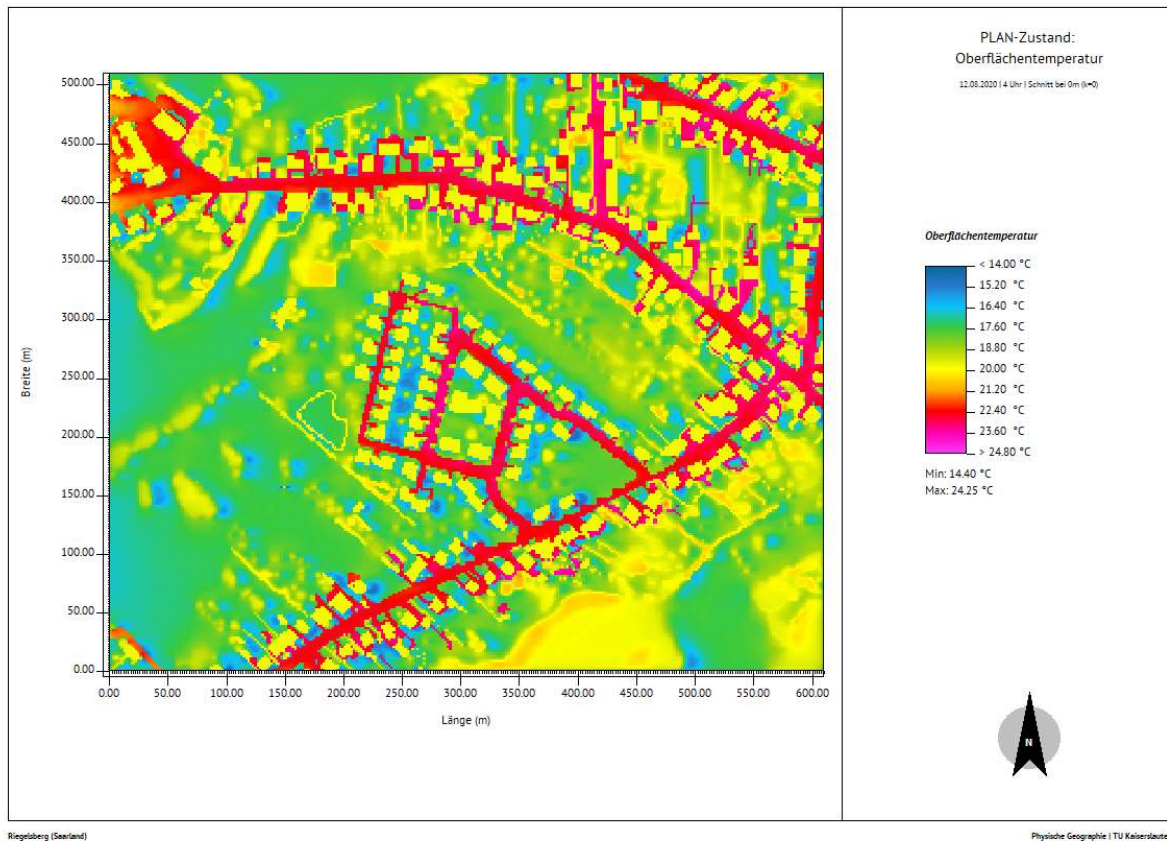


Abbildung 22: Simulation des Planzustandes der Oberflächentemperatur am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Windgeschwindigkeit und -richtung

Ähnlich der Beschreibung des Ist-Zustandes in Bezug auf das Windfeld innerhalb des Plangebietes bzw. im gesamten Betrachtungsraum, wird mit den Abbildungen 23 und 24 wieder sowohl die Tag- als auch die Nachtsituation in einem beschrieben, da auch hier die Veränderungen im Tagesgang des 12. August nur marginal ausfallen.

Die augenfälligen Modifikationen in Bezug zum Windgeschehen innerhalb des Untersuchungsraumes – Windgeschwindigkeit und -richtung – konzentrieren sich, wie erwartet, auf den Bereich des Plangebietes. Aufgrund der Neuplanung kommt es hier natürlich zu den größten Veränderungen zwischen Ist- und Planzustand, da dort ursprünglich von einer freien Fläche ausgegangen wurde und nun zusätzliche Hindernisse entstanden sind. Es entsteht „Auf dem Hahn“ ein ähnlich diffuses, der Bebauungsstruktur geschuldetes Windfeld wie im angrenzenden Siedlungsraum. Natürlich werden Veränderungen wie der Ort der Verwirbelung, Kanalisierungsbereiche des Windes oder auch Staueffekte, in Abhängigkeit der übergeordneten Windrichtung, räumlich etwas anders auftreten. Grundsätzlich aber kann für Worst-Case-Szenarien festgehalten werden, dass im Bereich des Plangebietes die Windgeschwindigkeit eine deutliche Reduzierung erfährt, die teilweise zu Windstille (0 m s^{-1}) führen kann.

Ganz allgemein kann sowohl für die Tag- als auch die Nachtstunden festgehalten werden, dass das Windfeld im Rahmen austauscharmer Wetterlagen nahezu zum Erliegen kommt, sowohl im Plangebiet als auch im gesamten Betrachtungsraum. Dies ist aber nicht der Neuplanung geschuldet, sondern ein generelles Problem versiegelter Flächen, die eine Hinderniswirkung gegenüber dem Windfeld einnehmen.

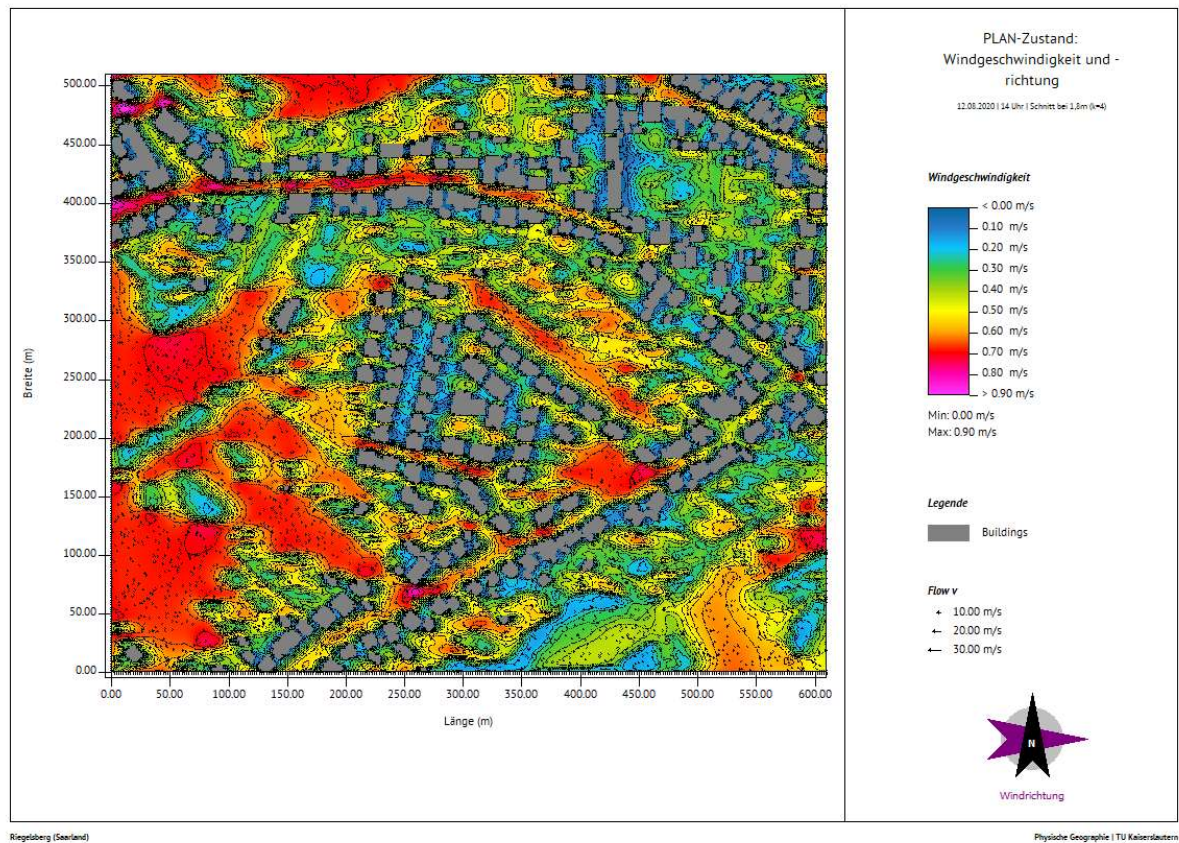


Abbildung 23: Simulation des Planzustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

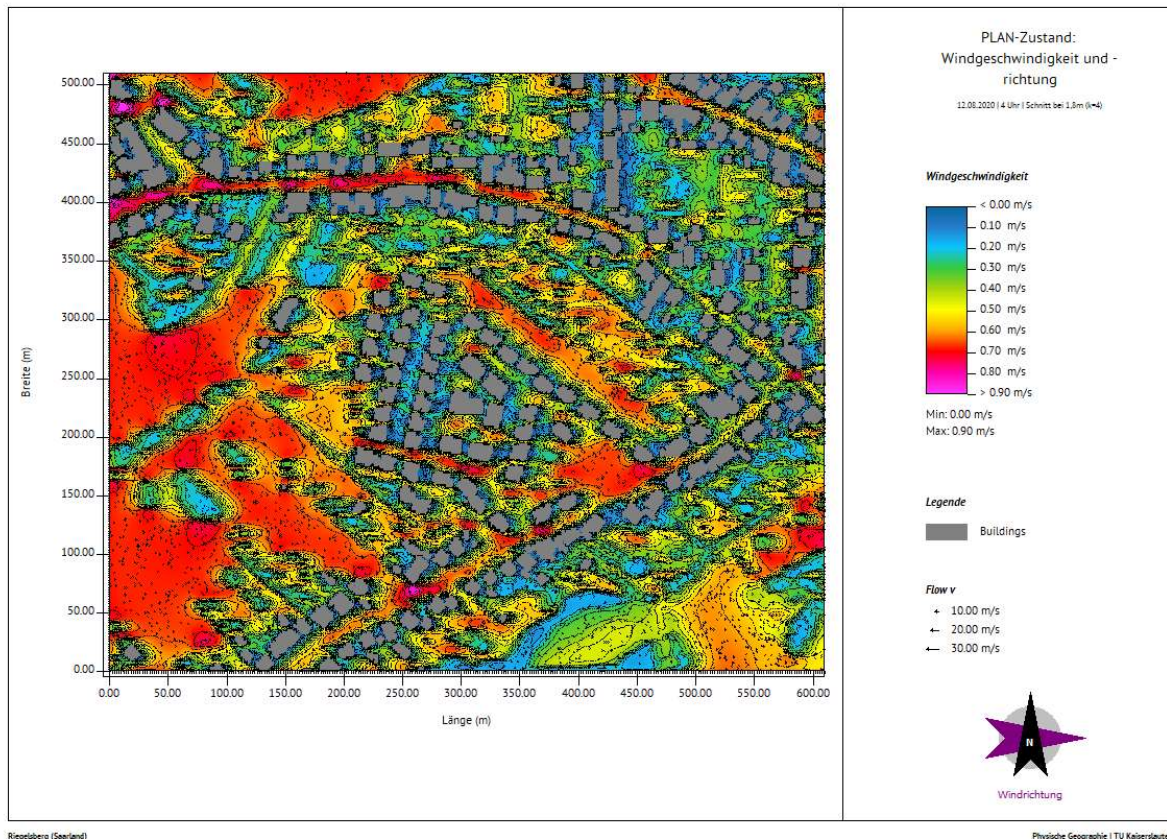


Abbildung 24: Simulation des Planzustandes der Windgeschwindigkeit und -richtung am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

PMV – Thermische Behaglichkeit/ Unbehaglichkeit

Aus lokalklimatischer Sicht bzw. aus der Sicht einer angewandten planungsorientierten Stadtklimatologie ist es von besonderer Bedeutung, auch einen Blick auf das thermische Wohlbefinden zu werfen, vor allem vor dem Hintergrund, ob ein Planvorhaben sich aus mikroklimatischer Sicht positiv oder gar negativ auf das Geschehen am Standort auszuwirken vermag. Gerade für die Betrachtung eines Worst-Case-Szenarios, etwa eine Hitzewelle, ist es interessant, inwieweit die Planung mit den räumlichen Gegebenheiten interagiert.

Mit Fokus auf dem Plangebiet zeigt sich, dass der Planzustand in Bezug auf den unbebauten Ist-Zustand nahezu vergleichbare PMV-Werte liefert. Auch jetzt werden Werte $PMV > 4,3$ erreicht, was wiederum als thermisch belastend zu interpretieren ist. Auffällig ist nur, dass innerhalb des Plangebietes durch den klimaangepassten Entwurf auch Bereiche erscheinen, die mit dem PMV von 4 bis 4,2 einen etwas geringeren Wert aufweisen als dies, wie in Abbildung 15 ersichtlich, für den Ist-Zustand der Freifläche der Fall war (s. Abb. 25). Hier kommt das Zusammenspiel der bereits im Vorfeld darlegten Parameter zum Tragen. Eine etwas höhere Verdunstungsrate, eine geringere Luft- und Oberflächentemperatur und eine gesteigerte Verschattung sorgen für eine zwar geringfügige, jedoch nachweisbare Verringerung der thermischen Belastung in diesen Bereichen.

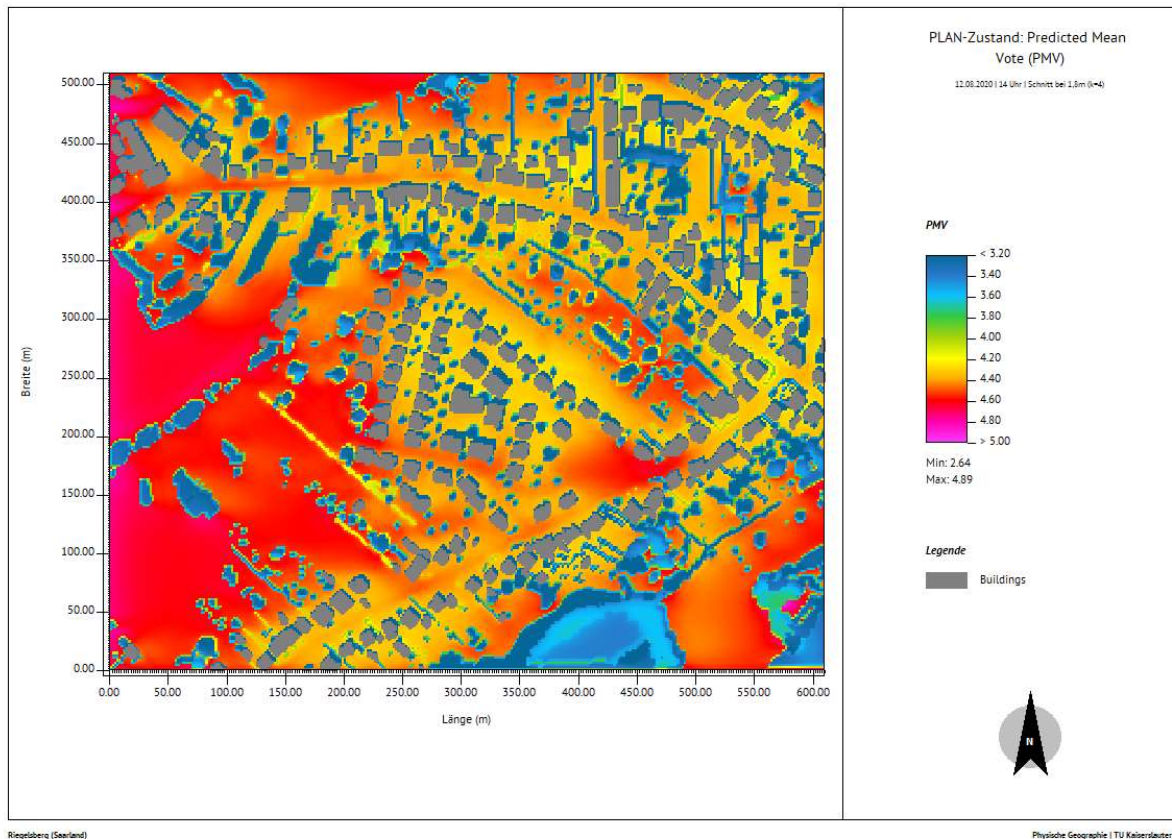


Abbildung 25: Simulation des Planzustandes des PMV am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Auch in den Nachtstunden lassen sich nur geringfügige Veränderungen feststellen, die sich einzig auf das Neubaugebiet beschränken. Die versiegelten Grundstücksflächen heben sich deutlich von der übrigen Gestalt des Raumes ab, sorgen aber gleichzeitig dafür, dass die rechnerisch kühleren Räume nun aus thermischer Sicht als angenehmer empfunden werden. Auch hier muss darauf hingewiesen werden, dass die simulierten negativen PMV-Werte nicht als thermische Unbehaglichkeit zu verstehen sind, sondern einen für diesen Raum, gerade für hochsommerliche Witterungssituationen, durchaus positiven Effekt auf den menschlichen Organismus haben können. Es ist auf deren Grundlage keine nächtliche Überwärmung zu verzeichnen und auch keine „Unterkühlung“ (s. Abb. 26).

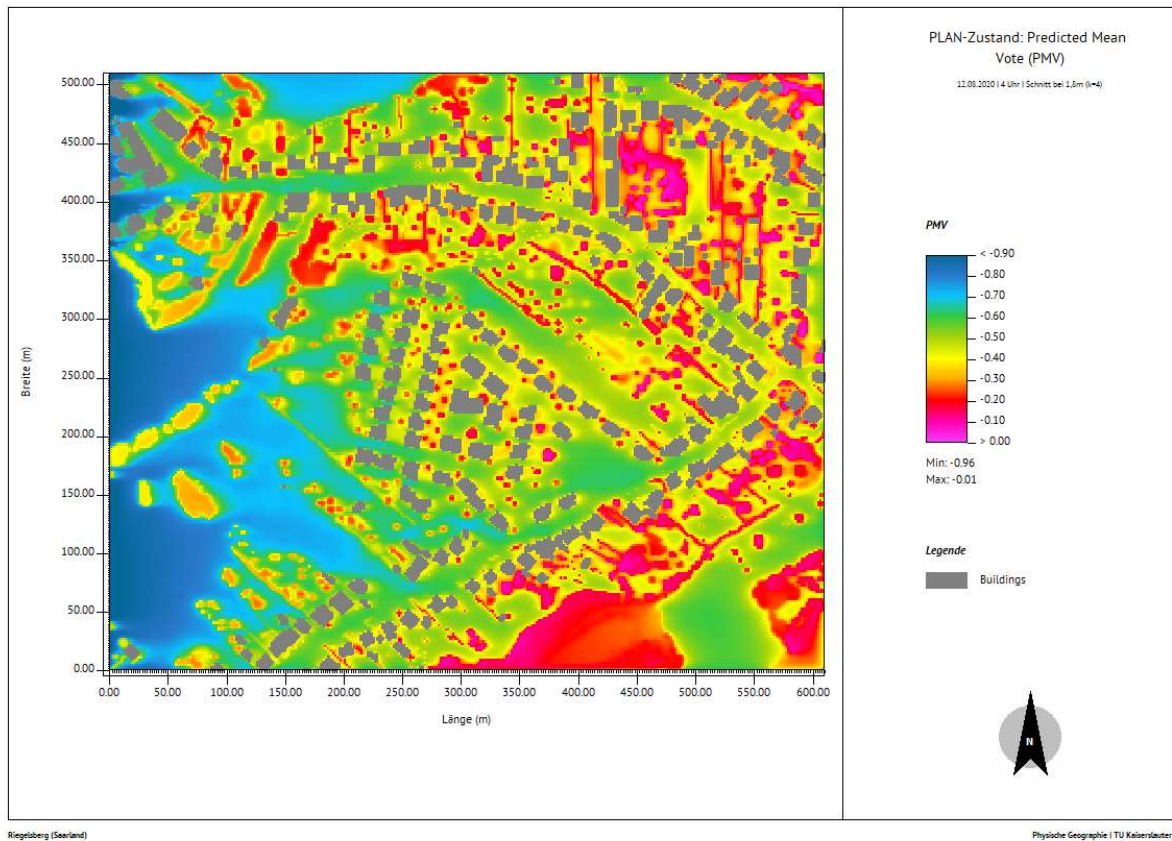


Abbildung 26: Simulation des Planzustandes des PMV am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

5.4. Lokalklimatische Differenzen zwischen dem Ist- und Planzustand des Untersuchungsgebietes

Für den Angebotsbebauungsplan „Wohngebiet Auf dem Hahn“ kann der Ist-Zustand mit der potentiellen Umsetzung des städtebaulichen Entwurfs mittels der zuvor zugrunde gelegten meteorologischen Daten verglichen, analysiert und bewertet werden.

Zur besseren Vergleichbarkeit erfolgt an dieser Stelle eine Überlagerung einzelner Messgrößen mittels LEONARDO. Die Ergebnisse der Overlay-Methode werden durch sogenannte Differenzkarten dargestellt. Hierfür wird jeweils ein Parameter des städtebaulichen Entwurfs um 14.00 Uhr am 12.08.2020 mit dem Ist-Zustand derselben Uhrzeit bzw. der Plan-Zustand um 4.00 Uhr am 12.08.2020 mit dem Ist-Zustand derselben Uhrzeit überlagert. Die Overlay-Methode eröffnet die Möglichkeit, die Modifikation der einzelnen meteorologischen Parameter darzustellen und eventuelle Zusammenhänge/ Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Messgrößen aufzuzeigen. Des Weiteren können die mikroklimatischen Folgewirkungen für die umliegende Bestandsbebauung abgeschätzt werden.

Auch an dieser Stelle werden, nach dem Schema aus Kapitel 5.2. und 5.3., die Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Oberflächentemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung sowie der thermische Index PMV getrennt voneinander betrachtet.

Differenz der Lufttemperatur

Der Fokus der Analyse liegt nun einzig und allein in der genauen Betrachtung des Plangebietes und wie sich die Veränderung der Freifläche im Planzustand auszuwirken vermag. Dies gewährleistet einen noch etwas intensiveren Einblick, wie am ersten Beispiel der Lufttemperatur während des Tages in Abbildung 26 zu ersehen ist.

Es zeigt sich sehr deutlich, dass sich die wesentlichen Differenzen bzgl. der Lufttemperaturmodifikationen um 14.00 Uhr auf das Plangebiet „Auf dem Hahn“ konzentrieren. Anders als es vermutlich im Allgemeinen erwartet werden würde zeigt sich jedoch auch, dass eine klimaorientierte Planung nicht zu einer wesentlichen Erhöhung der Lufttemperaturen führt. Aufgrund der im städtebaulichen Entwurf aufgegriffenen Nutzung des Verschattungseffektes und der gezielt eingesetzten Begrünung wird deutlich, dass dies einen am Tage zu verifizierenden positiven Einfluss auf das Plangebiet hat. Im zentralen Bereich des analysierten Standortes liegt die Lufttemperatur zwischen -1,2 und -1,6 K unter dem Wert des Ist-Zustandes. Dies erscheint auf den ersten Blick als geringer Unterschied, jedoch zeigt sich daran, dass eine gezielte klimaorientierte Planung durchaus in der Lage ist neutrale Verhältnisse zu schaffen.

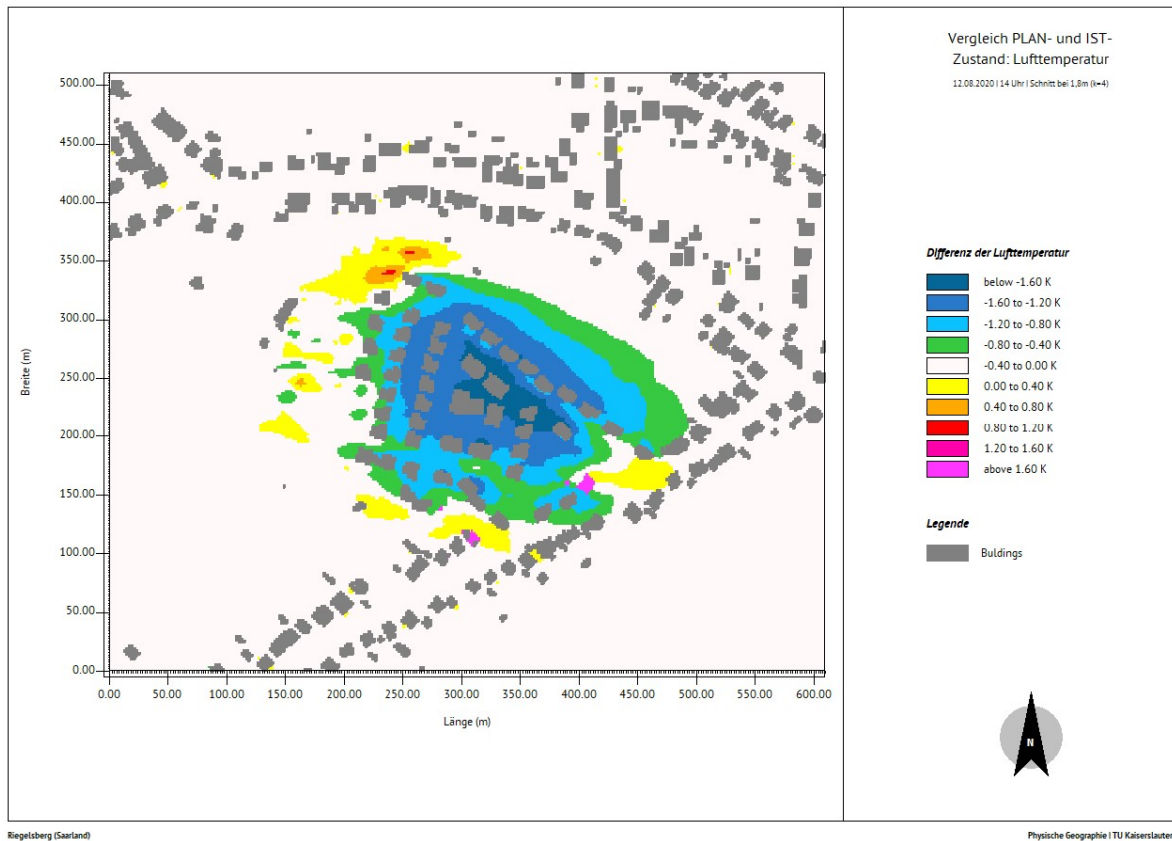


Abbildung 27: Vergleich der Lufttemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Ein wenig anders zeigt sich die Situation der räumlichen Lufttemperaturverteilung in den Nachtstunden (s. Abb. 28). Hier kommt der thermisch-physikalische Effekt der verwendeten Baumaterialien zum Tragen. Es darf an dieser Stelle keinesfalls vergessen werden – auch wenn die Differenzwerte aus Abbildung 27 dies suggerieren, dass der Einfluss der neuversiegelten Flächen keinen mikroklimatischen Effekt aufweist. Vielmehr wird dieser in den Tagstunden überdeckt bzw. durch eine standortgerechte Planung verbessert. Dies bedeutet aber nicht, dass die zeitlich versetzte Abgabe der Wärmestrahlung in den Abendstunden keinerlei Auswirkungen auf das Mikroklima nimmt.

Grundsätzlich zeigt sich, dass in der Nacht die Lufttemperatur im Vergleich zum Ist-Zustand in Abhängigkeit des Standortes innerhalb des Plangebietes zwischen 0,2 und 0,6 K höher ausfällt. Deutlich ist auch der Einfluss der übergeordneten Windrichtung aus West zu erkennen, der einen Teil der erwärmten Luft von „Auf dem Hahn“ in Richtung Hahnenstraße und Ziegelhütterstraße trägt. Allerdings sind die in Gelb und Orange dargestellten Veränderungen als gering bis moderat zu bezeichnen.

Ein auffälliger Bereich innerhalb des Plangebietes ist, unter Berücksichtigung dessen, dass die Hauptwindrichtung über das Jahr gesehen am Standort Riegelsberg aus West bis Südwest kommt, die Planung im nordöstlichen Raum. Obwohl hier bereits im städtebaulichen Entwurf eine lockere Bebauung eingeplant war, zeigt sich, dass es dort durchaus zu einem Stauereffekt

innerhalb der Bebauung kommen kann, der die Lufttemperatur mehr als 1 K im Vergleich zum Ist-Zustand ansteigen lässt. Dies sollte möglichst verhindert werden – in Form einer noch offeneren Planung oder einer zusätzlichen Steigerung des Grünflächenanteils in diesem Gebiet.

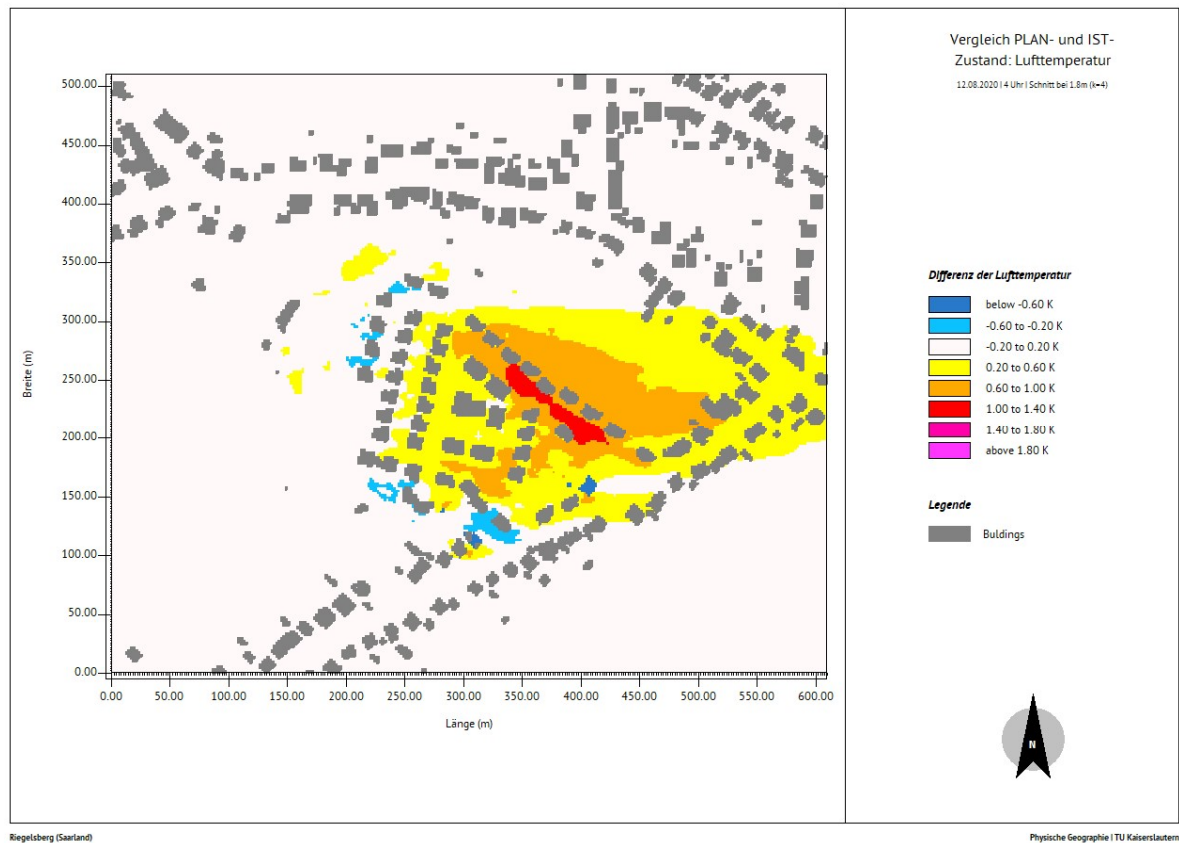


Abbildung 28: Vergleich der Lufttemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Differenz der relativen Luftfeuchtigkeit

Die bereits in Abbildung 26 dargestellten räumlichen Differenzen der Lufttemperatur ergeben sich erwartungsgemäß auch für die relative Luftfeuchtigkeit – mit dem Unterschied, dass diese, wie in den Kapiteln 5.2 und 5.3 erklärt, einen inversen Verlauf aufweisen. Überall dort, wo ein Anstieg der Lufttemperatur durch die geplante Baumaßnahme zu erwarten ist, sinkt entsprechend der Anteil der relativen Luftfeuchte bzw. dort, wo es zu erwarten ist, dass die Lufttemperatur zurückgeht, steigt die relative Luftfeuchtigkeit an.

Auffällig ist, dass im zentralen Bereich des Plangebietes die relative Luftfeuchtigkeit zugunsten eines leichten Temperaturrückganges in diesem Gebiet hervortritt. Die geplante Grünflächenstruktur um die Wohngebäude herum und entlang der Wegführung sorgt für eine leichte Verbesserung der Feuchtwerte – nicht zuletzt auch durch die verbesserte Verschattung der ehemals nahezu von Schattenwurf freien Flächen. Lediglich eingangs der südlichen Zufahrtsstraße von der Hahnenstraße zu „Auf dem Hahn“ und auf einer Fläche am

nordwestlichen Übergang vom Plangebiet zur Ziegelhütterstraße reduziert sich die Luftfeuchte geringfügig (s. Abb. 29).

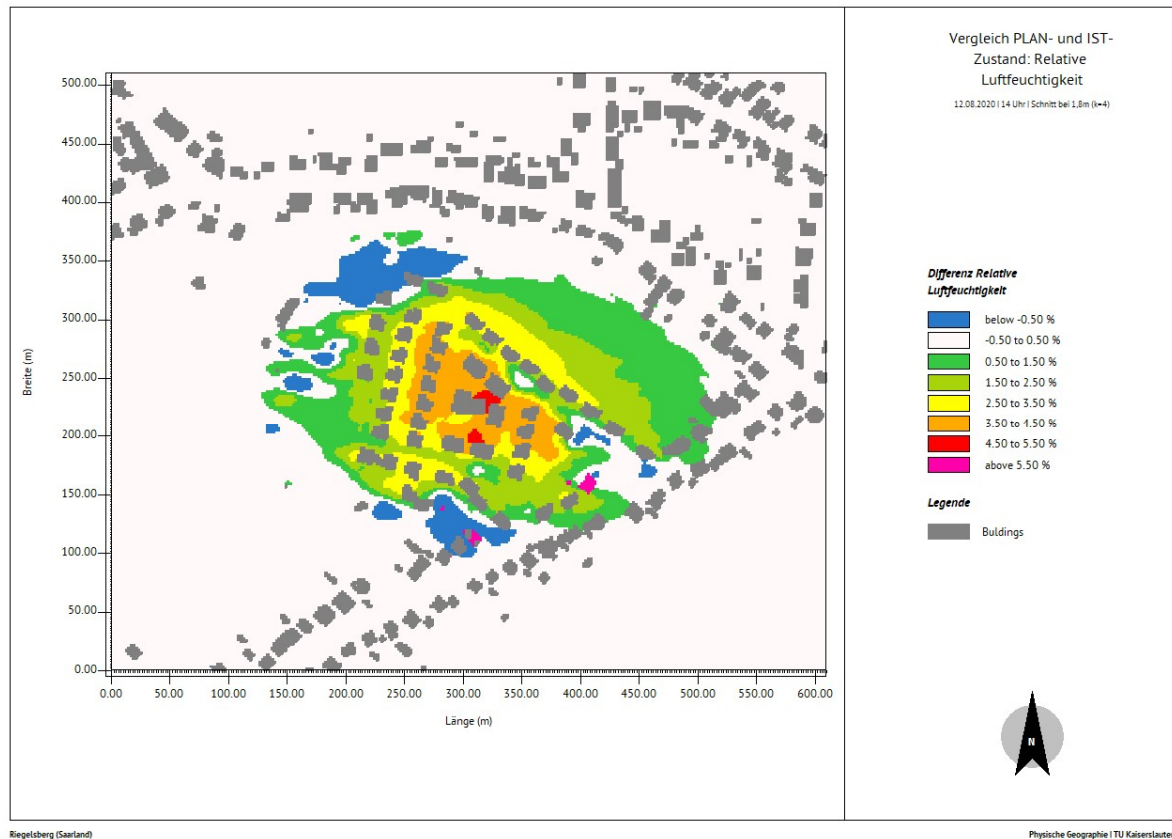


Abbildung 29: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Abbildung 30 offenbart eindrucksvoll den Einfluss des übergeordneten Windfeldes aus West/Südwest. Die relative Luftfeuchtigkeit verringert sich im Verlauf der Nacht deutlich für den Übergangsbereich des nordöstlichen Plangebietes in Richtung Hahnenstraße/Ziegelhütterstraße. Zwischen 2 und > 4 % sinkt der Anteil der Feuchte. Die wärmeren Luftmassen, die von West/Südwest Richtung Nordost über das Plangebiet geführt werden, verursachen diesen Effekt, der z. B. auch in Abbildung 18 sehr gut anhand der nächtlichen Lufttemperaturmodifikationen zu erkennen ist. Besonders deutlich wird der Einfluss der Wärmespeicherfähigkeit der Gebäude bzw. deren anschließende zeitverzögerte Abgabe und dementsprechende Erwärmung der bodennahen Luftschicht im Umfeld der nordöstlich geplanten Gebäude. Dort kommt es, wie bereits mehrfach erwähnt, vermutlich zu einem Wärmestau und zugleich zu einer Verringerung der Austauschbedingungen. Hierdurch wird gleichzeitig auch eine Reduktion der relativen Luftfeuchte generiert. Eine weitere Auflockerung der Gebäudeanordnung und eine Steigerung des Grünflächenanteils können sich an diesem Standort sicherlich positiv auf die mikroklimatische Situation auswirken.

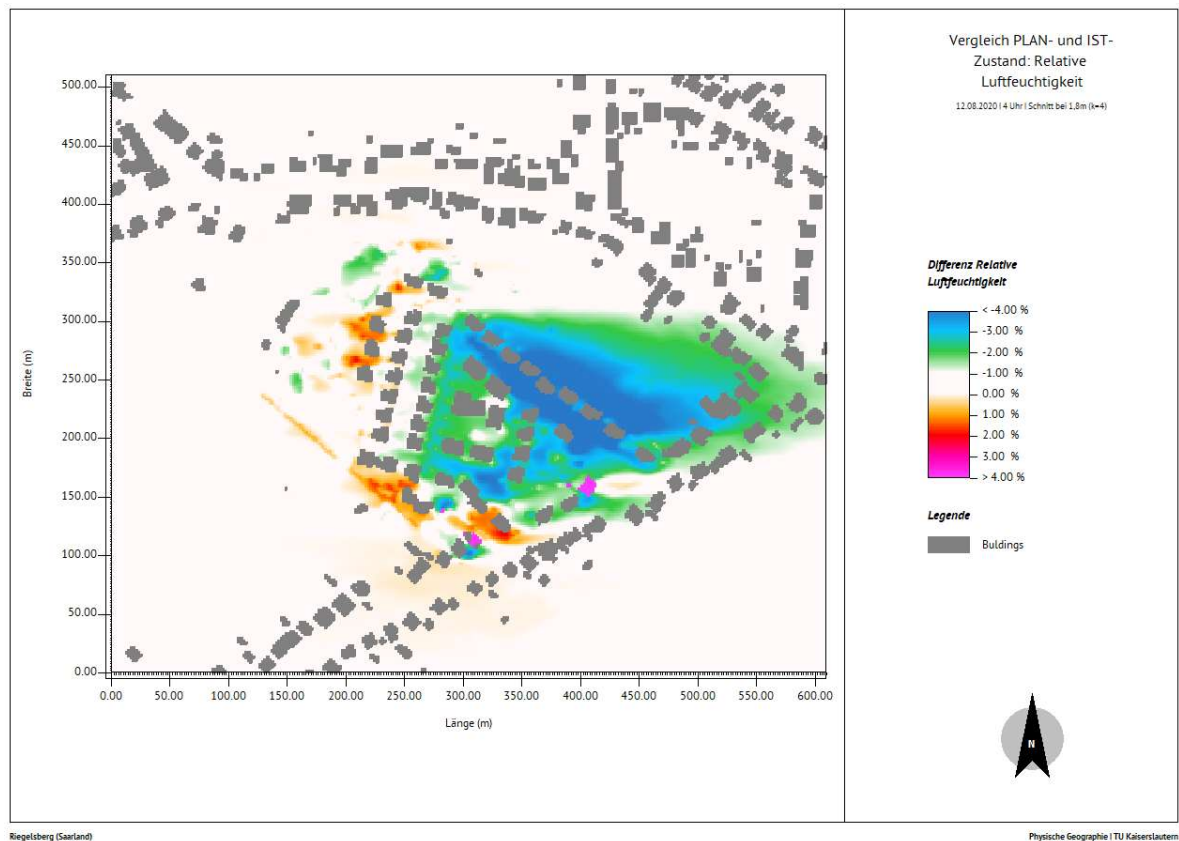


Abbildung 30: Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Differenz der Oberflächentemperatur

Die Betrachtung der Differenzwerte der Oberflächentemperaturen zwischen Ist- und Planzustand offenbaren ein stark heterogenes Bild, in einem Wechsel zwischen einer deutlichen Zunahme der Oberflächentemperatur ($> +15$ K) und einer sichtbaren Reduktion ($< -7,5$ K). Wie bereits im Vorfeld erwähnt ermöglicht vor allem die Analyse der Oberflächentemperatur einen guten Einblick in die unterschiedlichen thermisch-physikalischen Ausprägungen der natürlichen und künstlichen Materialien. Und hierin liegt auch die deutliche Temperaturamplitude von > 22 K. Die deutlich wärmeren Flächen bzw. auch diejenigen, die mit $+5$ bis $+7,5$ K etwas geringer erwärmt erscheinen, sind gleichbedeutend mit der Linienführung der Ringstraße im Plangebiet sowie die Einfahrten zu den Grundstücken. Gerade bei Letzteren könnte dieser Trend durch eine gezielte Teilversiegelung, u. a. mit Rasengittersteinen, noch etwas reduziert werden. Der Effekt der starken Erwärmung der Asphaltflächen könnte durch eine zusätzliche Erhöhung des straßenbegleitenden Grüns erreicht werden (s. Abb. 31).

Im Gegensatz dazu stehen die im Vergleich zum Ist-Zustand kühleren Flächen. Hier zeigt sich der Einfluss der grünen Infrastruktur. Nicht nur die freien Flächen an und um die Grundstücke, sondern zusätzlich der im Angebotsbebauungsplan festgesetzte Einsatz der Dachbegrünung, äußert sich als zusätzliche grüne Reservefläche durchaus positiv im thermischen Verhalten

dieser Oberflächen am Tage, die auf diesem Wege nicht mehr vollständig zur Erwärmung der Umgebungstemperaturen beitragen (s. Abb. 31).

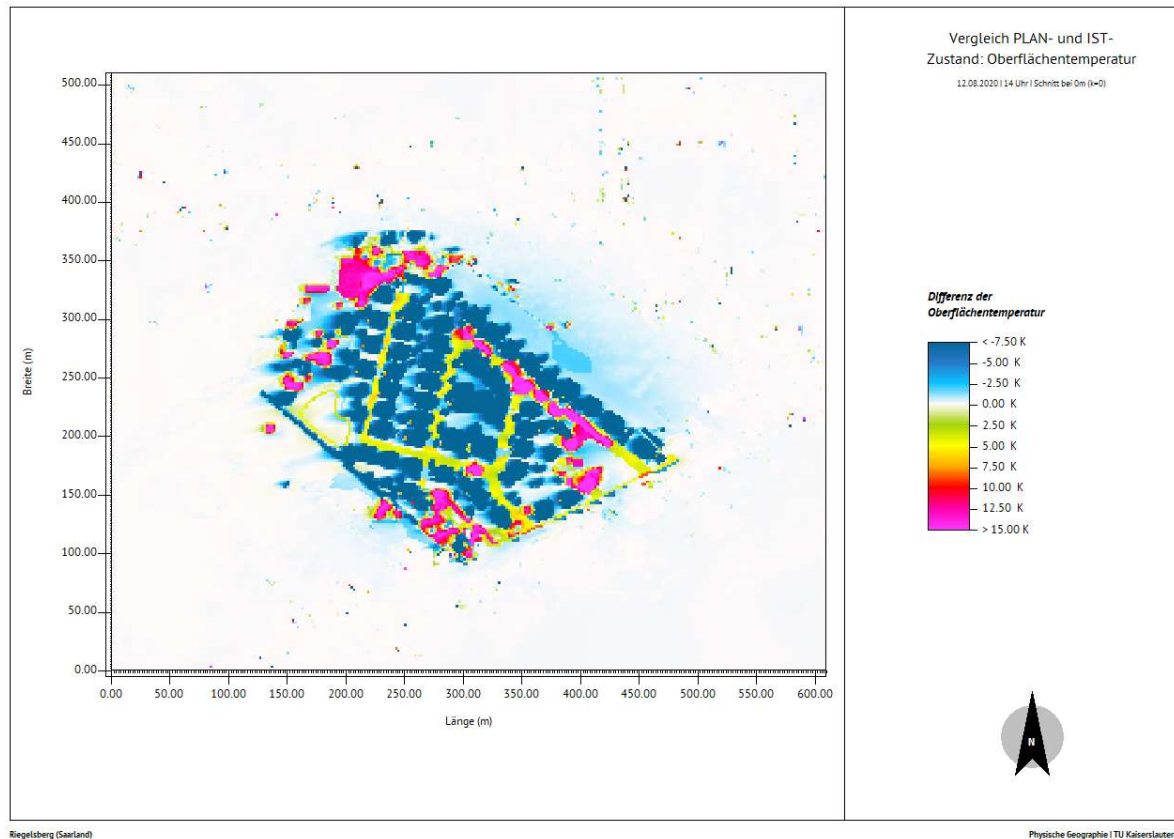


Abbildung 31: Vergleich der Oberflächentemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Nicht ganz so deutlich ist die Temperaturamplitude zwischen Minimum und Maximum der Differenzen der Oberflächentemperaturen, aber auch hier ist in Abbildung 32 wieder der Unterschied zwischen versiegelten und unversiegelten Flächen deutlich zu erkennen. Mit einem plus > 4,5 K sind es die Asphaltflächen, die als erwärmte Flächen zu einer zusätzlichen nächtlichen Erwärmung der bodennahen Luftschicht beitragen. Wie bereits für die Tagstunden erwähnt, kann dieser Erwärmungseffekt bereits im Vorfeld durch die zusätzliche Planung straßenbegleitenden Grüns minimiert werden.

Noch deutlicher als in Abbildung 31 zeigen sich in der Nacht auch die Zufahrten zu den Grundstücken. Die Grün- und Freiflächen sorgen in der Nacht für einen leichten Ausgleich der Temperaturunterschiede mit einer Amplitude von immerhin noch 10 K. Allerdings ist die kühlende Wirkung mit rund 2,5 K eher gering im Vergleich zu den Wärme abgegeben Flächen.



Abbildung 32: Vergleich der Oberflächentemperatur von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Differenz der Windgeschwindigkeit

Wie bereits in den Ist- und Planzustands-Karten zu Windgeschwindigkeit und -richtung in den Abbildungen 13, 14, 23 und 24 dargelegt werden konnte, sind auch entsprechend der beiden Abbildungen 33 und 34 die Differenzen zwischen Szenarien von Tag und Nacht äußerst gering. Die größten Unterschiede ergeben sich im zentralen Bereich des Plangebietes mit einer Reduktion der Windgeschwindigkeit um 0,3 bis 0,5 m s⁻¹. Dies war zu erwarten, da sich die Neuplanung als vorher nicht existentes Hindernis auf der zuvor frei durch den Wind zu überstreichenden Fläche gezeigt hat, mit nur vereinzelt Heckenstreifen und Einzelbäumen. Auch wenn diese Reduktion auf den ersten Blick als gering erachtet werden könnte, gilt es zu beachten, dass das Ergebnis der Simulation auf einer Ausgangssituation beruht, die ohnehin schon von einer austauscharmen Wetterlage ausgeht. Hier wird die Situation demnach noch weiter verschärft – was darin mündet, dass die Wahrscheinlichkeit von Windstille an diesem Standort steigt. Allerdings können die Differenzkarten 33 und 34 aber auch zeigen, dass die Neuplanung keine nennenswerten positiven wie negativen Einflüsse auf die angrenzende Bebauung nimmt.

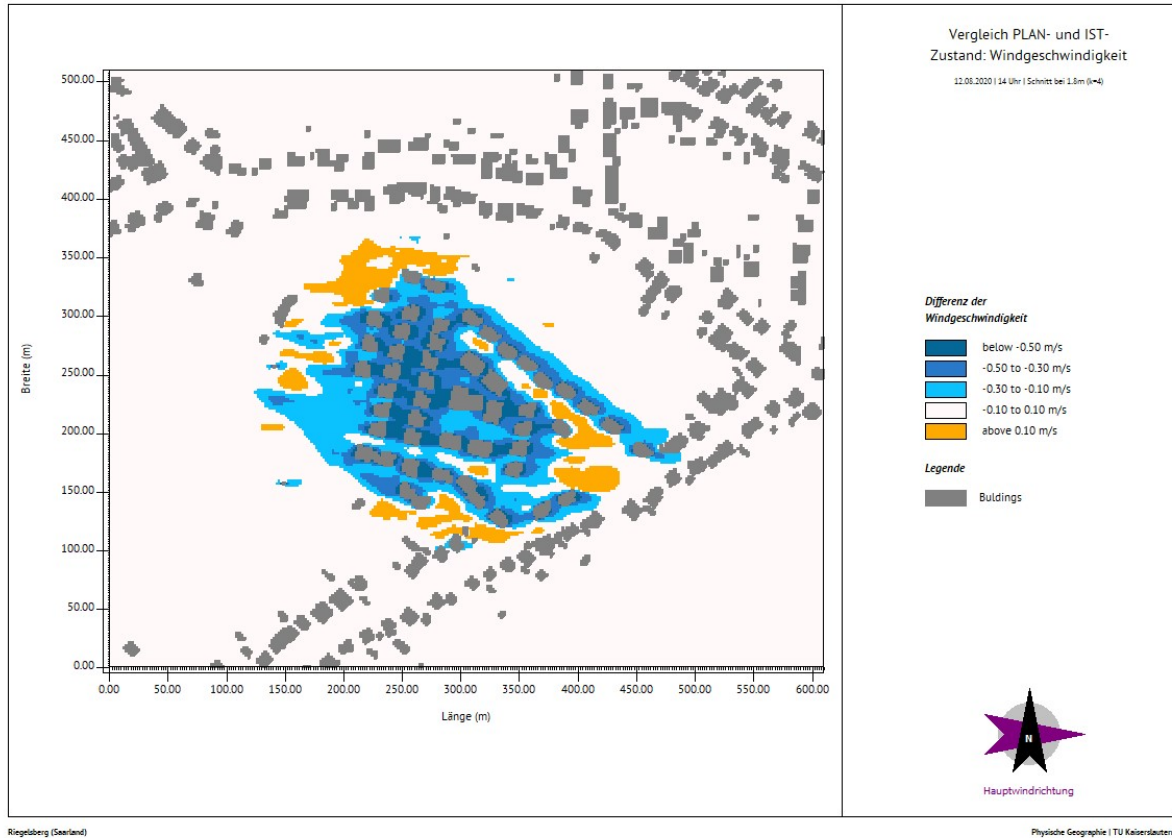


Abbildung 33: Vergleich der Windgeschwindigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

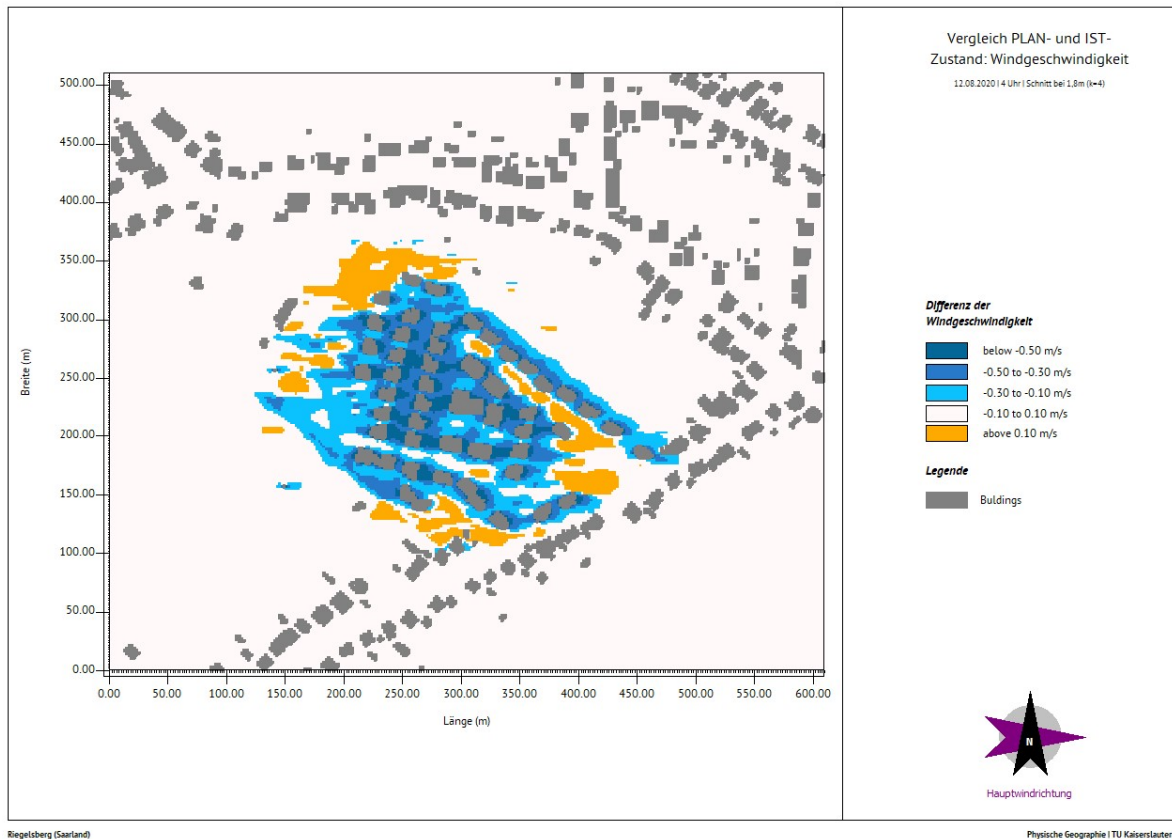


Abbildung 34: Vergleich der Windgeschwindigkeit von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Differenz des PMV – Thermische Behaglichkeit/ Unbehaglichkeit

Das thermische Wohlbefinden zeigt ein sehr einheitliches bzw. moderates Bild der Situation mit neuer Bebauung (s. Abb. 35). Grundsätzlich ändert sich am Tage kaum etwas an der Situation, dass die Fläche vor der Bebauung bzw. nach der Bebauung eine thermische Ungunst aufweist, die der menschliche Organismus als unbehaglich Empfinden könnte. Diese Erkenntnis kann nicht zuletzt auch schon aus den eben abgebildeten Differenzkarten zum Windfeld (Abb. 33 u. 34) abgeleitet werden. Austauscharme Bedingungen in einem Raum, der leicht überwärmt ist, sorgen für ein zusätzliches Wärmeempfinden. In einigen Bereichen des städtebaulichen Entwurfes zeigt sich jedoch, dass die offene und gezielt begrünte Struktur für eine leichte Verbesserung des thermischen Wohlbefindens sorgt, mit einer Reduktion des PMV zwischen -0,3 und -0,6. Dort wo zusätzliches straßenbegleitendes Grün eingesetzt wird kann der PMV zum Teil auch noch deutlicher reduziert werden (bis -1,2). Dies zeigt wiederum deutlich die Bedeutung des Einsatzes von Bestandteilen der grünen Infrastruktur.

Was jedoch auch bereits für die Tagstunden deutlich wird, ist der Wärmestauereffekt an der nordöstlichen Seite des Plangebietes. Hier verschlechtert sich der PMV nochmals um bis zu +1,2.

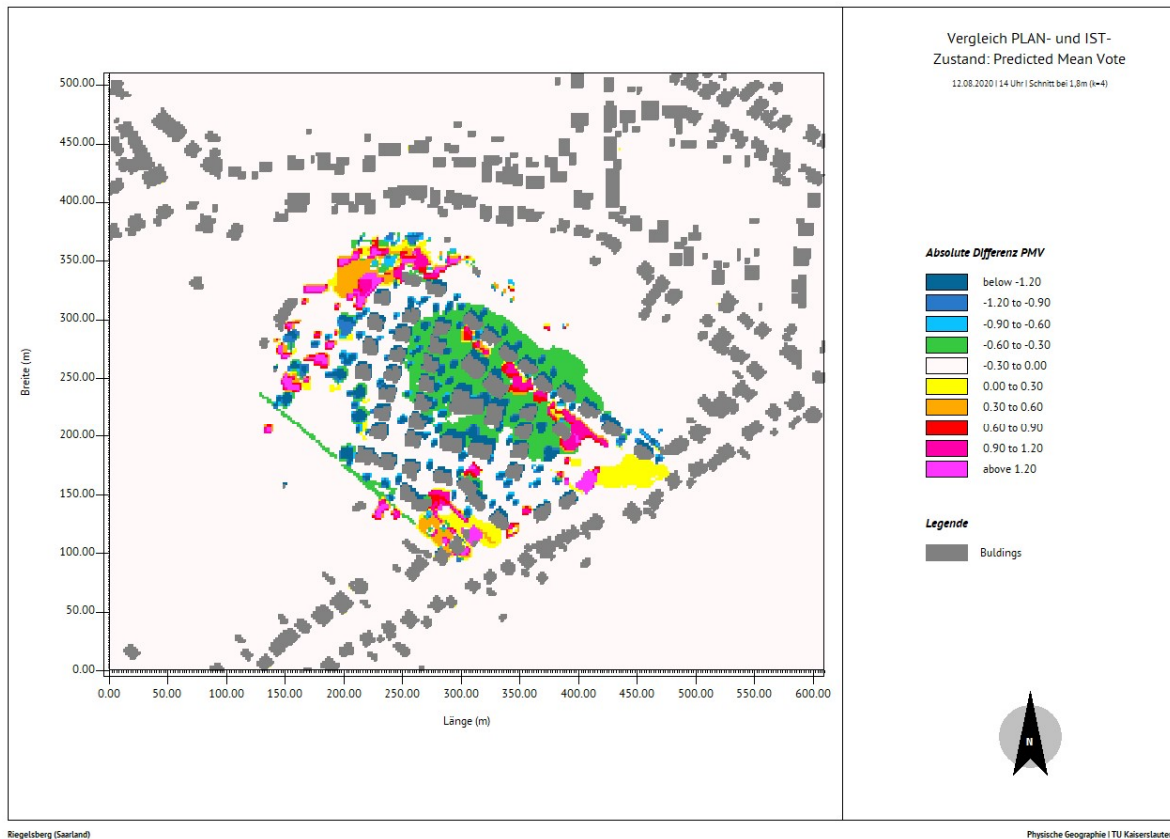


Abbildung 35: Vergleich des PMV von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 14.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

Wie nicht anders zu erwarten, zeigt sich für das Plangebiet in der nächtlichen Simulation des PMV, dass die teilversiegelten Freiflächen im Planzustand eine Steigerung des PMV zwischen +0,2 bis +0,5 herbeiführen. Dieser Effekt ist allerdings bei der Berücksichtigung zu relativieren, da in der Nacht ein äußerst geringer PMV erreicht wird, der rechnerisch zu einem Kälteempfinden führen könnte, aber sehr nahe an PMV = 0 liegt. Daher ist aus Sicht der Analyse der thermischen Behaglichkeit der Einfluss der Bebauung innerhalb des Plangebietes als äußerst moderat zu bezeichnen (s. Abb. 36).

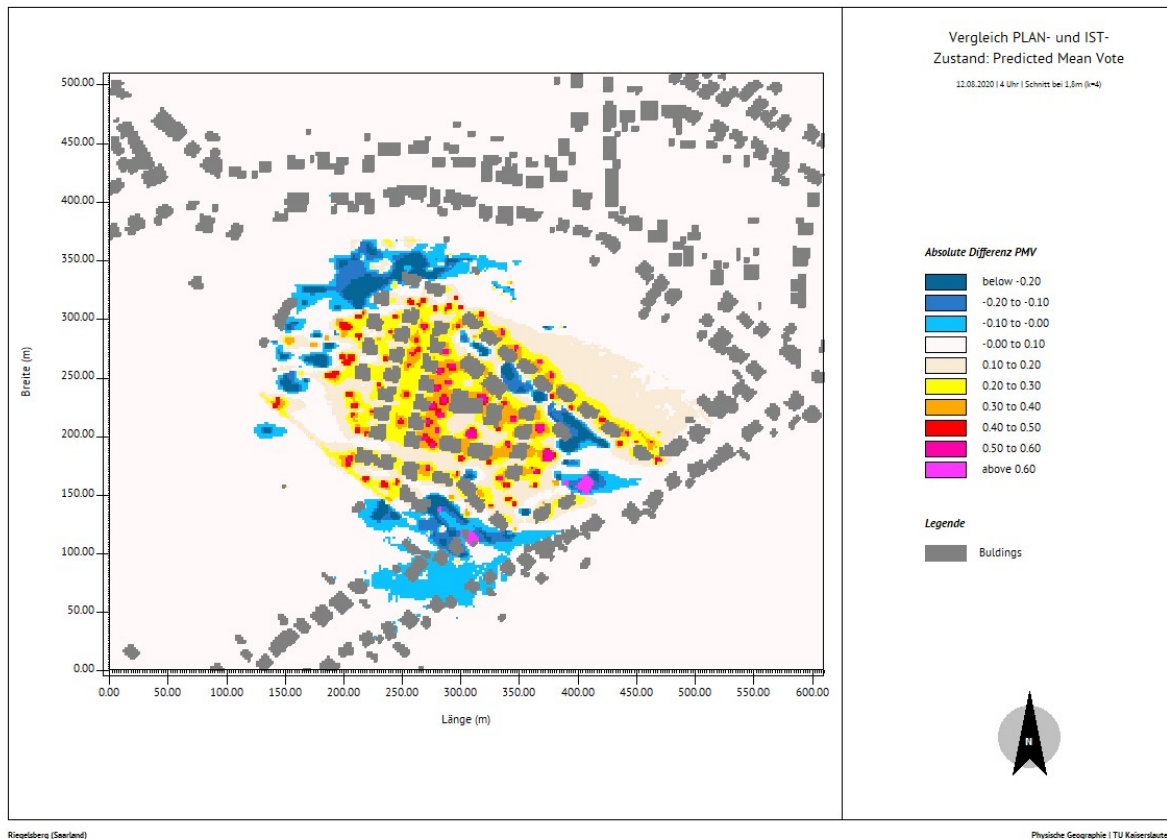


Abbildung 36: Vergleich des PMV von Plan- und Ist-Zustand am 12.08.2020 um 4.00 Uhr, innerhalb des Untersuchungsgebietes „Wohngebiet Auf dem Hahn“.

5.5. Zusammenfassung lokalklimatische Modifikation im Untersuchungsgebiet

Die unterschiedlichen Klimaparameter beeinflussen sich teilweise gegenseitig und durch den simulierten Westwind sind die Auswirkungen in den meisten Fällen, sowohl positiv als auch negativ, für das gesamte Plangebiet zu bewerten und auch für die angrenzende Bebauung sind die Modifikationen vom Ist- zum Planzustand als marginal zu beschreiben. Es ist davon auszugehen, dass ein Wind aus südlicher bzw. - südöstlicher Richtung einen ähnlichen Effekt auf die nördliche bzw. nordwestlich angrenzende Bebauung haben würde, wie durch den Einfluss des West- bzw. Südwestwindes bereits dargelegt.

Die Lufttemperatur ist am Tag im städtebaulichen Entwurf mit maximal 1,2 K wärmer als derzeit im Bestand. Die geringen Temperaturdifferenzen ergeben sich durch die Verdunstungskälte und den Verschattungseffekt der öffentlichen und privaten Grünflächen des städtebaulichen Entwurfs sowie durch die zusätzliche Verschattung der Gebäude. Auch die Speicherfähigkeit der verschiedenen Oberflächenmaterialien trägt zu einer Reduktion der Lufttemperatur am Tage bei. Die gegenwärtige „quasinatürliche“ landwirtschaftlich genutzte Fläche weist eine geringere Wärmespeicherfähigkeit über den wenig verschatteten Oberflächen auf, was sich in vergleichsweise hohen Umgebungstemperaturen äußert.

An dieser Stelle wird der Tatsache Rechnung getragen, dass sich solche augenscheinlich natürlichen Flächen vor allem in den Sommermonaten im Vergleich zu künstlichen Oberflächenmaterialien ähnlich stark erwärmen können. Des Weiteren erhitzen sich die öffentlichen und privaten Grünflächen nicht in dem Maße, wie es bei der Fläche „Auf dem Hahn“ der Fall ist. Aufgrund des simulierten Westwindes verschiebt sich die leicht erwärmte Luftmasse über das Plangebiet in Richtung Nordosten. Davon betroffen sind vor allem die direkt an das Plangebiet angrenzenden „grünen“ Übergangsflächen bis hin zu den Gebäuden entlang der Hahnenstraße. Die etwas weiter versetzt auf der gegenüberliegenden Straßenseite befindlichen Hausreihen erfahren jedoch kaum noch etwas von dieser Wirkung. Aus thermischer Sicht verschlechtert sich die aktuelle Situation für den Bestand bezogen auf die Lufttemperatur nur geringfügig.

Nachts kommt der Effekt zum Tragen, dass aufgrund der zuvor angesprochenen Wärmespeicherfähigkeit der künstlichen Oberflächenmaterialien die über Tag gespeicherte Wärme in den Abend- und Nachtstunden ausstrahlt und die bodennahe Luftschicht erwärmt wird. Dieser Erwärmungseffekt lässt sich erwartungsgemäß für das gesamte Plangebiet feststellen und ist, wie bereits für die Tagstunden erwähnt, vor allem im nordöstlichen Plangebiet und an der direkt angrenzenden Bestandsbebauung nachweisbar. Zur Nachtzeit ist dementsprechend ein Erwärmungseffekt aufgrund der Umsetzung des städtebaulichen Entwurfs zu erwarten, der auch einige Zehnermeter in die angrenzende Wohnbebauung hineinreicht. Diese sind mit +0,2 bis +0,6 K relativ gering im Vergleich zur Zunahme der Lufttemperatur von rund 1,2 K innerhalb des Plangebietes, jedoch in den Sommermonaten bei entsprechender autochthoner Wetterlage mit großer Wahrscheinlichkeit zu erwarten. Gleiches wird bei einer sich ändernden Windrichtung aus Südost zum Beispiel für die nordwestlich angrenzende Bebauung entlang der Ziegelhütterstraße zu erwarten sein.

Die Oberflächentemperatur steigt tagsüber im Plangebiet aufgrund der Neuversiegelung der zurzeit unversiegelten Fläche vor allem im Bereich der Verkehrserschließung durch die Ringstraße an. Allerdings zeigt sich bei einer genaueren Betrachtung, dass das Gebiet, auch über den neu versiegelten Räumen, nicht so deutlich zwischen Ist- und Planzustand differiert, da „Auf dem Hahn“ auch eine im Ist-Zustand bereits hohe Oberflächentemperatur aufwies. Im Bereich der geplanten öffentlichen und privaten Grünflächen zeigt sich zudem, dass es zu einer Verbesserung der Standortsituation kommt. Diese ist bei der neu gewonnenen Verschattung durch Gebäude und Bäume sichtbar und wirkt sich mikroklimatisch positiv, vor allem im Südwesten des Plangebietes, aus.

In der Nacht wird die Wärmeabgabe der Straßen- und Gehwegmaterialien deutlich sichtbar, da die Oberflächentemperaturen der Verkehrserschließung nachts noch immer deutlich erhöht sind (bis zu +5 K). Innerhalb des Bestandes relativiert sich die hohe Differenz zwischen Plan- und Ist-Zustand und im Bereich der unversiegelten bzw. teilversiegelten Flächen stellen sich kaum negative Unterschiede ein. Vor allem im zentralen Raum des Plangebietes reduziert die großzügige Grünflächenplanung die Oberflächentemperaturen dahingehend, dass diese neu gestalteten Freiflächen im Planzustand kühler sind als im aktuellen Zustand (bis zu -6 K). Allerdings zeigt sich sowohl bei der Oberflächen- als auch Lufttemperatur ein Wärmestau

entlang der Bebauung des nordöstlichen Plangebietes. Hier differieren die Werte deutlich zu Gunsten des Ist-Zustandes. An dieser Stelle sollte auf jeden Fall eine offenerere Gestaltung des Raumes in Erwägung gezogen werden.

Durch die Bebauung des städtebaulichen Entwurfs verringert sich die Windgeschwindigkeit innerhalb des Plangebietes erwartungsgemäß, da die Rauigkeit erhöht wird. Dies ist auch ein Grund dafür, weshalb die warmen Luftmassen über dem Plangebiet nicht ausreichend ausgetauscht werden können, was wiederum zur nächtlichen Überwärmung beiträgt. Aufgrund der topographischen Gegebenheiten spielt die potentiell durch den Regionalverband prognostizierte Kaltluft für das Plangebiet und die nördlich angrenzenden Siedlungsflächen keine tragende Rolle, da das Gelände von Nordost nach Südwest abfällt. Für eine detaillierte Untersuchung des Kaltluftentstehungspotentials von „Auf dem Hahn“ sowie der Abschätzung von Kaltluftströmen aus dem Plangebiet heraus und die angrenzende Bebauung müssten ergänzende Simulationen oder in-Situ-Messungen erfolgen. Allerdings ist davon auszugehen, dass der aktuelle Bestand gegenwärtig kaum einen mikroklimatisch positiven Effekt durch die Freiflächen verzeichnen kann.

Das Windfeld selber wird am Tag sowie in der Nacht in der umliegenden Bebauung durch die Umsetzung des städtebaulichen Entwurfs kaum beeinflusst. Für die Situation innerhalb des Plangebietes stellt die neue Bebauungsstruktur ein Hindernis dar, an dem sich die Luftmassen größtenteils verwirbeln und so die Windgeschwindigkeit deutlich abnimmt. Das südlich angrenzende Gebiet des Planzustandes profitiert von der neuen Situation dahingehend, dass der Wind aus West mit etwas höherer Geschwindigkeit in diesen Siedlungsbereich gelangen würde.

Der PMV verbessert sich am Tag leicht durch die neu verschatteten Flächen im Bereich der Gebäude und Grünstruktur. Aufgrund der Tatsache, dass der PMV mit allen Klimaparametern korreliert, ist vor allem in den Bereichen der geringen Luft- und Oberflächentemperatur, eine leichte Veränderung des PMV Wertes zu erkennen. Der PMV weist eine ähnlich flächenhafte Ausdehnung wie die Lufttemperatur auf. Aufgrund der Windrichtung und -geschwindigkeit erfährt die unmittelbar nordöstlich ans Plangebiet angrenzende Bebauung durch die Umsetzung des städtebaulichen Entwurfs eine minimale Erwärmung gegenüber der derzeitigen Situation. Die entlang der Hahnenstraße bzw. Ziegelhütterstraße liegenden Gebäude sind kaum von der geplanten Umsetzung betroffen – lediglich die direkt an das Plangebiet grenzenden Grundstücke könnten einen Effekt wahrnehmen. Daraus resultiert, dass durch die Umsetzung des Angebotsbebauungsplanes „Wohngebiet Auf dem Hahn“ das Plangebiet sowie die angrenzende Wohnbebauung, in Abhängigkeit der Windrichtung, eine leicht zunehmende Wärmebelastung in Bezug auf das thermische Wohlbefinden des Menschen erfährt, vor allem in den bereits erwähnten neuen voll- bzw. teilversiegelten Bereichen im Nordosten.

In der Nacht ist bezogen auf den PMV der Unterschied zwischen dem städtebaulichen Entwurf und der Bestandssituation an vielen Stellen marginal. Dies gilt sowohl für das Plangebiet als auch für die umliegende Bebauung. Dies bedeutet für die Nacht, dass die Umsetzung des vorliegenden städtebaulichen Entwurfs trotz zahlreicher Wechselwirkungen der einzelnen

meteorologischen Parameter eine vergleichsweise geringe Auswirkung auf das menschliche Wohlbefinden im Plangebiet und für die benachbarten Wohngebäude aufweist.

6. Klimaanpassungen des vorliegenden städtebaulichen Entwurfs

6.1. Weiterführende Klimaanpassungen

Der durch das Fachgebiet dargestellte städtebauliche Entwurf ist bezüglich der mikroklimatischen Auswirkungen weitestgehend gelungen, da die benachbarte Bebauung in nur geringem Maße beeinträchtigt wird. Unter humanbiometeorologischen Aspekten ergibt sich für das Plangebiet sowie die angrenzende Bebauung am Tage eine leichte Zunahme der Wärmebelastung innerhalb des Untersuchungsraumes, vor allem dort, wo aufgrund der verkehrlichen Erschließung die Bodenoberfläche nahezu einhundert Prozent versiegelt wird. Nachts weist die Umsetzung des Entwurfs ebenfalls eine leicht erhöhte Wärmebelastung auf. Allerdings bleibt der negative Einfluss auf die umgebende Siedlungsfläche äußerst gering, sowohl am Tag als auch in der Nacht.

Im zugrundeliegenden städtebaulichen Entwurf wurde bereits auf eine offene Gestaltung der Gebäude geachtet. Dennoch zeigt sich, dass es im nördlichen bzw. nordöstlichen Plangebiet noch weiteren Verbesserungsbedarf gibt, in Form von zusätzlicher Entsiegelung und einer offeneren Gestaltung des Raumes. Trotz des unter mikroklimatischen Gesichtspunkten durchaus gelungenen Entwurfs ist noch weiteres Potential zur Verbesserung vorhanden. Die Gebäudeformen könnten mit einem günstigeren AV-Verhältnis eine geringere Fläche anbieten, die sich aufheizt, da die Kompaktheit des Baukörpers verbessert werden würde. Je kleiner das AV-Verhältnis ist, desto geringer ist zudem der spezifische Energiebedarf pro Quadratmeter beheizten Raumes. So wäre vor allem eine zusätzliche Planung von Einzel- oder Doppelhäusern eine denkbare Maßnahme zur Verbesserung des AV-Verhältnisses.

Gebäudeversätze, Vor- und Rücksprünge und auch Zergliederung des Gebäudevolumens in Einzelbaukörpern führen zu einer Erhöhung des AV-Verhältnisses. Dies sollte vermieden werden. Kompaktere Gebäudestrukturen könnten das AV-Verhältnis des Plangebietes verbessern.

Ob Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen des vorliegenden städtebaulichen Entwurfs möglich sind, ist nicht abschließend zu klären. Anpassungsmaßnahmen, die ausschließlich auf dem städtebaulichen Entwurf beruhen, können nur bedingt getroffen werden. Relevante Maßnahmen sind beschränkt auf die städtebauliche Dichte, die Kompaktheit der Gebäude, deren Ausrichtung nach Süden zur Nutzung erneuerbarer Energien, die Dachform und die Ausweisung öffentlicher Grünflächen.

Zur Überprüfung der Auswirkungen der o. g. Maßnahmen könnte erneut eine numerische Simulation eingesetzt werden. Diese Möglichkeit ist einerseits mit moderatem Aufwand umzusetzen, andererseits musste eine große Zahl diverser Annahmen getroffen werden (z. B. Oberflächenmaterialien der Verkehrserschließung). Daher ist es gegenwärtig nicht möglich eine 100%-ige Prognose zu den Standortmodifikationen durch die Planung zu treffen.

Zumindest besteht jedoch mithilfe der numerischen Simulation die Möglichkeit eine erste Einschätzung der mikroklimatischen Modifikationen der geplanten Bebauung des städtebaulichen Entwurfs zu treffen.

Aufgrund der geringen Zahl von Optimierungsmöglichkeiten zeigt sich, dass Klimaanpassungsmaßnahmen im städtebaulichen Entwurf zwar möglich sind, allerdings für den Stadtplaner bei diesem Planungsinstrument wenig Gestaltungsspielraum vorhanden ist.

Auf der nachfolgenden Planungsebene des Bebauungsplans können deutlich mehr Festsetzungen zur Klimaanpassung getroffen werden.

6.2 Optimierungen im Angebotsbebauungsplan

Der zugrunde gelegte städtebauliche Entwurf ist lediglich ein Bebauungsvorschlag, der hinsichtlich der dargestellten Gebäudestrukturen beispielhaft aufzeigt, welche städtebaulichen Lösungen im Plangebiet „Wohngebiet Auf dem Hahn“ künftig möglich wären. Daher müssen auf der nachfolgenden Planungsebene des Bebauungsplans die im städtebaulichen Entwurf eingebrachten Klimaanpassungsmaßnahmen festgesetzt und konkretisiert werden. Zudem bietet der Bebauungsplan die Möglichkeit weitere Klimaanpassungsmaßnahmen festzusetzen, die im städtebaulichen Entwurf nicht darzustellen sind.

Die nachfolgende Tabelle 1 weist eine Zusammenstellung der allgemeinen Festsetzungsmöglichkeiten des Bebauungsplanes anhand des Festsetzungskatalogs des § 9 BauGB auf, die einen Bezug zur Anpassung an den Klimawandel aufweisen. Hierfür werden jedoch nur die Nummern der Paragraphen mit unmittelbarem mikro- bzw. lokalklimatischen Bezug aufgelistet, deren Regelungsgegenstand von besonderer Bedeutung sind:

Tab. 1: Zusammenfassung der Festsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen des Klimawandels [verändert nach UBA 2016; nach Frommer et al. 2012; MKULNV NRW 2010; Fleischhauer & Bornfeld 2006].

Maßnahmenbereich	Regelungsgegenstand
Bauliche Nutzung allgemein (Art und Maß)	Festsetzung von Gebäudeausrichtung, Höhe u. a. § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB
Begrenzung der Verdichtung und Versiegelung zur Vermeidung von Überwärmung	Maß der baulichen Dichte, Grundflächenzahlen, § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB
	Bauweise, überbaubare und nicht überbaubare Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen, § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB
	Festsetzung von vom Bauordnungsrecht abweichenden Maßen der Tiefe der Abstandsflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 2a BauGB
	Festsetzung der Mindestmaße von Baugrundstücken, § 9 Abs. 1 Nr. 3 BauGB
	Flächen für Nebenanlagen, die auf Grund anderer Vorschriften für die Nutzung von Grundstücken erforderlich sind [...], § 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB

	Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind und ihre Nutzung, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB
Freihalten von Luftleitbahnen, Kaltluftentstehungsflächen	Durchlüftungsoptimierte Stellung baulicher Anlagen, § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB
	Festsetzung von Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind und ihre Nutzung, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB
	Festsetzung öffentlicher und privater Grünflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB
	Festsetzung von Wasserflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB
	Festsetzung von Flächen für die Land- und Forstwirtschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 18 lit. a und lit. b BauGB
Verbesserung des Kleinklimas und Verminderung der Erwärmung	Festsetzung von Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB
	Schattenspendende Elemente im öffentlichen Raum durch Festsetzung von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB
	Pflanzgebote und Bindungen für Bepflanzungen, die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern, Dach- und Fassadenbegrünung, sonstigen Bepflanzungen und Gewässern, § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB i.V.m. § 1a BauGB
Schutzflächen	Festsetzung von Fassadenmaterial, Fassadenfarbe etc. durch Gestaltungssatzungen
	Grünflächen, Wasserflächen, Flächen für Land- und Forstwirtschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB
	Versorgungsflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB
Maßnahmenbereich	Regelungsgegenstand
Festsetzen von Versorgungsflächen zur Klimaanpassung (bspw. Standortsteuerung um hochwassersicher zu planen oder für geeigneten Objektschutz Sorge zu tragen) und Versorgungsleitungen	Versorgungsflächen, einschließlich der Flächen für Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft- Wärme-Kopplung, § 9 Abs. 1 Nr. 12 und 13 BauGB
Lokalklimatische Bedeutung der Fläche	Begründung des Bebauungsplans zu den betreffenden Flächen, § 9 Abs. 8 BauGB
Naturgefahrenvorsorge	Flächen mit Gefährdungspotential durch Naturgewalten (Überschwemmung, Steinschlag), § 9 Abs. 5 Nr. 1 BauGB
Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung	Entgegenwirken von Oberflächenabfluss bei Starkregen, § 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB
	Schadensresistente Nutzung, ggf. multifunktional für Notentwässerung in hochwassergefährdeten Bereichen planen, § 9 Abs. 1 Nr. 5 BauGB
	Nutzungszwecke von Flächen (Parkplätze, Freiflächen, Grünflächen, etc.) zur Speicherung von Extremniederschlägen, § 9 Abs. 1 Nr. 9 BauGB
	Freihaltung von Flächen, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB

	Festsetzen von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (einschließlich Notwasserwege), § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB
Hochwasserschutz und Regelung des Niederschlagsabflusses	Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB <hr/> Festsetzung von Flächen für Hochwasserschutzanlagen und Regelung des Wasserabflusses, § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB
Überschwemmungsgebiete, Fachplanerische Festlegungen	Nachrichtliche Übernahme aus der Wasserwirtschaft, § 9 Abs. 6a S. 1 und 2 BauGB

Die in der Tabelle 1 enthaltenen Festsetzungen zur Klimaanpassung sind nicht alle auf das Plangebiet „Wohngebiet Auf dem Hahn“ in Riegelsberg anwendbar. Dennoch ist es möglich den Angebotsbebauungsplan durch weitere Festsetzungen verschiedener Maßnahmen zu optimieren.

Im Folgenden werden einige planerische Handlungsstrategien aufgezeigt, die zur Minderung der Temperaturextreme des lokalen Klimas dienen können bzw. die Überwärmungstendenzen positiv beeinflussen.

Des Weiteren könnten städtebauliche Verträge nach § 11 BauGB zur klimagerechten Stadtentwicklung eingesetzt werden. Die Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder der Kraft-Wärme-Kopplung sowie die energetische Qualität von Gebäuden sind spätestens seit der Klimaschutznovelle 2011 explizit als mögliche, vertragliche Regelungsgegenstände benannt (§ 11 Abs. 1 Nr. 4 und 5 BauGB). Neben diesen vorwiegend energetischen Regelungen besteht durch § 11 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 BauGB die Möglichkeit durch sogenannte Maßnahmenverträge, in der Form von Bauplanungsverträgen, Klimaanpassungsmaßnahmen zu treffen.

Anpassung baulicher Strukturen

Eine Möglichkeit eröffnet sich durch die Anpassung der baulichen Strukturen bezüglich der Dichte, Gebäudestellung, Gebäudeform und Gebäudevolumen. Das Maß der baulichen Nutzung könnte gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 17 Abs. 1 BauNVO für ein allgemeines Wohngebiet mit einer GRZ von 0,4 festgesetzt werden. Eine weitere Reduzierung der GRZ wäre unter ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten nicht vertretbar. Ebenfalls ist eine signifikante klimatische Verbesserung dadurch entstehender Frei- und Grünflächen zu bezweifeln. Dahingehend wäre eine Änderung der Bauweise gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB entgegen des aktuellen Entwurfs im Bereich des Plangebietes denkbar, da hier zusätzlich Einzel- und Doppelhäuser unter mikroklimatischen Aspekten (kleineres AV-Verhältnis) angebracht erscheinen. Auch sollte es keine Festsetzungen geben, die vorspringende Gebäudeteile für zulässig erklären. Ebenso sollte die Gebäudestellung festgeschrieben werden. Für die Installation von Photovoltaikanlagen ist eine Südausrichtung der Gebäude mit

maximaler Südwest-Südost Abweichung von 30° empfehlenswert und sollte für das gesamte Plangebiet umgesetzt werden.

Erhöhung der Albedo (Reflexionsvermögen der Oberfläche)

Ebenso besteht die Möglichkeit der Erhöhung der Albedo von Dächern, Fassaden und befestigten Flächen durch den Einsatz heller Materialien (= höhere Reflektion der Strahlung). Eine Erhöhung der Albedo verringert die Absorption der solaren Einstrahlung und bedingt ein geringeres Aufheizen der Oberflächen. Dieser Effekt kommt vor allem der lokalen nächtlichen Überwärmung zugute, da nachts die in den Materialien gespeicherte Wärme zeitverzögert an die bodennahe Luftschicht abgegeben wird und diese erwärmt. Somit generiert eine geringere Strahlungsabsorption auch eine reduzierte Wärmeabgabe. Im Angebotsbebauungsplan könnte u. a. textlich die Nutzung heller Materialien für Verkehrsflächen festgesetzt werden. Diese Maßnahme der Veränderung von Fahrbahnbelägen könnte als Hinweis im Angebotsbebauungsplan zur Ausgestaltung der Fahrbahnbeläge Umsetzung finden. Ebenfalls kann die Verwendung weißer/ heller Fassadenfarbe zur äußeren Gestaltung im Angebotsbebauungsplan über die örtlichen Bauvorschriften gemäß § 88 Abs. 1 Nr.1 LBO (Gestaltungssatzung) festgesetzt werden.

Verbesserung der Grün- und Freiraumausstattung

Eine weitere Möglichkeit ergibt sich durch eine Verbesserung der Grün- und Freiraumausstattung. Potentielle Überwärmungstendenzen im Bestand können so nachhaltig beeinflusst werden (v. a. im Nordosten). Bezogen auf die Luft- und Oberflächentemperatur zeigen sich z. B. positive Modifikationen durch schattenbildende Maßnahmen sowie der Anlage von Grünflächen und besseren Austauschbedingungen.

Durch Bäume und Gehölze geprägte Areale weisen an wolkenlosen Sommertagen mit einer hohen solaren Einstrahlung aufgrund ihres Schattenwurfes und der Evaporationsleistung ein vergleichsweise geringes Erwärmungspotential auf. Der vorliegende städtebauliche Entwurf sieht die Bepflanzung von Bäumen vor – es besteht jedoch die Möglichkeit der Aufstockung.

Ebenso ergibt sich über § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB die Möglichkeit der rechtsverbindlichen Festsetzung von Dachbegrünung im Bebauungsplan. Dachform und Dachneigung müssen gemäß § 9 Abs. 4 BauGB i.V.m. § 88 Abs. 1 Nr. 1 LBO bauordnungsrechtlich festgesetzt werden. Dies ist im vorliegenden Angebotsbebauungsplanentwurf bereits vorgesehen und sollte auf jeden Fall beibehalten werden. Begrünte Dachflächen verbessern v. a. das Mikroklima und filtern Schadstoffe aus der Luft. Die Modifikationen der Dachbegrünung sind für das lokale Mikroklima vorteilhaft. Für diesen Zweck ist eine extensive Dachbegrünung ausreichend. Diese Form der Dachbegrünung ist mit geringem Aufwand herstellbar und zu unterhalten, da eine zusätzliche Bewässerung nicht notwendig ist. Ergänzend dazu ist eine Kombination von begrünten Flach- oder Pultdächern mit aufgeständerten Photovoltaikanlagen möglich. Um die Photovoltaik möglichst effizient zu gestalten, sollte darauf geachtet werden, dass die Gebäude

nach Süden ausgerichtet werden. Ebenso sollte auf jeden Fall im Angebotsbebauungsplan die Festsetzung der Dachform erhalten bleiben, da hierdurch die Nutzung von z. B. Photovoltaikanlagen erhöht werden kann und zudem die Verpflichtung der Begrünung von Flachdächern nach den weiteren Festsetzungen des Bebauungsplanes weiterhin besteht.

Ebenfalls könnte gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB die Begrünung der Gebäudefassade rechtsverbindlich im Angebotsbebauungsplan festgesetzt werden. Auch die Fassadenbegrünung weist eine Reihe von positiven mikroklimatischen Eigenschaften auf. Insbesondere Kletterpflanzen eignen sich für diese Maßnahme, da diese bei Nutzung einer kleinen horizontalen Bodenfläche eine große Menge an Biomasse bilden. Vergleichbar der Dachbegrünung verbessert die Fassadenbegrünung vor allem die mikroklimatischen Verhältnisse an den Gebäuden selbst.

Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung des Angebotsbebauungsplans besteht hinsichtlich der Gestaltung von Stellplätzen und Grünflächen. Auf Grundlage des § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB kann festgesetzt werden, dass Stellplätze mit wasserdurchlässigen Belägen (z. B. Rasengittersteine) ausgestattet werden müssen. Ebenso kann festgesetzt werden, dass unbebaute Grundstücksflächen gärtnerisch anzulegen sind, was die Entstehung von Kies-/Schottergärten verhindert.

Durch eine Umsetzung dieser beiden o. g. Maßnahmen zur Begrünung von Oberflächen könnte das Plangebiet „Wohngebiet Auf dem Hahn“ mikroklimatisch optimiert werden. Geringere Oberflächen- und Lufttemperaturen bedingen vor allem in den Nachtstunden eine geringere Umgebungstemperatur und dementsprechend ein verbessertes thermisches Wohlbefinden der Menschen im Plangebiet und in geringem Maße noch darüber hinaus. Aus humanbiometeorologischen Erwägungen ist die Umsetzung dieser Maßnahmen zu empfehlen.

7. Zusammenfassung und Fazit

Der Klimawandel stellt die größte Herausforderung der kommenden Jahrzehnte dar. Aufgrund der Klimaveränderungen und der damit verbundenen Erwärmung werden sich die Lebensbedingungen in Siedlungsräumen deutlich verändern.

Die Ortsgemeinde Riegelsberg will Wohnbauflächen bereitstellen, mit der Absicht die Wohnfunktion zu stärken. Auf einer derzeit laut des Landschaftsprogrammes (LAPRO) landwirtschaftlich genutzten Fläche von rund 4,5 ha soll das allgemeine „Wohngebiet Auf dem Hahn“ umgesetzt werden.

Mithilfe numerischer Simulationen wurden sowohl die Bestandssituation als auch auf Grundlage eines städtebaulichen Entwurfs der Plan-Zustand des Angebotsbebauungsplanes bewertet. Mit dieser Methode konnten Entwicklungslinien zu den mikroklimatischen Verhältnissen aufgezeigt werden.

Zusammenfassend hat sich durch eine Umsetzung der Planung für das Plangebiet „Wohngebiet Auf dem Hahn“ ergeben, dass die Lufttemperatur am Tag nahezu gleich, nachts erwartungsgemäß eine leichte Überwärmung durch die in den Oberflächen gespeicherte Wärme entsteht. Allerdings sind diese Modifikationen durch die Planung als marginal zu bezeichnen, sowohl im Untersuchungsgebiet, vor allem aber im Bereich der angrenzenden Bebauung. In der Nacht ruft die geplante Bebauung eine geringe Veränderung des thermischen Empfindens hervor.

Die Betroffenheit der angrenzenden Bebauung ist zudem abhängig von der Windrichtung (v. a. aus West bzw. Südwest). Dementsprechend wurde der vorgeschlagene städtebauliche Entwurf aus mikroklimatischer Sichtweise bereits in großen Teilen effektiv geplant. Zudem weist die vorliegende Fläche „Auf dem Hahn“ vermutlich keine lokalklimatischen Eigenschaften auf und es wird lediglich eine Lücke am Ortsrand geschlossen.

Ob und in welchem Umfang vorbeugende Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen des städtebaulichen Entwurfs möglich sind und welche vorbeugenden Klimaanpassungsmaßnahmen sich darüber hinaus anbieten, kann nicht klar voneinander getrennt beantwortet werden.

Der städtebauliche Entwurf kann vorbeugende Klimaanpassungsmaßnahmen treffen. Diese beschränken sich jedoch auf die Ausgestaltung der städtebaulichen Dichte, Gebäudestellung, Dachformen, Kompaktheit der Gebäude sowie öffentliche Grünflächen.

Darüber hinaus können mit dem informellen Planungsinstrument des städtebaulichen Entwurfs keine weiteren vorbeugenden Klimaanpassungsmaßnahmen getroffen werden. Zur weiteren Konkretisierung und Ausgestaltung muss auf die Ebene der verbindlichen Bauleitplanung (Bebauungsplan) verwiesen werden.

Im Bebauungsplan können insbesondere durch den Festsetzungskatalog des § 9 Abs. 1 BauGB weitere vorbeugende Klimaanpassungsmaßnahmen festgesetzt werden. Für das Plangebiet „Wohngebiet Auf dem Hahn“ kommen dabei vor allem Festsetzungen zur Anpassung der

baulichen Strukturen, die Erhöhung der Albedo von Dächern, Fassaden und befestigten Flächen sowie die Verbesserung der Grün- und Freiraumausstattung in Frage. Durch weitere Verschattungsmaßnahmen mithilfe von Bäumen im öffentlichen Raum sowie durch Fassadenbegrünung könnte das Mikroklima im Plangebiet weiter verbessert werden. Aufgrund dieser Maßnahmen könnten die Oberflächentemperaturen und die damit einhergehende bodennahe Lufttemperatur verringert werden. Auch für die unmittelbar an das Plangebiet angrenzende Bebauung wäre durchaus ein positiver Effekt zu erwarten, da das Erwärmungspotential (v. a. im Nordosten), ausgehend vom Plangebiet, verringert werden würde.

Abschließend kann festgehalten werden, dass der vorgelegte städtebauliche Entwurf als alleinstehendes informelles Planungsinstrument nur bedingt vorbeugende Klimaanpassungsmaßnahmen treffen kann. In Verbindung mit dem Angebotsbebauungsplan können allerdings geeignete Maßnahmen zur Klimaanpassung festgesetzt werden. Die mikroklimatische Simulation auf Grundlage des vorliegenden städtebaulichen Entwurfs kann zumindest richtungsweisend eingesetzt werden, um „schwerwiegende“ mikroklimabezogene Fehlplanungen von vornherein auszuschließen.

Auf Grundlage des vorliegenden städtebaulichen Entwurfes kann, unter Berücksichtigung der in der Begutachtung erwähnten Rahmenbedingungen, davon ausgegangen werden, dass es durch den Angebotsbebauungsplan „Wohngebiet Auf dem Hahn“ zu keiner relevanten Verschlechterung der mikro-/ lokalklimatischen Situation im Bestand bzw. der angrenzenden Nachbarschaft kommen wird.



Kaiserslautern, September 2021