

Klimagutachten zum Bebauungsplan 112 Wissenschafts- und Gründerpark - Sankt Augustin



Auftraggeber:

Stadtverwaltung Sankt Augustin
Fachdienst 6/10 Stadtplanung
Markt 1
53757 Sankt Augustin



K.PLAN Klima.Umwelt&Planung GmbH
Firmensitz: Bochum
Steinring 55 | 44789 Bochum
Tel: 0234 | 966 48 166
E-Mail: info@stadtklima.ruhr
www.K.Plan.ruhr

Februar 2023

Inhaltsverzeichnis

1.	ZIELSETZUNG	1
2.	MESOSKALIGE SIMULATIONEN DES KALTLUFTFLUSSES	3
2.1	MODELLBESCHREIBUNG	3
2.2	ERGEBNISSE DER KALTLUFTSIMULATIONEN FÜR IST UND PLAN	7
2.3	FAZIT AUS DEN KALTLUFTSIMULATIONEN	12
3.	MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“	13
3.1	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“: BELÜFTUNG“	17
3.2	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“: THERMISCHE SITUATION“	19
3.3	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“: BIOKLIMATISCHE SITUATION“	26
3.4	FAZIT AUS DEN MIKROSKALIGEN MODELLIERUNGEN	29
4.	ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN	30

1. ZIELSETZUNG

Freiflächen stellen häufig klimatische Ausgleichsfunktionen zur Verfügung. Neben der lokal begrenzten klimatischen Bedeutung können Flächen aufgrund ihrer Lage, der geringen Oberflächenrauigkeit bzw. des geringen Strömungswiderstandes und der Ausrichtung im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen klimatischen Verbesserung beitragen. Auf der anderen Seite sollte eine Neuplanung auch vor Ort für die zukünftigen Nutzer keine klimatischen Belastungen unter den Bedingungen des Klimawandels aufweisen. Planungen sind hier nur sinnvoll unter Berücksichtigung wirkungsvoller Anpassungsmaßnahmen.

Auf der Grundlage der Klimamodellrechnungen sollen die aktuelle Bedeutung der Fläche und die Auswirkungen der geplanten Bebauungen für den Bebauungsplan 112 „Wissenschafts- u. Gründerpark Sankt Augustin“ und die weitere Umgebung ermittelt und bewertet werden. Lokal werden Vorschläge für Klimaanpassungsmaßnahmen zur Abmilderung von zukünftigen Auswirkungen auf das Stadtklima erarbeitet.

Sinnvoll ist eine Begutachtung in 2 Stufen, die sich nach dem Detailierungsgrad der vorliegenden Planungsunterlagen richten. Im ersten Schritt werden die Auswirkungen einer Bebauung der Fläche bezüglich des Kaltluftverhaltens und der Belüftungsfunktion im Umfeld des Untersuchungsgebietes untersucht. Hierzu wird der IST-Zustand mit dem Entwurf der vorgesehenen Bebauungen verglichen, die als Strömungshindernis und durch Aufheizungen das bestehende Kaltluftsystem verändern können. In diesem Bearbeitungsschritt werden durch Kaltluftsimulationen die Bedeutung der Flächen für die Stadtbelüftung im IST-Zustand und die möglichen Veränderungen durch den Planentwurf im Bereich der Bestandsbebauung von Sankt Augustin betrachtet. In einer zweiten Stufe werden anschließend detailliertere Pläne mit Angaben zu Materialien der Gebäude und der Oberflächen und zu konkreten Verkehrsflächen, Freiflächen und Begrünungen auf ihre klimatischen Auswirkungen hin untersucht werden. Durch mikroskalige Modellierungen werden die klimatischen Auswirkungen von Bauvorhaben simuliert und untereinander verglichen. Es gilt zu untersuchen, welche klimatischen Auswirkungen das Vorhaben vor Ort haben wird und wie weit diese Veränderungen des Kleinklimas in die Umgebung hineinwirken.

Die Abbildung 1 zeigt eine Zusammenfassung der Handlungsnotwendigkeiten bezüglich des Klimawandels bei allen Planungen mit Raumbezug.

Warum ist Klimaanpassung wichtig?

Das Klima wandelt sich, uns erwarten mehr Extreme:

- Hitze – Hitzeinseln (z.B. Sommer 2018)
- Stürme – Sturmschäden (z.B. Kyrill)
- Starkregen – Schäden durch Überflutung



Abb. 1 Handlungsnotwendigkeiten für Planungen unter den Bedingungen des Klimawandels

Die lokalen Ausprägungen des Klimas werden in erster Linie von den verschiedenen Flächennutzungen bestimmt. Bei austauscharmen Wetterlagen, insbesondere bei sommerlichen Hitzewetterlagen, treten die mikroklimatischen Unterschiede zwischen unterschiedlichen Flächennutzungen am stärksten hervor. Aufgrund der Unterschiede im thermischen Verhalten der Bebauungsflächen und der Ausgleichsräume kann es bei sommerlichen Strahlungswetterlagen zu signifikanten klimatischen Unterschieden zwischen der Innenstadt, den Industrie- und Gewerbegebieten und dem unbebauten Umland kommen. Insbesondere Freiflächen mit stadtklimarelevantem Kaltluftbildungspotenzial haben eine hohe Bedeutung für die Abschwächung von sommerlichen Hitzebelastungspotenzialen. Für die Planfläche in Sankt Augustin gilt es deshalb zu überprüfen, welche klimatische Funktion diese Freifläche für die sich nordwestlich und südöstlich anschließende Bebauung hat.

Aufgrund der durchgehenden Bebauung und hohen Versiegelung von Oberflächen gibt es im Stadtgebiet von Sankt Augustin Bereiche, die sich im Sommer besonders stark aufheizen. Dies ergibt sich dadurch, dass der bebaute Raum Wärme weitaus stärker speichert als dies für Flächen im unbebauten Umland gilt. Weitere Gründe für die städtische Wärmeinsel sind eine verringerte Abkühlung aufgrund geringer Wasserverdunstungsraten in hoch versiegelten Gebieten und eine mangelnde Durchlüftung, wodurch ein Abtransport der warmen Luft aus der Stadt bzw. die Zuführung kühlerer Luft aus dem Umland erschwert wird. Große Lufttemperaturunterschiede von 8 bis zu 10 Kelvin in warmen Sommernächten zwischen Innenstadtbereichen und dem unbebauten Umland sind die Folge. Dies führt in Wohngebieten vor allem dann zu einer belastenden Situation, wenn die Temperaturen nachts nicht mehr deutlich genug absinken.

Um flächendeckende Informationen über die Temperaturverhältnisse zu bekommen, wurde eine Infraotaufnahme des Landsat 8 – Satelliten vom 17.04.2022 ausgewertet. Nur wenige Bilder des Satelliten liefern eine wolkenfreie Aufnahme im Infrarotspektrum, die für die vorliegende Auswertung notwendig ist. Die Legende der Karte der Oberflächentemperaturen (Abb. 2) weist die ansteigenden Oberflächentemperaturen von kalten zu warmen Oberflächen in den Farbstufen Blau, Gelb und Rot aus. Die höchsten Oberflächentemperaturen treten in den Industrie- und Gewerbegebieten auf. Aber auch trockene, abgeerntete Felder können tagsüber sehr hohe Oberflächentemperaturen erreichen. Je nach Jahreszeit und Wetterlagen kann die Spannweite der Oberflächentemperaturen variieren. An heißen Sommertagen betragen die Unterschiede zwischen den blauen, kühlen Flächen und den heißen, roten Oberflächen über 20 Kelvin.

Thermalbilder sind in ihrer Eigenschaft der strikten Abbildung der Oberflächentemperaturen für die Beurteilung der stadtklimatischen Situation zunächst nur indirekt nutzbar. Aus der Thermalkarte lassen sich aber Rückschlüsse auf die Lufttemperatur-Situation in einem Gebiet ziehen. Die Luft wird über den Oberflächen erwärmt oder abgekühlt, das heißt, dass sehr warme Oberflächen zu erhöhten Lufttemperaturen führen. Versiegelte Flächen und Bauungen speichern viel Energie und kühlen sich auch nachts nur langsam ab. In Verbindung mit einem geringen Luftaustausch in bebauten Stadtgebieten führt dies zur Ausprägung von Wärmeinseln. Freiflächen kühlen nachts sehr schnell ab und haben niedrige Oberflächentemperaturen. Diese kühlen die darüber liegenden Luftschichten und führen zu einer nächtlichen Kaltluftbildung auf den Flächen. Bei austauscharmen Wetterlagen mit geringen Windgeschwindigkeiten können die entsprechend der Geländeneigung abfließenden Kaltluftmassen einen erheblichen Betrag zur Belüftung und Kühlung von erwärmten Stadtgebieten leisten. Nördlich und südlich des Plangebietes „Wissenschafts- u. Gründerpark Sankt Augustin“ befinden sich ausgedehnte Kaltluftflächen. Die direkte Nachbarschaft im Umfeld des Plangebietes zeigt zum Teil sehr hohe Oberflächentemperaturen, die aus der Versiegelung, aber auch aus dem Kunstrasenbelag des Sportplatzes resultieren.

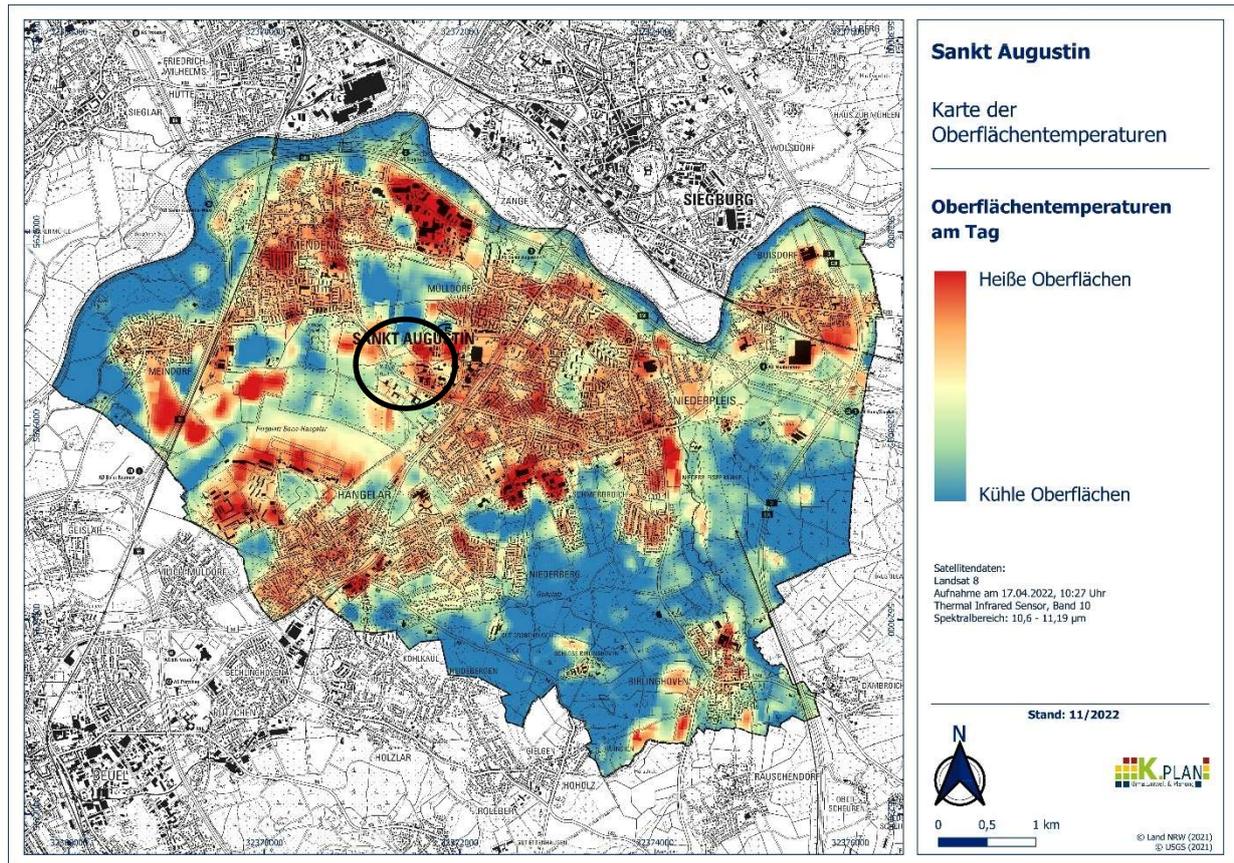


Abb. 2 Handlungsnotwendigkeiten für Planungen unter den Bedingungen des Klimawandels

2. MESOSKALIGE SIMULATIONEN DES KALTLUFTFLUSSES

Da insbesondere bei austauscharmen sommerlichen Hitzewetterlagen lokale Windsysteme für die Belüftungsverhältnisse von Bedeutung sind, werden diese durch den Einsatz eines Kaltluftabflußmodells sehr detailliert in hoher Rasterauflösung und mit Berücksichtigung der vorhandenen und der zukünftig möglichen Gebäudestrukturen betrachtet. Durch die Kaltluftsimulationen werden qualitative und quantitative Aussagen für den Luftaustausch und den Kaltluftfluss erarbeitet. Die Modellsimulation wird mit dem Kaltluftabflußmodell KLAM_21 des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt. KLAM_21 ist ein zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell zur Berechnung von Kaltluftflüssen und Kaltluftansammlungen in orographisch gegliedertem Gelände (Siewers, U., 2005. In: Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Band 227, Offenbach am Main).

2.1 MODELLBESCHREIBUNG

Das Kaltluftmodell KLAM_21 ist in der Lage, Kaltluftbewegungen in ihrer Dynamik und zeitlichen Entwicklung flächendeckend wiederzugeben. Die physikalische Basis des Modells bildet eine vereinfachte Bewegungsgleichung und eine Energiebilanzgleichung, mit der der Energieverlust und damit der „Kälteinhalt“ der Kaltluftschicht bestimmt wird. Aus dem Kälteinhalt einer jeden Säule wird dann (unter der Annahme einer bestimmten Höhenabhängigkeit der Abkühlung) die Kaltluflhöhe errechnet. Als Ergebnis erhält man die flächenhafte Verteilung der Kaltluflhöhe und ihrer mittleren Fließgeschwindigkeit oder der Volumenströme zu beliebig abgreifbaren Simulationszeitpunkten.

Das Modell simuliert die Entwicklung von Kaltluftflüssen und die Ansammlung von Kaltluft in einem auswählbaren, rechteckig begrenzten Untersuchungsgebiet. Über diese Fläche wird ein numerisches Gitter gelegt. Jedem Gitterpunkt werden eine Flächennutzung (standardmäßig schematisiert in 8 Nutzungsklassen) sowie eine Geländehöhe zugeordnet. Jeder Landnutzungsklasse wiederum entspricht eine fest vorgegebene Kälteproduktionsrate und eine Rauigkeit als Maß für den aerodynamischen Widerstand. Für die vorliegende Untersuchung wurden die in der Tabelle 1 aufgeführten Landnutzungsklassen mit ihren im Rechenmodell hinterlegten Eigenschaften verwendet, die sich hinsichtlich ihrer dynamischen und thermischen Oberflächeneigenschaften wie z. B. Oberflächenrauigkeit, Verdrängungsschichtdicke, Versiegelungsgrad und Kaltluftproduktivität unterscheiden.

Tab.1 Landnutzungsklassen im KLAM_21

Nutzungen	z0g	grz	hg	wai	bg	hv	xlai	a
Siedlung (dicht)	0,1	0,6	15,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Siedlung (locker)	0,1	0,4	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,28
Wald	0,4	0,0	0,0	0,0	0,9	20,0	6,0	0,56
Halb vers. Flächen (z. B. Bahnanlagen)	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,64
Park	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	20,0	6,0	1,0
Unversiegelte Freiflächen	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Versiegelte Flächen	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,28
Wasser	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

mit:

- z0g Rauigkeitslänge des Bodens in m ohne Beachtung explizit spezifizierter Bebauung oder Bewaldung
- grz Grundflächenzahl, Anteil der bebauten Fläche an der Gesamtfläche
- hg mittlere Gebäudehöhe in m
- wai Wandflächenindex, mittleres Verhältnis der Wandfläche eines Gebäudes zu dessen Grundfläche
- bg mittlerer Bedeckungsgrad des Bodens mit Bäumen
- hv mittlere Baumhöhe in m
- xlai Blattflächenindex, über die Höhe aufsummierte einseitige Blattfläche eines Baumes im Verhältnis zu seiner Kronenquerschnittsfläche
- a relativer Wirkungsgrad der effektiven Ausstrahlung im Vergleich zu einer optimalen Abkühlungsfläche

Die Produktionsrate von Kaltluft hängt stark von der Landnutzung ab: Freilandflächen weisen die höchsten Kaltluftproduktionsraten (zwischen 10 und 20 m³/m²h) auf, für Waldflächen schwanken die Literaturangaben sehr stark (zwischen 1 m³/m²h in ebenem Gelände und 30– 40 m³/m²h am Hang). Besiedelte, versiegelte Gebiete verhalten sich bezüglich der Kaltluftproduktion neutral bis kontraproduktiv (städtische Wärmeinsel) und können zufließende Kaltluft durch Erwärmung auflösen.

Voraussetzung für Kaltluftflüsse ist eine optimale Situation, d.h. eine klare und windstille Nacht. Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung, ausgehend vom Ruhezustand (keine Strömung) bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Die Kaltluftflüsse hängen in erster Linie von den orographischen Gegebenheiten ab. Sowohl die Daten der Flächennutzungen wie auch die Geländehöhen wurden weiträumig um das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ herum in die Simulation aufgenommen, damit die Kaltluftströmungen auch in den Randbereichen entsprechend den topographischen Gegebenheiten der umliegenden Bereiche erfasst werden können.

Die Mächtigkeit einer Kaltluftschicht kann in Abhängigkeit des Nachtzeitpunktes, der Größe des Kaltluftzugsgebietes sowie den meteorologischen Rahmenbedingungen stark schwanken. Im Allgemeinen beträgt sie zwischen 1 und 50 m. Staut sich der Kaltluftabfluss an Hindernissen oder in Senken, bildet sich ein sogenannter Kaltluftsee, in dem die Kaltluft zum Stehen kommt. In solchen Kaltluftseen kann die Kaltluftschichtdicke auch deutlich größere Mächtigkeiten annehmen. Die Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb eines Kaltluftabflusses liegen typischerweise in einer Größenordnung von 0,2 bis 3 m/s. Aufgrund der oftmals nur sehr flachen Ausprägung und den geringen Strömungsgeschwindigkeiten sind Kaltluftabflüsse sehr störanfällig, sodass Hindernisse wie Gebäude, Wälle oder Lärmschutzwände unter gewissen Randbedingungen zu einem Strömungsabbruch führen können. Kaltluft kann nachts für Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen. Für die Stadtplanung ist es daher von großer Bedeutung, Kaltluftabflüsse in einem Gebiet qualitativ und auch quantitativ bestimmen zu können.

Für die Berechnungen wurde eine sommerliche Strahlungsnacht ohne Regionalwind angenommen, um die Dynamik der reinen Kaltluftströmung zu simulieren. Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Atmosphäre vorausgesetzt, in der keine horizontalen Gradienten der Lufttemperatur und der Luftdichte vorhanden sind. Es werden während der gesamten Nacht gleichbleibend gute Ausstrahlungsbedingungen, d. h. eine geringe Bewölkung, angenommen. Das Kaltluftmodell wurde zur Einbeziehung der großräumigen Kaltluftströme für ein 2,8 km x 2,8 km großes Gebiet mit einer Auflösung von 2 m Rasterweite gerechnet.

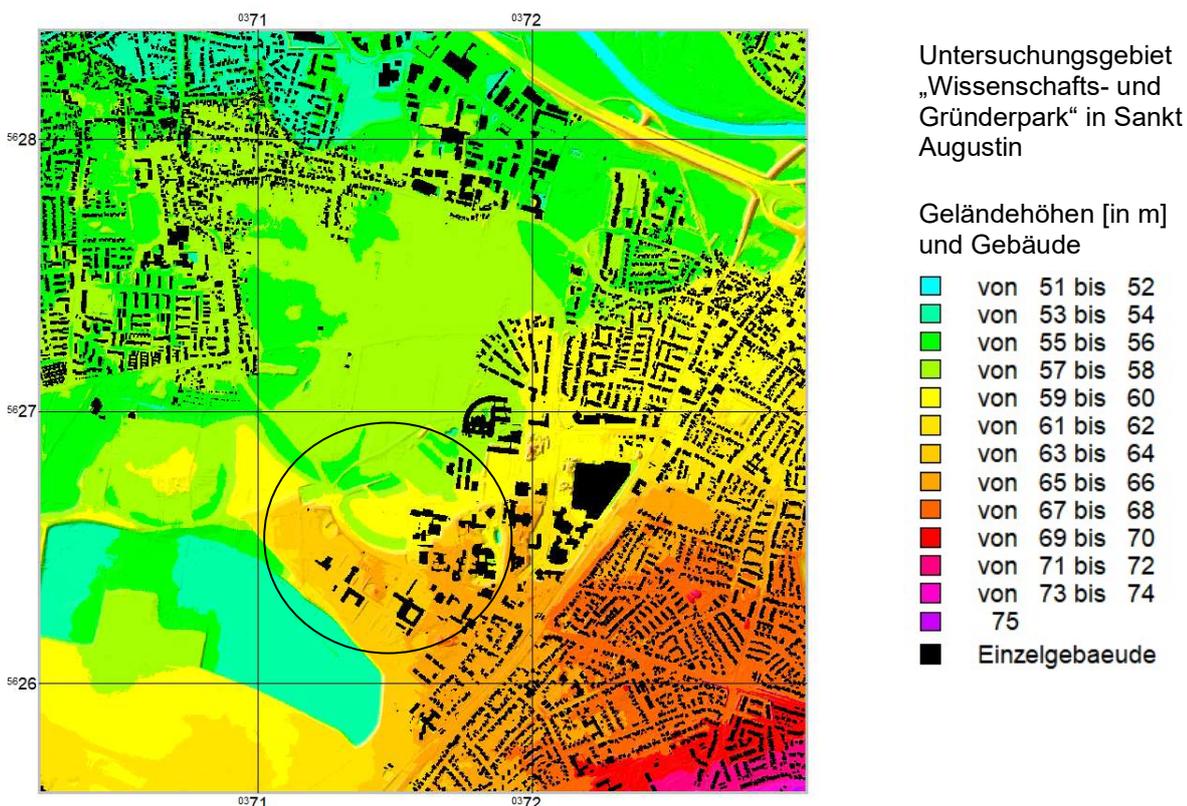
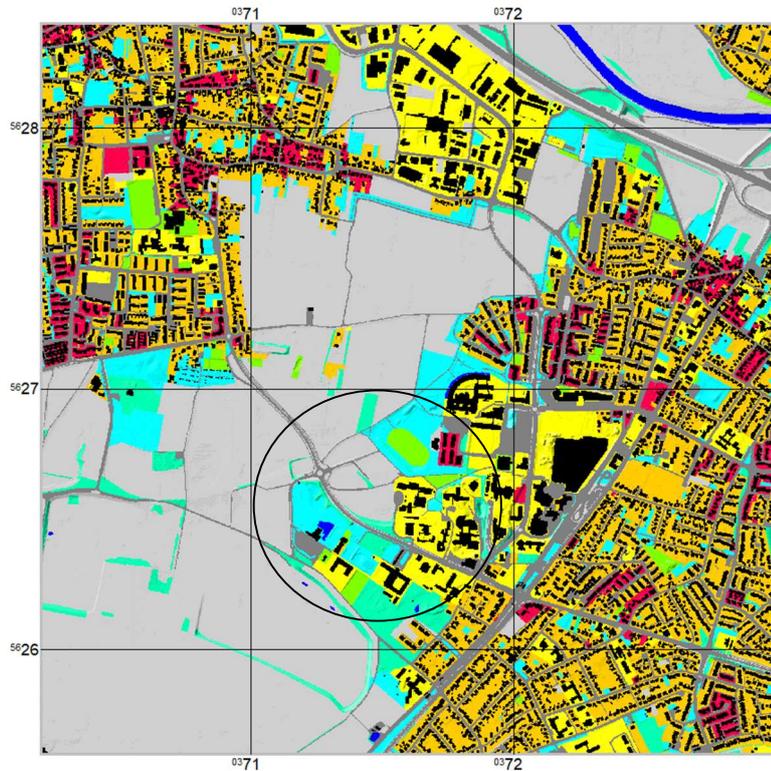


Abb. 3 Geländehöhen der Umgebung des Untersuchungsgebietes „Wissenschafts- und Gründerpark“

Die Abbildung 3 zeigt die Modell-Eingangsdaten der Geländehöhen und die Gebäudestruktur im Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ für die Kaltluftsimulation im IST-Zustand. Das Gelände des Untersuchungsgebietes steigt allmählich von Nordwesten nach Südosten an. Die Nutzungsstruktur sowie die Vegetation des Modellgebietes sind über die Flächennutzungsklassen aufgelöst. Zusätzlich wurden alle Bebauungsstrukturen als Einzelhindernisse in das Modell für den IST-Zustand (Abb.

4) und für das Plan-Szenario (Abb. 5) eingegeben. Die Ergebnisse dieser beiden Varianten werden anschließend verglichen. Dadurch erhält man einen großräumigen Überblick auf die aktuelle klimatische Funktion der Untersuchungsfläche „Wissenschafts- und Gründerpark“ und über die möglichen klimatischen Auswirkungen auf die Kaltluftsystematik der umgebenden Flächen.

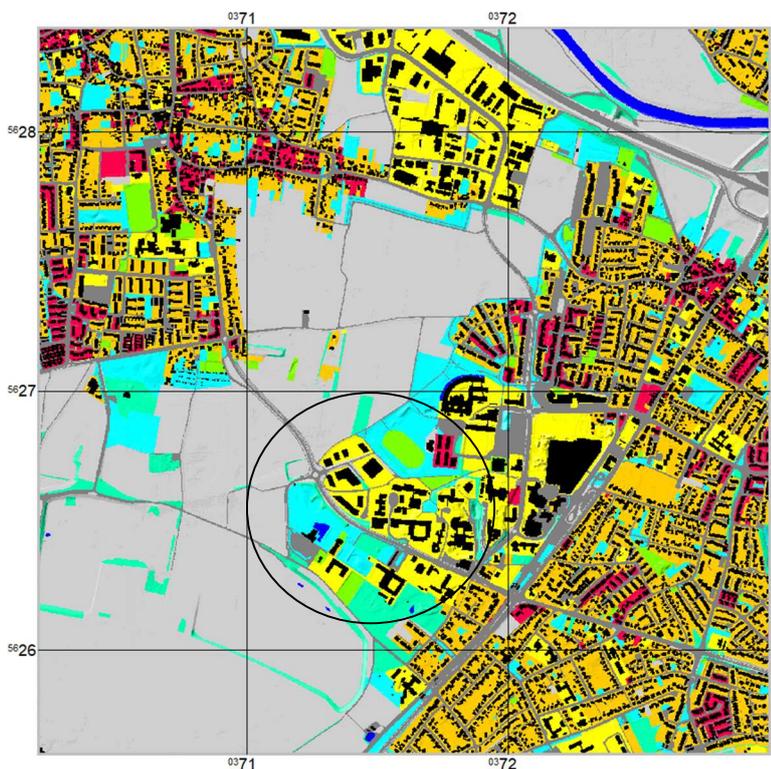


Untersuchungsgebiet
 „Wissenschafts- und Gründer-
 park“ in Sankt Augustin

Flächennutzungen
 und Gebäude
 im IST-Zustand

- 1 Siedlung (dicht)
- 2 Siedlung (locker)
- 3 Wald
- 4 halb versiegelte Fläche
- 5 Kernstadt
- 6 Park
- 7 unversiegelte Freiflächen
- 8 versiegelte Flächen
- 9 Wasser
- Einzelgebäude

Abb. 4 Landnutzungsklassen und Gebäudestruktur in einer 2,8 km x 2,8 km Umgebung des Untersuchungsgebietes „Wissenschafts- und Gründerpark“ für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im IST-Zustand



Untersuchungsgebiet
 „Wissenschafts- und Gründer-
 park“ in Sankt Augustin

Flächennutzungen
 und Gebäude
 im Plan-Szenario

- 1 Siedlung (dicht)
- 2 Siedlung (locker)
- 3 Wald
- 4 halb versiegelte Fläche
- 5 Kernstadt
- 6 Park
- 7 unversiegelte Freiflächen
- 8 versiegelte Flächen
- 9 Wasser
- Einzelgebäude

Abb. 5 Landnutzungsklassen und Gebäudestruktur in einer 2,8 km x 2,8 km Umgebung des Untersuchungsgebietes „Wissenschafts- und Gründerpark“ für die Kaltluftsimulations-Eingabedatei im Plan-Szenario

2.2 ERGEBNISSE DER KALTLUFTSIMULATIONEN FÜR IST UND PLAN

Zur Verdeutlichung des Kaltluftgeschehens innerhalb und im Umfeld des Untersuchungsgebietes werden im Folgenden die simulierte Kaltluftmächtigkeiten und die Kaltluftbewegungen vier Stunden nach Sonnenuntergang für den IST-Zustand und für das Plan-Szenario dargestellt. Die Kaltluftverteilung über dem Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark Sankt Augustin“ ist in den Karten zur Kaltluftmächtigkeit visualisiert, die die Schichtmächtigkeit nach vier Stunden Kaltluftbildung (Abb. 6 und 7) infolge ungehinderter nächtlicher Kaltluftentwicklung bei autochthonen Wetterlagen, d.h. bei Strahlungswetter (wolkenfrei und windstill), zeigen. Dargestellt in den Ergebniskarten für eine typische Sommernacht sind die Höhen der angestauten Kaltluft in verschiedenen Blautönen und die Fließrichtungen und -geschwindigkeiten der Kaltluft mittels roter Pfeile. Die Kaltluft sammelt sich entsprechend der Geländeneigungen in tieferen Lagen und dringt in die Randbereiche der bebauten Flächen ein. Hier wird die zugeführte kalte Luft schnell erwärmt und die Kaltluftschicht löst sich auf.

Die Hauptzufuhr der Kaltluft erfolgt von Südwest nach Nordost über die Freiflächen zwischen den Stadtteilen Sankt Augustin-Ort und Menden. Die höchsten Mächtigkeiten werden mit rund 25 m Kaltluftdicke über den tieferliegenden Freilandbereichen der Hangelarer Heide nördlich des Flughafens Bonn-Hangelar erreicht. Von dort fließt die Kaltluft größtenteils nach Nordosten Richtung Siegaue. Im Bereich von Mülldorf kommt es durch Heranrücken der Bebauungen zu einer Verengung der Freifläche. Durch diese Kanalisierung des Kaltluftstroms erhöht sich hier die Geschwindigkeit deutlich. An den Rändern der Freiflächen dringt Kaltluft sowohl nach Norden wie auch nach Süden in die bebauten Bereiche hinein. Damit profitieren die südöstlichen Bereiche von Menden, das Gewerbegebiet nördlich der Siegburger Straße, Mülldorf und der östliche Rand von Sankt Augustin-Ort von der kühlenden Wirkung der zufließenden Kaltluft.

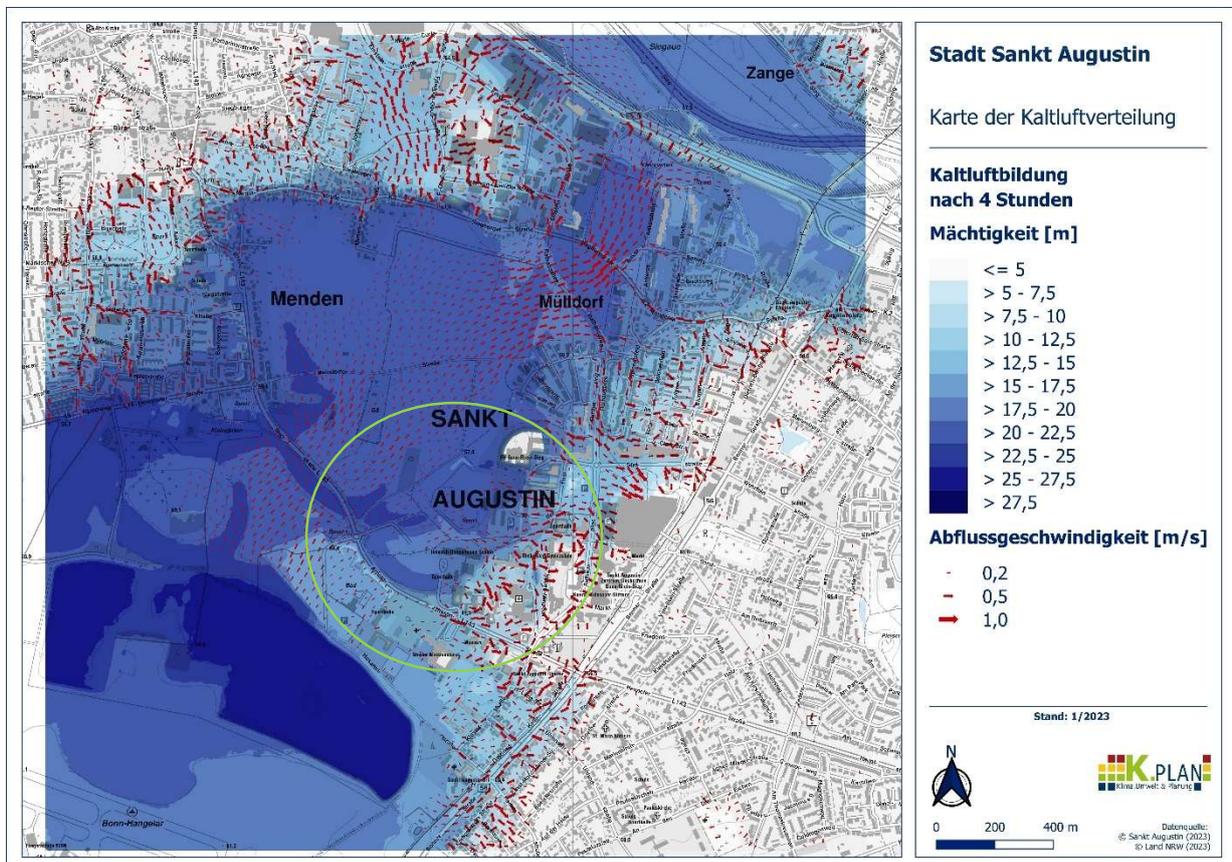


Abb. 6 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ im IST-Zustand, Kaltluflhöhe 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Auf der im IST-Zustand (Abb. 6) vorhandenen Freifläche des Plangebietes „Wissenschafts- und Gründerpark“ liegt eine knapp 20 m dicke Kaltluftschicht. Die Kaltluft fließt zwischen Planfläche und Sportplatz nach Osten in die Bestandsbebauung hinein. Hier wird die Luft schnell erwärmt und die Mächtigkeit der Kaltluftschicht nimmt ab. Östlich der Bonner Straße ist kaum noch Kaltluft nachweisbar.

Im Plan-Szenario (Abb. 7) bleibt die Mächtigkeit der Kaltluft auf der Planfläche fast unverändert bei rund 15 m Höhe. Direkt östlich der neu hinzugefügten Bauungen geht die Kaltfluthöhe um wenige Meter zurück. Der Kaltluftfluss über die Planfläche hat sich aufgrund der Gebäudehindernisse leicht verändert, es fließt etwas weniger Kaltluft mit dem Hauptstrom nach Nordosten über die Fläche. Insgesamt ist die Kaltluftdynamik in die weitere Umgebung hinein aber kaum verändert.

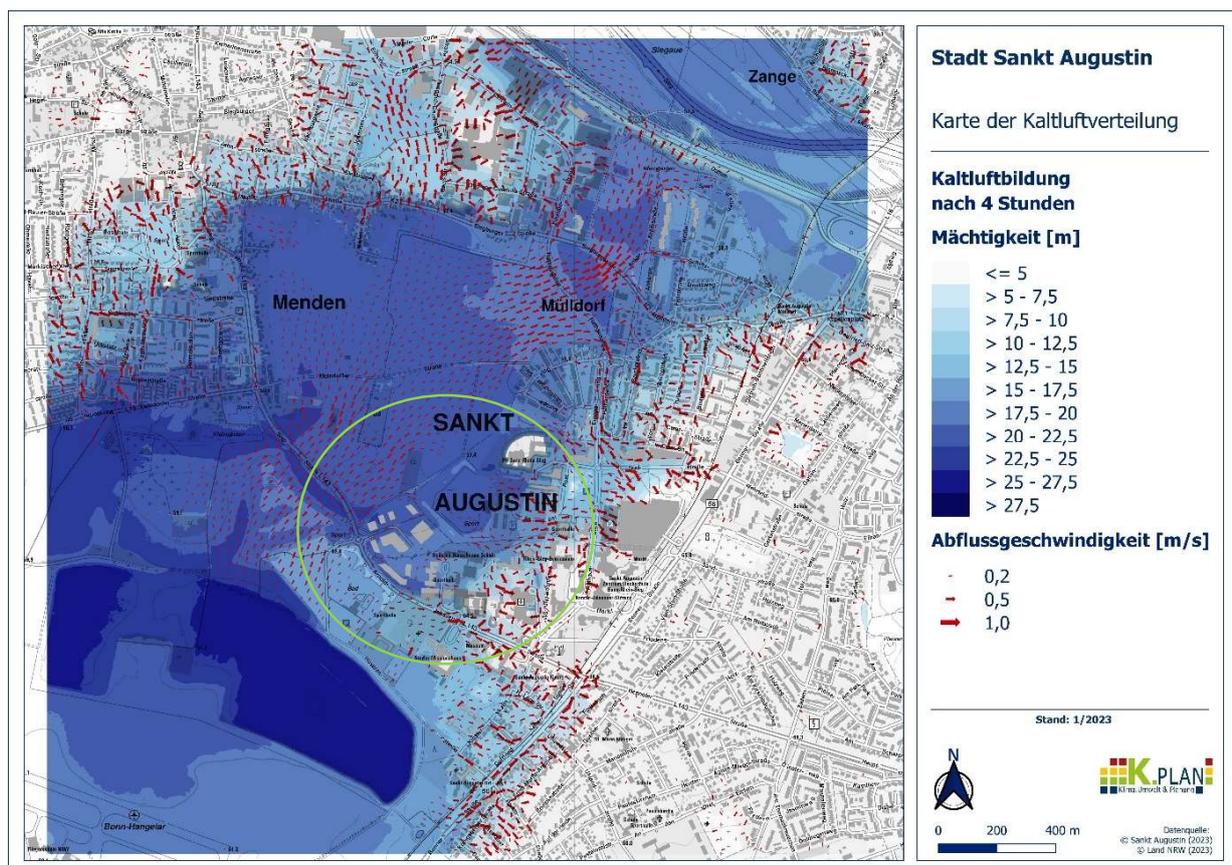


Abb. 7 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ im Plan-Szenario, Kaltfluthöhe 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Wichtig ist die genaue Betrachtung des Eindringens der Kaltluft in die bebauten Randbereiche. Hier können die Unterschiede besser über Differenzkarten sichtbar gemacht werden. Abbildung 8 zeigt die Veränderungen der Kaltluftmächtigkeit im Plan-Szenario im Vergleich zum IST-Zustand. Deutlich ist der Rückgang der Mächtigkeit der Kaltluftschicht in der Bebauung direkt östlich der Neubebauungen zu erkennen (gelber Bereich in der Abb. 8). Die Kaltluftschicht wies hier im IST-Zustand schon nur eine sehr geringe Mächtigkeit auf. Aufgrund des durch die neu geplanten Bauungen längeren Wegs der Kaltluft vom Freiland durch bebauten Bereiche geht die Reichweite um rund 100 m zurück. Als Folge des Rückgangs der Überströmung der Planfläche nach Nordosten sind auch die Kaltlufttränder in der Bebauung von Menden und Mülldorf ganz leicht von einem Rückgang der Kaltluftreichweite um wenige Meter betroffen. In der weiteren Bestandsbebauung gibt es nur sehr geringe Veränderungen in der Kaltfluthöhe.

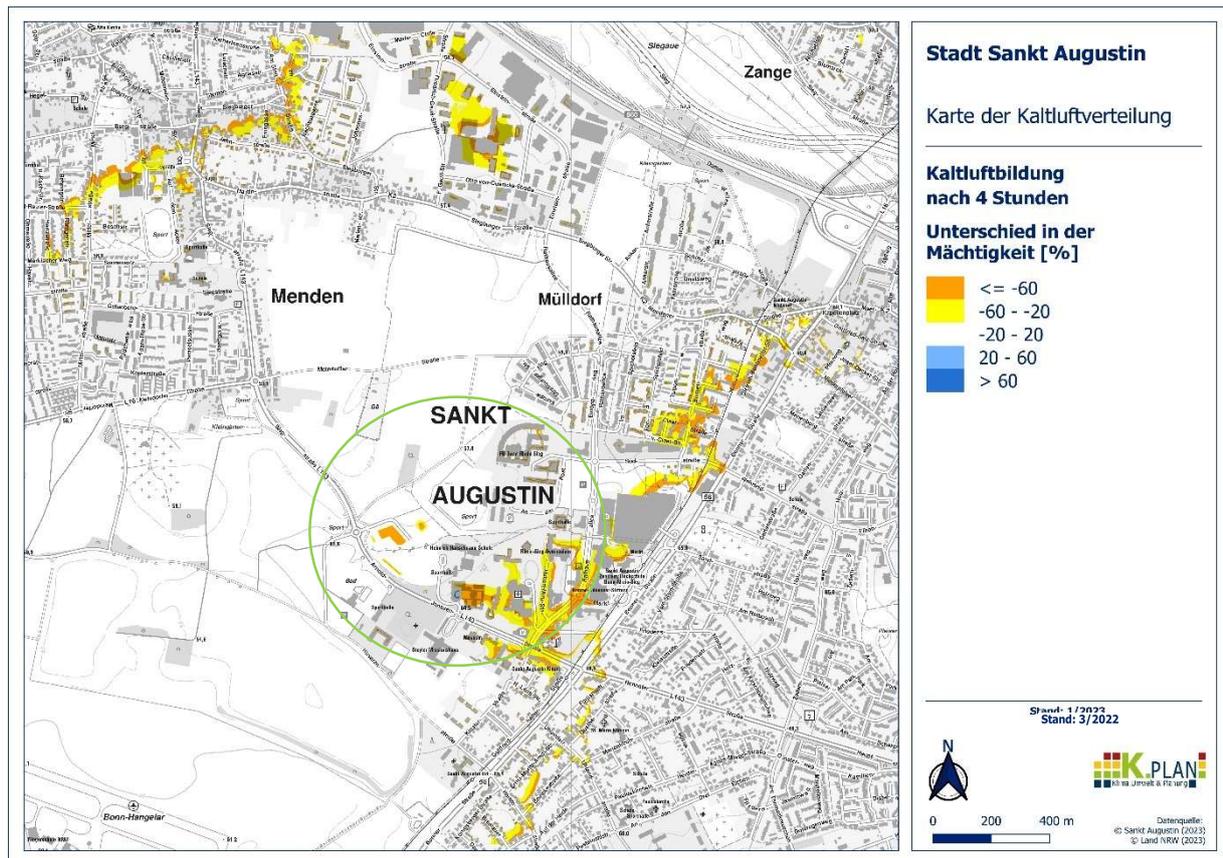


Abb. 8 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“: Kaltfluthöhe Plan-Szenario minus IST-Zustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Zur Quantifizierung von Kaltluftabflüssen wird in der Regel der Kaltluftvolumenstrom herangezogen. Der Kaltluftvolumenstrom ist das Produkt aus der mittleren Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Kaltluftsäule sowie der Kaltluftschichtdicke und gibt an, wie viel Kaltluft in einer definierten Zeit (z. B. 1 s) durch einen 1 m breiten Querschnitt strömt. Der Kaltluftvolumenstrom ist somit für die Messung, die Bewertung und die Modellrechnung sehr gut geeignet. Anhand der Karten zum Kaltluftvolumenstrom (Abb. 9 für den IST-Zustand und Abb. 10 für das Plan-Szenario) lassen sich Luftleitbahnen im Untersuchungsgebiet deutlich ausweisen. Die Karten zu den Volumenströmen zeigen ein deutlich differenzierteres Bild als die reinen Kaltluftmächtigkeiten. So werden konkrete Kaltluftabflusslinien und Luftleitbahnen für die Stadt erkennbar. Die Verbindungen zwischen den Kaltluftentstehungsgebieten, beispielsweise große Freiflächen, und den Wirkgebieten der Kaltluft werden durch die Darstellung des Kaltluftvolumenstroms sichtbar.

In den beiden Modellrechenergebnissen wird die aus dem Bereich des Freilandes von Südwesten ausfließende und in den Gebäudebestand nach Norden, Osten und Süden eindringende Kaltluft deutlich. Die stärksten Kaltluftströme treten in der Verengung des Freilandes bei Mülldorf auf. Die Kaltluftvolumenströme innerhalb der Bebauungen sind deutlich anhand der dunkelblauen Farben zu erkennen und nutzen häufig die Straßen als Kaltluftbahnen. Im IST-Zustand (Abb. 9) fließen die relevanten Kaltluftströme in der Umgebung der Planfläche des Wissenschafts- und Gründerparks zum einen über die Arnold-Janssen-Straße nach Osten. Dieser Kaltluftstrom wird zum Teil über die Kaltluft aus den südlich der Straße gelegenen Flächen angetrieben. Der zweite Kaltluftstrom in die Bestandbebauung hinein liegt nördlich zwischen Planfläche und Sportplatz. Dieser verzweigt sich hinter der Heinrich-Hanselmann-Schule und reicht auch im IST-Zustand nicht bis zur Bonner Straße.

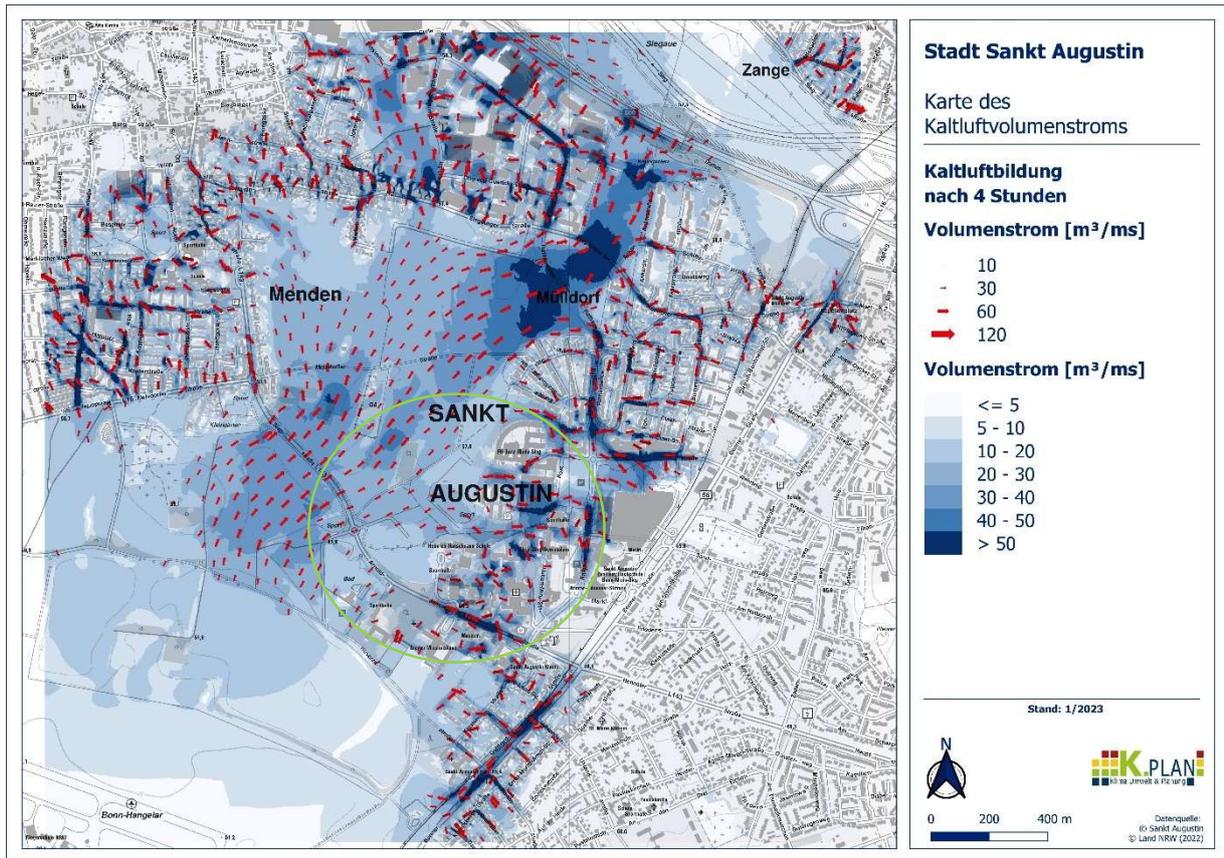


Abb. 9 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ im IST-Zustand, Volumenstrom 4 Stunden nach Sonnenuntergang

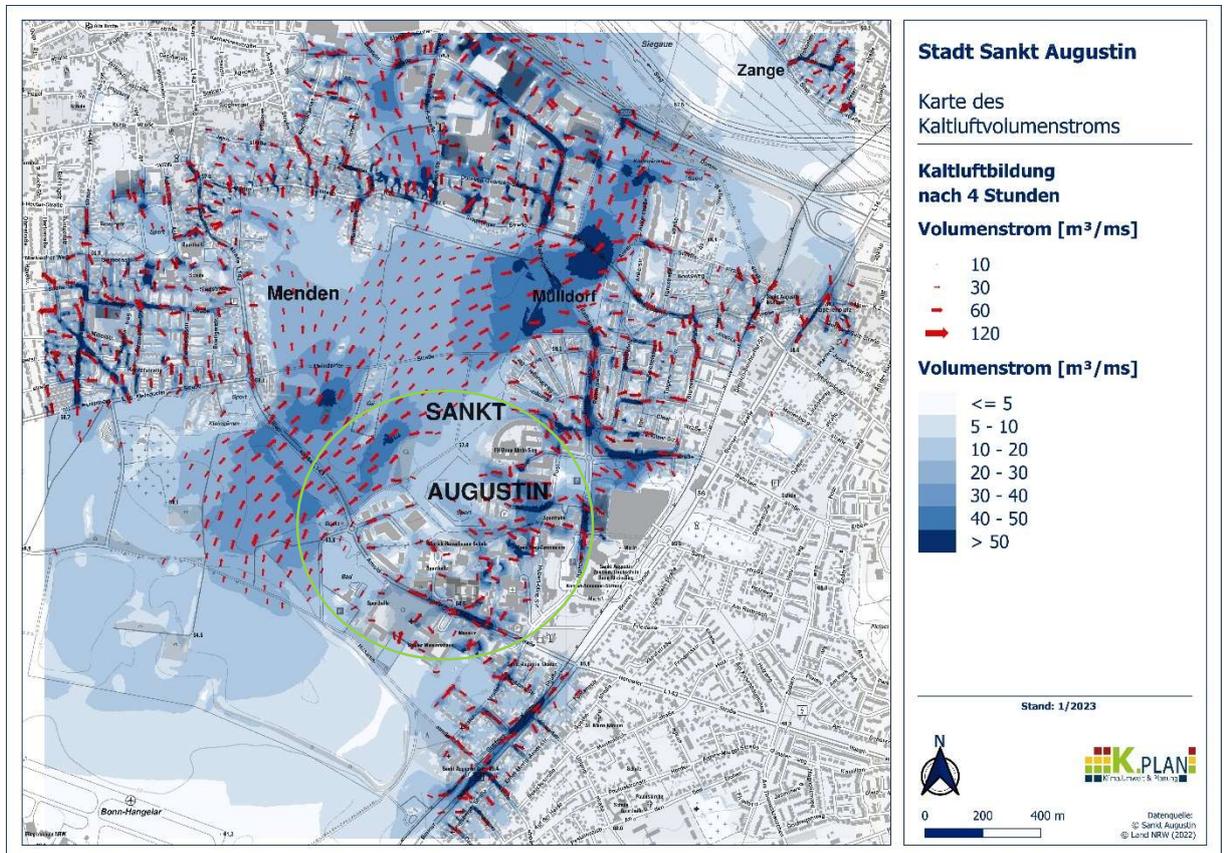


Abb. 10 Ergebnis der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ im Plan-Szenario, Volumenstrom 4 Stunden nach Sonnenuntergang

Im Plan-Szenario werden diese Kaltluftvolumenströme schwächer und kürzer. Auf der Planfläche selbst zeigt sich durch die Ausprägung der Kaltluftvolumenströme ein Abbild der Straßenverläufe. Diese werden als Kaltluftbahnen genutzt und sorgen für eine gute Durchströmbarkeit des neuen Quartiers. Die neu geplante Bebauung erzeugen keine Riegelwirkung für den Kaltluftzufluss. Es ist kein Aufstauen der Kaltluft vor der Neubebauung zu erkennen.

Deutlicher werden die Unterschiede wieder bei der Betrachtung der Differenzen-Karte „Plan-Szenario minus IST-Zustand“ (Abb. 11). Die Volumenströme ändern sich im Plan-Szenario nur kleinräumig. Durch Kanalisierungen entlang der Straßen im Neubaugebiet und anschließend weiter im Bestand verstärken sich die Kaltluftströme am Übergang zwischen Neubestand und Freiland (blaue Bereiche in der Abb. 11). Das ist positiv für die Belüftung innerhalb der Neuplanungen. Dadurch steht aber dem Kaltluftfluss nach Osten etwas weniger Volumen zur Verfügung. Die Volumenströme im weiteren Verlauf nach Osten und Nordosten gehen leicht zurück. Auch im Bereich von Menden nimmt die Reichweite der Kaltluftvolumenströme rein rechnerisch etwas ab. Die betroffenen Bereiche sind aber nur wenige Meter breit und schon im IST-Zustand kaum noch mit Kaltluft versorgt. Im Gewerbegebiet nördlich der Siegburger Straße und in Mülldorf sind ebenfalls nur geringe Bereiche von einer Veränderung betroffen. Durch die leichte Veränderung des großräumigen Kaltluftsystems aufgrund der Bebauung einer randlichen Freifläche verändern die Volumenströme leicht ihre Richtung und Intensität. Im Gewerbegebiet und in Mülldorf kommt es als Ergebnis sowohl zu leichten Zunahmen (blaue Bereiche in der Abb. 11) wie auch zu Abnahmen der Kaltluftzufuhr.

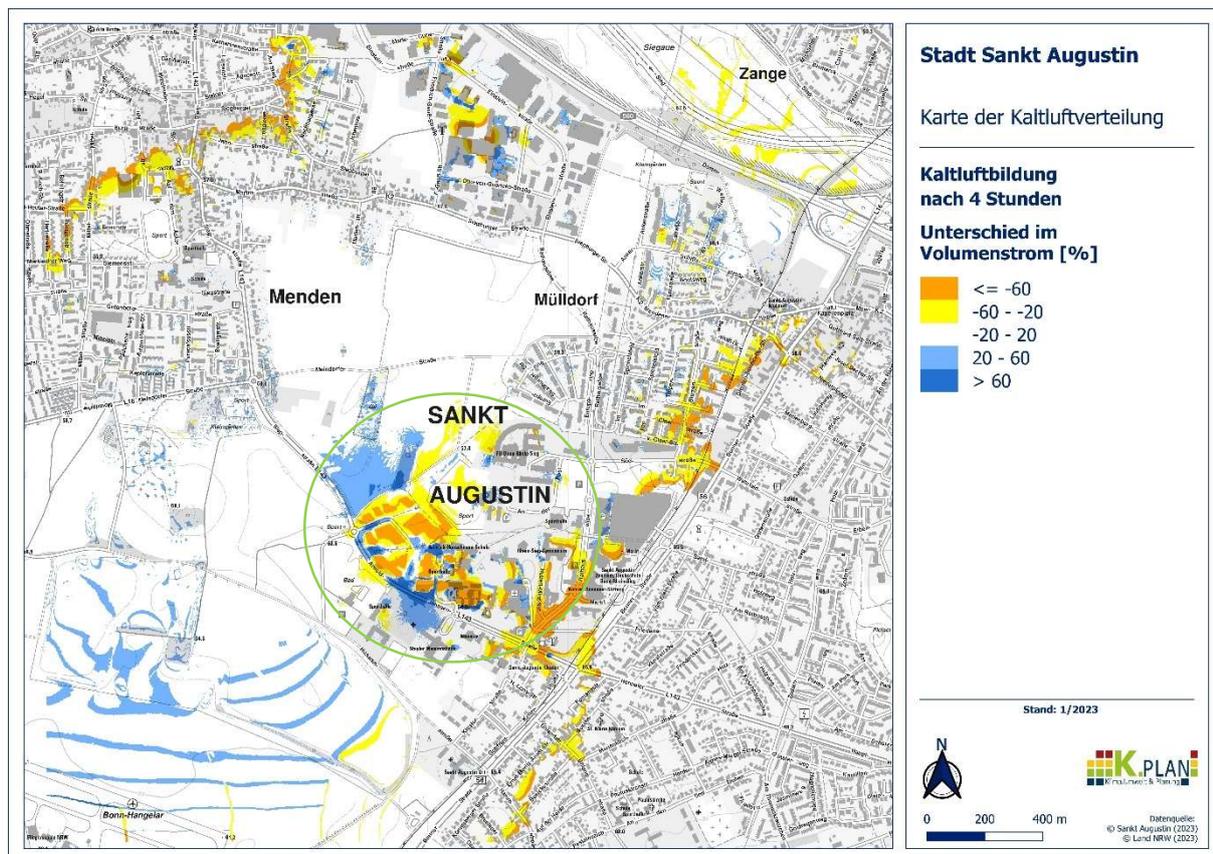


Abb. 11 Vergleich der Ergebnisse der Kaltluftsimulation für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“: Volumenstrom Plan-Szenario minus IST-Zustand 4 Stunden nach Sonnenuntergang

2.3 FAZIT AUS DEN KALTLUFTSIMULATIONEN

Das Kaltluftsystem in der weiteren Umgebung des Untersuchungsgebietes „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin ändert sich durch die Neuplanungen nur sehr geringfügig. Der Haupt-Kaltluftstrom verläuft über die Freiflächen zwischen Sankt Augustin-Ort und Menden von Südwesten nach Nordosten. Damit spielt die Freifläche des Plangebietes im IST-Zustand nur eine sehr geringe randliche Rolle für das Kaltluftsystem. Die Bestandsbebauungen in Sankt-Augustin-Ort werden überwiegend aus dem Hauptkaltluftstrom von nach Osten abbiegenden Kaltluftflüssen aus der Hangelarer Heide und über den Bereich des Sportplatzes nördlich des Plangebietes mit Kaltluft versorgt. Der Wegfall der Freifläche im Plan-Szenario hat für das großräumige Kaltluftgeschehen und damit die Kühlung von Bereichen in Menden und Mülldorf keine merklichen Auswirkungen.

Lediglich direkt im Umfeld des Plangebietes kommt es zu einigen spürbaren Änderungen in der Intensität und der Reichweite der Kaltluftströme. Der Kaltluftstrom am Nordwestrand der neuen Bebauungen verstärkt sich leicht und reicht damit etwas weiter nach Norden nach Mülldorf in den Bestand hinein. Das neu geplante Quartier erzeugt keine Riegelwirkung für die von Südwesten zufließende Kaltluft. Dies würde sich auch nicht verändern, wenn zusätzlich die Optionsfläche für den Erweiterungsbau des DLR bebaut würde. Der Bereich des Wissenschafts- und Gründerparks wird gut mit Kaltluft versorgt und leitet die Kaltluftvolumenströme auch weiter nach Osten in die Bestandsbebauung hinein. Die Erwärmung der durchfließenden Kaltluft durch den neuen Gebäudebereich führt aber zu einem Rückgang der Kaltluflhöhe und der Reichweite der Kaltluftvolumenströme im westlichen Randbereich von Sankt Augustin-Ort. Hievon betroffen sind aber nur sehr eng begrenzte Bereiche wie der Straßenraum der Rathausallee und die ausreichend durchgrüntes Viertel der Von-Claer-Straße. Hier kommt aber schon im IST-Zustand nur noch sehr wenig Kaltluft an. Die Neubebauung führt zu einem längeren Weg der Kaltluft durch bebaute Bereiche, die die Kaltluft langsam erwärmen, und damit zu einer maximal 100 m geringeren Reichweite der Kaltluft in die Bestandsbebauung hinein.

3. MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“

Um eine Beurteilung der klimatischen Auswirkungen von Bauvorhaben zu ermöglichen, ist der Einsatz eines mikroskaligen Klimamodells erforderlich. Hierzu wird das Modell ENVI-met eingesetzt (ENVI-met Website: www.envi-met.com, ENVI-met GmbH). ENVI-met ist ein dreidimensionales prognostisches numerisches Strömungs-Energiebilanzmodell. Die physikalischen Grundlagen basieren auf den Gesetzen der Strömungsmechanik, der Thermodynamik und der Atmosphärenphysik. Das Modell dient zur Simulation der Wind-, Temperatur- und Feuchteverteilung in städtischen Strukturen. Es werden Parameter wie Gebäudeoberflächen, Bodenversiegelungsgrad, Bodeneigenschaften, Vegetation und Sonneneinstrahlung einbezogen. Durch die Wechselwirkungen von Sonne und Schatten sowie die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Materialien (spezifische Wärme, Reflexionseigenschaften, ...) entwickeln sich im Laufe eines simulierten Tages unterschiedliche Oberflächentemperaturen, die ihrerseits in Abhängigkeit vom Windfeld ihre Wärme mehr oder minder stark an die Luft abgeben.

ENVI-met versetzt Planer in die Lage, die klimatischen Auswirkungen von Bauvorhaben zu simulieren und mit dem Ist-Zustand zu vergleichen, ohne dass das untersuchte Gebiet bzw. die Planungsmaßnahmen in der Realität existieren müssen. Es gilt zu untersuchen, wie weit diese Veränderungen des Kleinklimas in die Umgebung hineinwirken. Hauptaugenmerk muss hierbei auf die möglichen Veränderungen der Luftströmungen und Aufheizungen der bebauten Flächen gelegt werden.

Simuliert wird jeweils ein sommerlicher Strahlungstag über 24 Stunden, um eine maximale Erwärmung im Modellgebiet zu erreichen. Neben der Gebäude-, Vegetations- und Oberflächenstruktur des Modellgebietes können meteorologische Parameter für eine mikroskalige Modellierung des Ist-Zustandes sowie des Planentwurfs festgelegt werden. Diese Werte entsprechen den typischen Ausgangsbedingungen einer sommerlichen Strahlungswetterlage mit Hitzebelastung. Sommerliche Strahlungstage sind in der Regel Schwachwindwetterlagen. Bei einer solchen Wetterlage treten lokalklimatische Effekte am deutlichsten hervor und die Auswirkungen der geplanten Bebauung auf das Kleinklima können gezeigt werden.

Im Folgenden werden die durchgeführten Modellrechnungen und deren Ergebnisse dargestellt. Die Kartierungen des Untersuchungsgebietes „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin wurde auf der Grundlage von zur Verfügung gestellten Plänen und Luftbildern durchgeführt. Im Detail erfolgte die Aufnahme der Bauwerksstrukturen (Form und Höhe), die Aufnahme der Straßen und Fußwege (Bodenbelag) sowie die Aufnahme der Vegetation – hauptsächlich Bäume (Gestalt und Höhe). Die aufgenommenen Daten wurden dann im nächsten Schritt in das Programm ENVI-met übertragen und dort für eine virtuelle Modellierung des Planszenarios verwendet.

Das Untersuchungsgebiet mit Umgebung ist in der Abbildung 12 dargestellt, das Plan-Szenario für das den in der Abbildung 13. Die Abbildungen 14 und 15 zeigen die daraus entwickelten Modelleingangsdaten für den IST-Zustand und das Plan-Szenario.



Abb. 12 Ausschnitt aus dem Luftbild (Quelle: Google) für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin (rot umrandet)



Abb. 13 Plan-Szenario für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin



Abb. 14 Envi-met Modell für die Berechnung der IST-Situation im Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin

- Gebäude
- Rasenflächen
- Büsche und Hecker
- Bäume

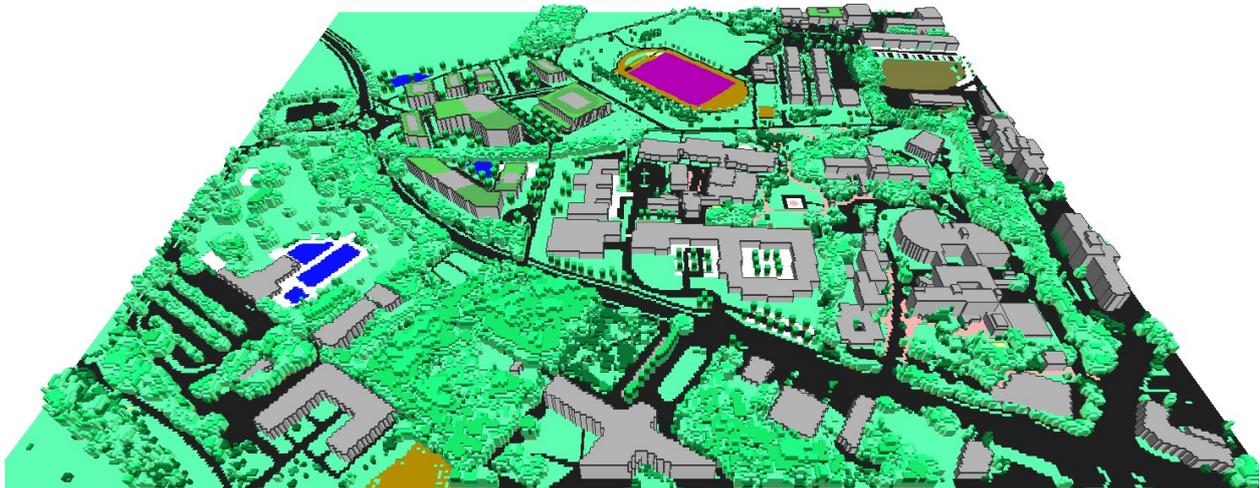


Abb. 15 Envi-met Modell für die Berechnung des Plan-Szenario im Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin

Mikroskalige Modellierungen für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“:

Für das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin wurden mikroskalige Modellrechnungen für eine detaillierte Analyse des lokalen Klimas durchgeführt. Dazu wurde der IST-Zustand mit der vorgesehenen Bebauung verglichen. Für die Erstellung der Modelle „IST“ und „Szenario“ wurden die Gebäude, die Vegetation und die Oberflächenbeläge in das Modell übertragen (Abb. 14 und 15). Die neuen Gebäude des Wissenschafts- und Gründerpark wurden mit 1/3 intensiver und 1/3 extensiver Dachbegrünung modelliert. Zusätzlich wurde der neue Planentwurf für die Frida-Kahlo-Schule integriert. Die neuen Bäume im Szenario sind 10m hoch, mit blattfreiem Stamm und mittlerer Kronendichte. Für die versiegelten Oberflächen wurde schwarzer Asphalt und grauer Betonpflasterstein verwendet. Um die möglichen Belastungen einer sommerlichen Hitzewetterlage betrachten zu können, wurde zum Modellstart eine hohe Lufttemperatur und ein schwacher Wind gewählt. Das Modell wurde entsprechend der Belüftungssituation und der möglichen Luftströmungen bei Hitzewetterlagen mit einer Anströmung aus Südwest gerechnet.

Modell-Varianten:	Modell-Parameter (Startzeit 6 Uhr MEZ)
<ul style="list-style-type: none"> • IST-Situation (IST-Situation im Untersuchungsgebiet und Umgebung) • Plan-Szenario (Plan-Szenario mit der vorgesehenen zusätzlichen Bebauung vom Bebauungsplan 112 und weiterer Bebauung) 	Lufttemperatur (2 m Höhe) : 19,8 °C Windgeschwindigkeit (10 m Höhe) : 1,2 m/s Windrichtung (10 m Höhe) : 225 Grad (aus Südwest) Größe des Untersuchungsgebietes: 812m x 692 m Modellgröße (Grid): x=406; y=346; z=25 Rasterauflösung: dx=2 m, dy=2 m, dz=2 m Simulationstag: sommerliches Strahlungswetter Simulationszeit: 24 Stunden (Tagesgang)

Fragestellungen

- Wie ist die mikroklimatische IST-Situation während einer sommerlichen Strahlungswetterlage im Untersuchungsgebiet zu beurteilen?
- Welche Auswirkungen können die im Plan vorgesehenen Veränderungen auf die Belüftungssituation in der Umgebung haben?
- Wie ändert sich die Hitzebelastung und die bioklimatische Belastung im Quartier und in der unmittelbaren Umgebung?

Analyse der Modellergebnisse

Es werden für die Tag- und für die Nachtsituation die Lufttemperaturen und die Windverhältnisse betrachtet. Die Ergebnisse des Plan-Szenarios werden im direkten Vergleich mit dem IST-Zustand durch die Berechnung der Differenzen für die Größen Windgeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen und Lufttemperaturen dargestellt. Ergänzend wird die bioklimatische Situation mit Hilfe von PMV-Werten untersucht.

Hierbei werden lokale Effekte und auch mögliche Wirkgebiete in angrenzenden Bereichen untersucht. Aus den berechneten Unterschieden der mikroklimatischen Ausprägungen der Modelle werden Rückschlüsse auf die Notwendigkeit von verschiedenen Anpassungsmaßnahmen gezogen.

3.1 MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“: BELÜFTUNG“

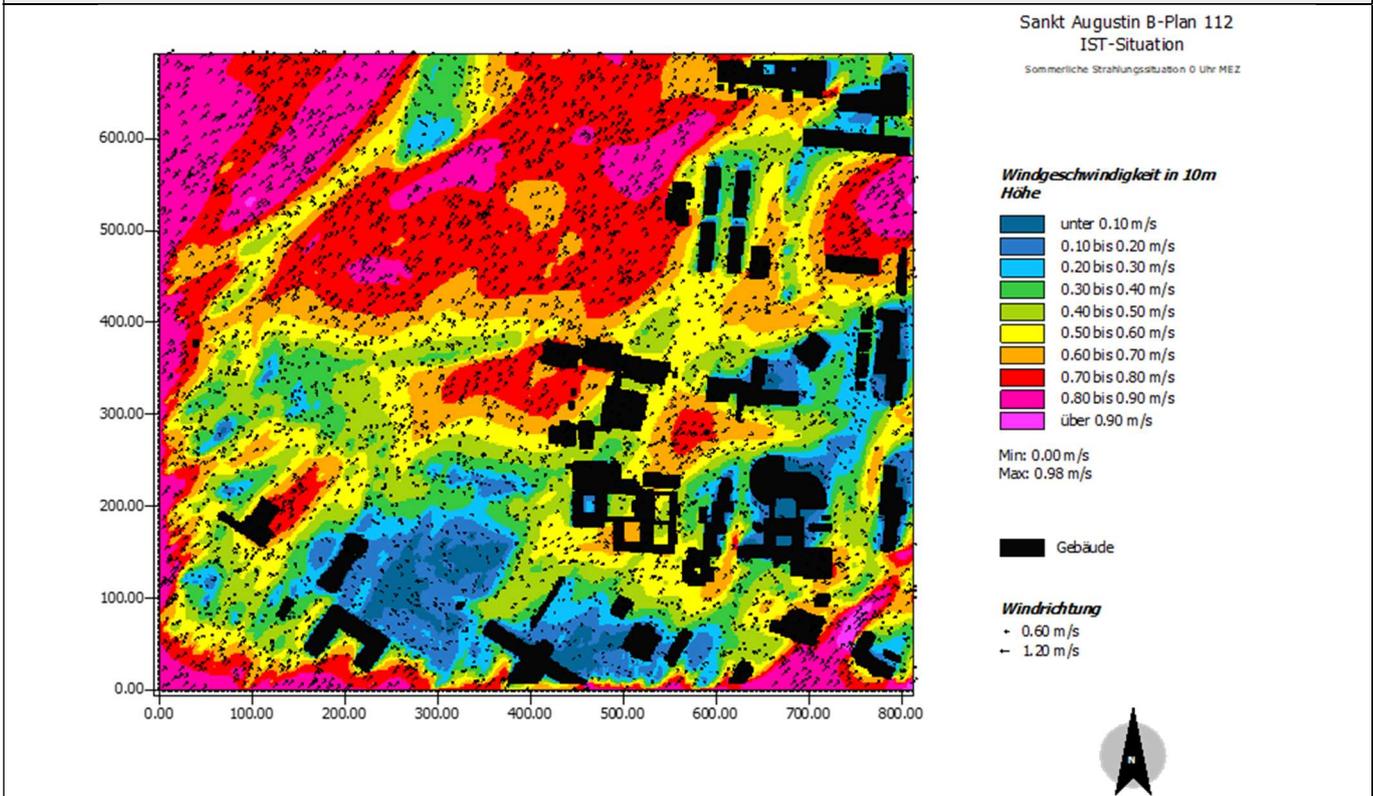


Abb. 16 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Nächtliche Windströmung bei Anströmung aus Südwest

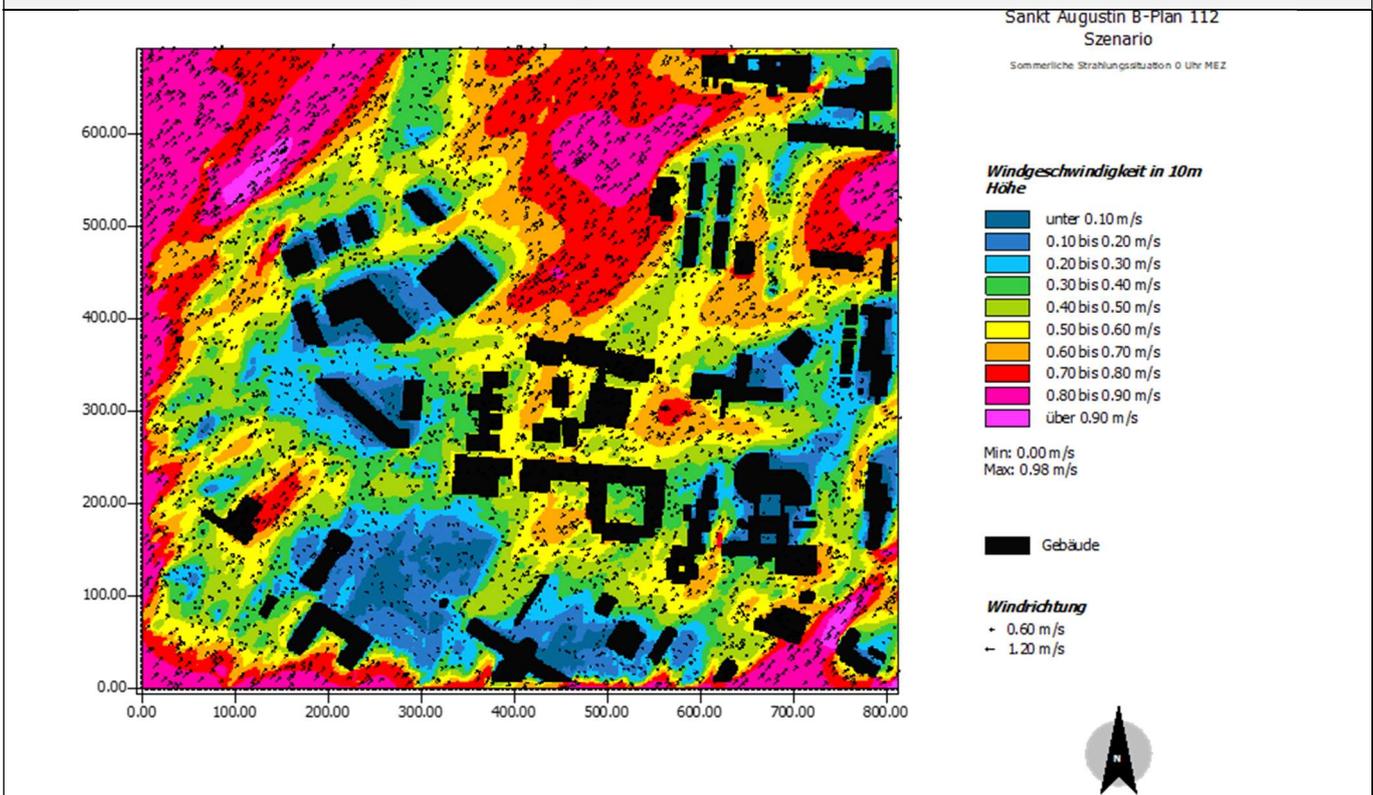


Abb. 17 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Plan-Szenario: Nächtliche Windströmung bei Anströmung aus Südwest

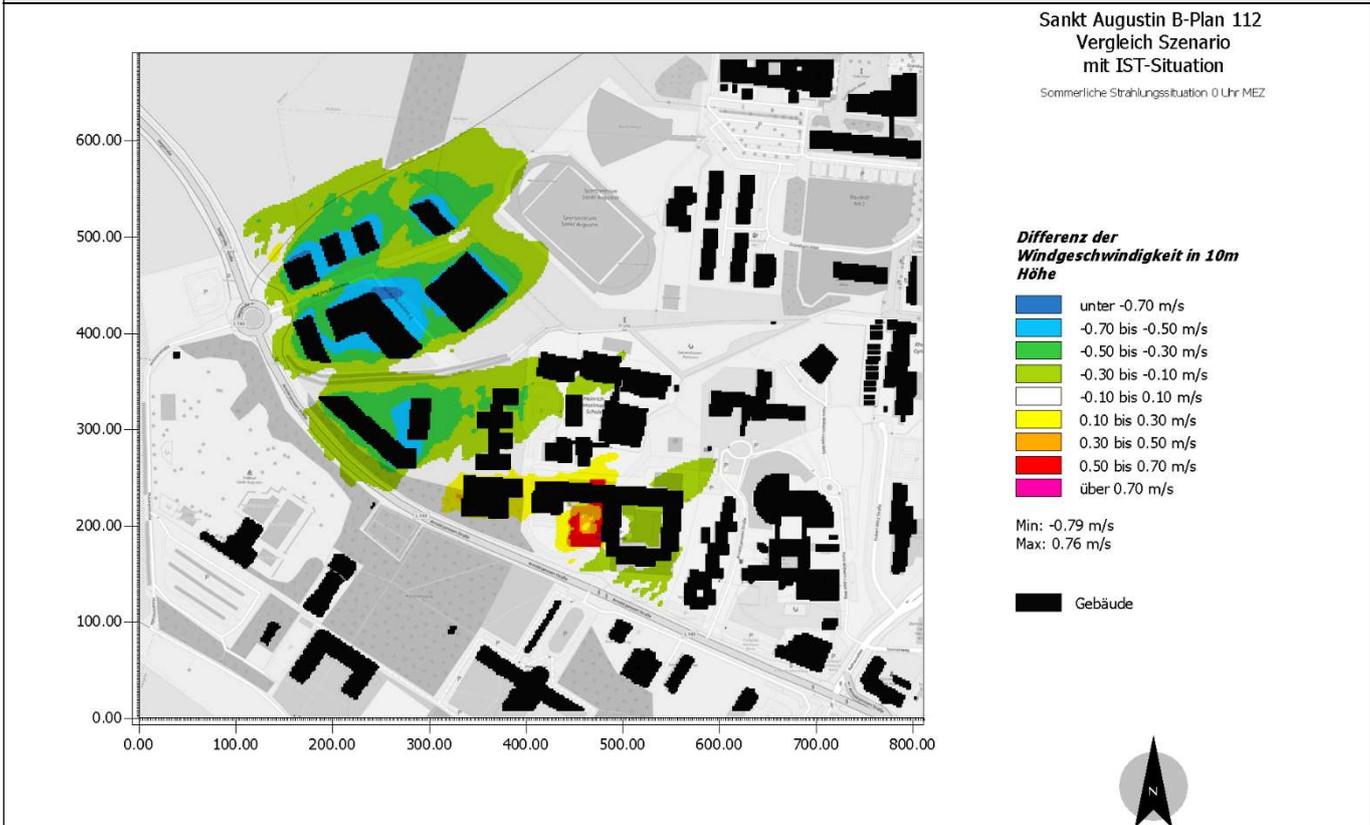
MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“: BELÜFTUNG“


Abb. 18 Differenzen der Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe: Plan-Szenario minus IST-Zustand bei Anströmung aus Südwest

Mikroklimatische Bewertung der Belüftungssituation

Während tagsüber die direkte Sonneneinstrahlung die größte Belastung für den Menschen darstellt, sind in der Nacht die Belüftung und die Absenkung der Lufttemperaturen die entscheidenden Faktoren zur Beurteilung der Hitzebelastung. Zur Beurteilung der Belüftung werden die Windströmungen um 0 Uhr MEZ in 10 m Höhe MEZ betrachtet. Das Quartier wird in der IST-Situation (Abb. 16) bei einem vorgegebenen Ausgangswind aus Südwest mit einer Geschwindigkeit von 1,2 m/s in 10 m Höhe während der Nacht im Bereich der großen Freiflächen gut durchlüftet. Über der Planfläche des Wissenschafts- und Gründerparks werden Windgeschwindigkeiten zwischen 0,4 m/s und ca. 1,0 m/s erreicht. Die nordwestlich gelegene Freifläche wird als Luftleitbahn mit rund 1,0 m/s gut durchlüftet. Innerhalb der Bestandsbebauung sind zwischen den Gebäuden mit 0,1 m/s (dunkelblau) bis zu 0,5 m/s (hellblau) weitgehend nur sehr geringe Windgeschwindigkeiten vorhanden (Asklepios Kinderklinik). Im Bereich zwischen Freibad und Steyler Missionare (Missionspriesterseminar) werden durch den dichten Baumbestand ebenfalls die Windgeschwindigkeiten auf 0,1 m/s bis 0,2 m/s verringert.

Durch die neue Bebauung im Szenario (Abb. 17) wird die Belüftung zwischen den Gebäuden auf der Planfläche des Wissenschafts- und Gründerparks reduziert. In diesem Bereich werden die Windgeschwindigkeiten um bis zu 0,8 m/s verringert (Differenzen siehe Abb. 18). Die Veränderungen reichen ca. 150 Meter bis zum Sportplatz und der angrenzenden Landstraße und bleiben damit lokal begrenzt. Die Funktion der Luftleitbahn über der nordwestlich gelegenen Freifläche wird bei einer Anströmung aus Südwest nicht beeinträchtigt. Die Verringerung der Windgeschwindigkeit an der Frida-Kahlo-Schule liegt bei ca. 0,3 m/s (grün). Bedingt durch den Rückbau werden hier einige Bereiche mit 0,1 bis 0,7 m/s (gelb bis violett) besser belüftet. Die Veränderungen der Windgeschwindigkeiten bleiben lokal begrenzt und haben keine relevanten Auswirkungen auf die angrenzende Bebauung.

3.2 MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“: THERMISCHE SITUATION

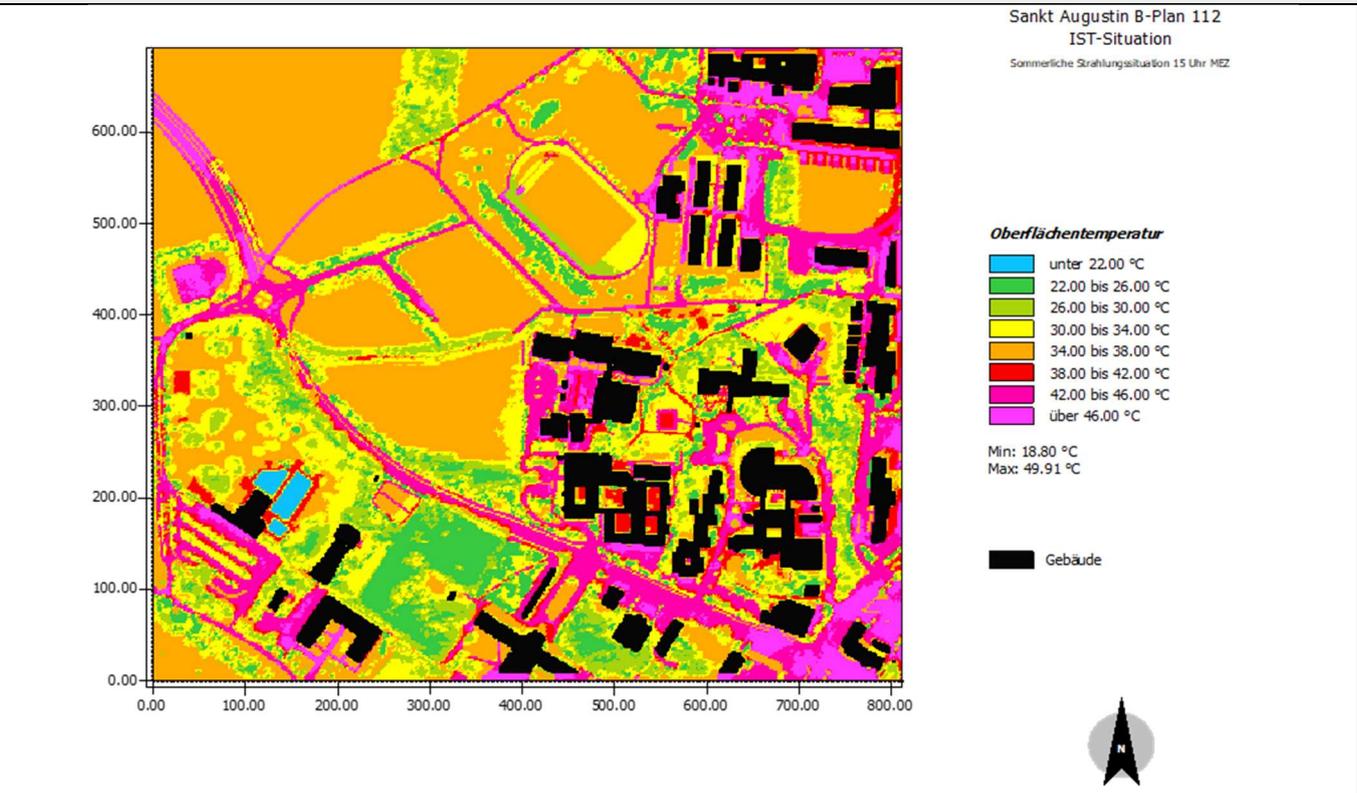


Abb. 19 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Oberflächentemperaturen um 15 Uhr

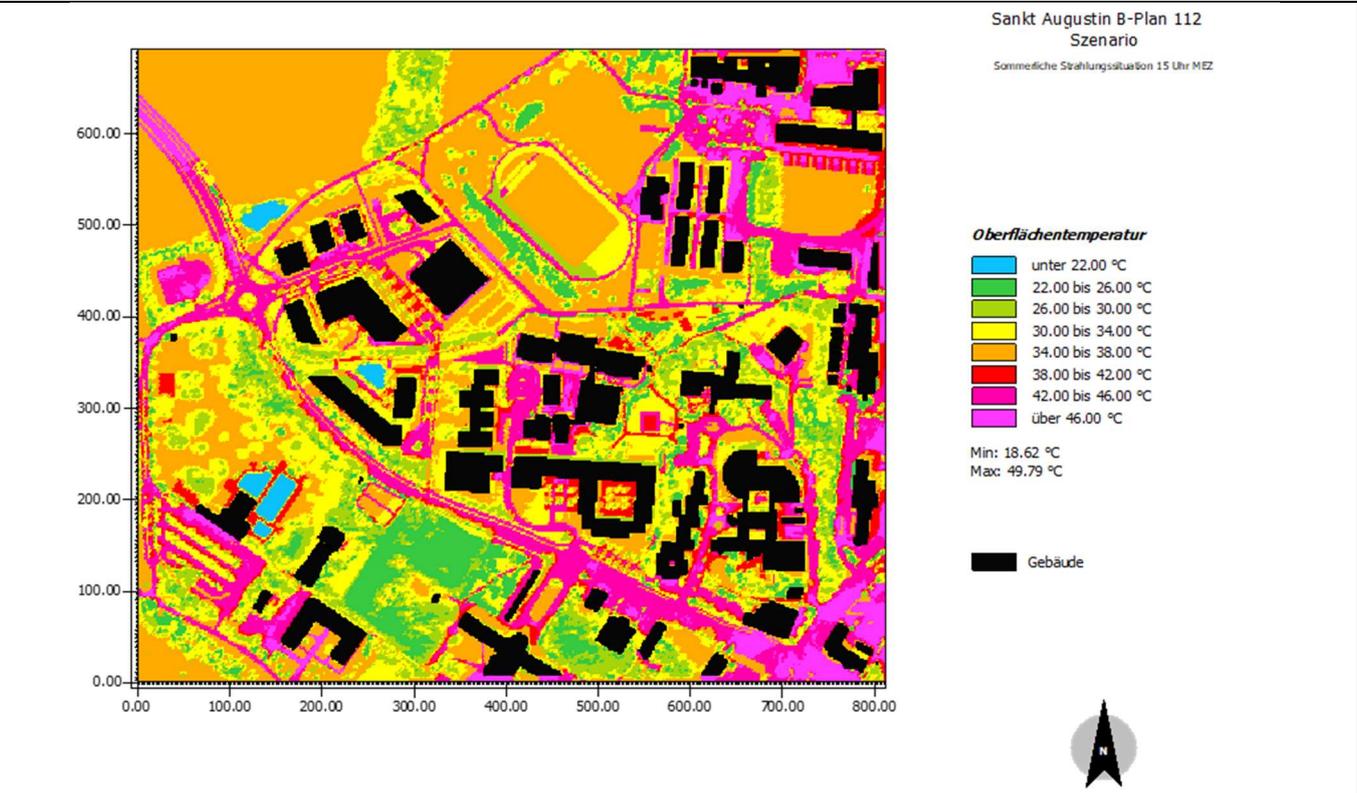
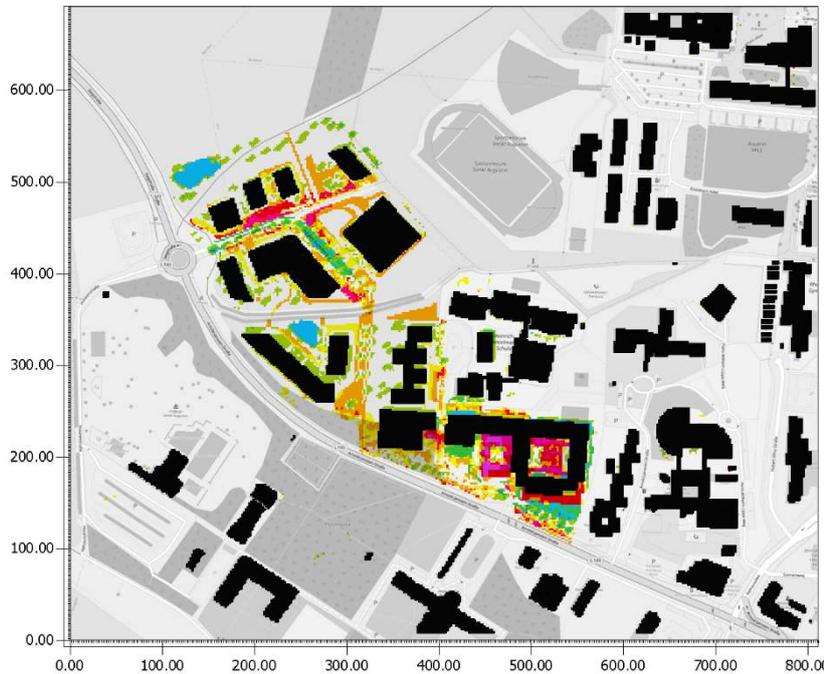


Abb. 20 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Plan-Szenario: Oberflächentemperaturen um 15 Uhr

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“:
 THERMISCHE SITUATION**

Sankt Augustin B-Plan 112
 Vergleich Szenario
 mit IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation: 15 Uhr MEZ



**Differenz der
 Oberflächentemperatur**

- unter -17.50 K
- 17.50 bis -12.50 K
- 12.50 bis -7.50 K
- 7.50 bis -2.50 K
- 2.50 bis 2.50 K
- 2.50 bis 7.50 K
- 7.50 bis 12.50 K
- 12.50 bis 17.50 K
- 17.50 bis 22.50 K
- über 22.50 K

Min: -20.59 K
 Max: 26.76 K

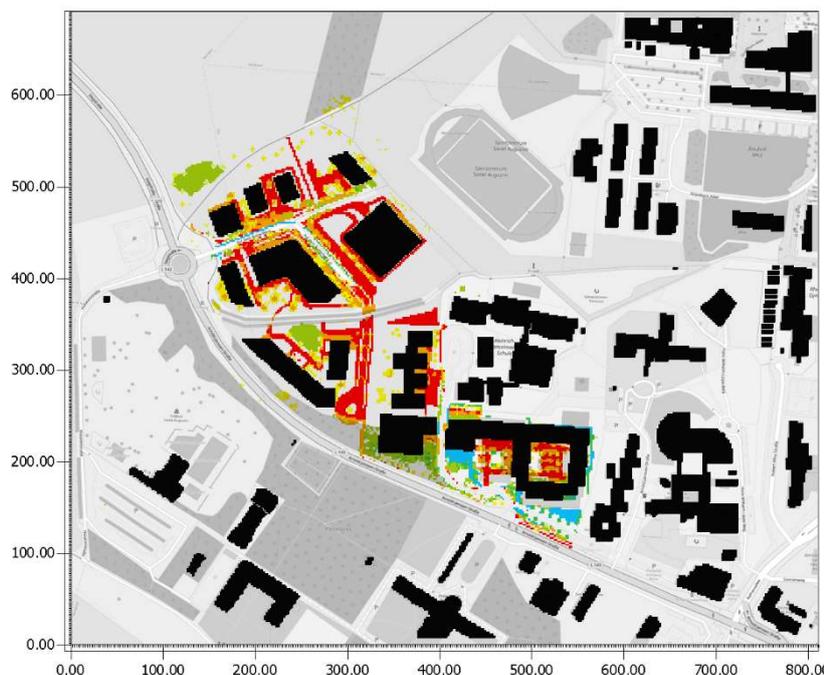
■ Gebäude



Abb. 21 Differenzen der Oberflächentemperaturen: Plan-Szenario minus IST-Zustand um 15 Uhr

Sankt Augustin B-Plan 112
 Vergleich Szenario
 mit IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation: 0 Uhr MEZ



**Differenz der
 Oberflächentemperatur**

- unter -5.00 K
- 5.00 bis -3.00 K
- 3.00 bis -1.00 K
- 1.00 bis 1.00 K
- 1.00 bis 3.00 K
- 3.00 bis 5.00 K
- 5.00 bis 7.00 K
- über 7.00 K

Min: -6.61 K
 Max: 7.13 K

■ Gebäude



Abb. 22 Differenzen der Oberflächentemperaturen: Plan-Szenario minus IST-Zustand um 0 Uhr

MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“: THERMISCHE SITUATION

Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Oberflächentemperaturen

Ausgangspunkt für eine mögliche Überwärmung eines Gebietes sind die Temperaturen der Oberflächen. Diese heizen sich je nach Material und Farbe tagsüber bei Sonneneinstrahlung mehr oder weniger stark auf und geben die Energie an die darüber liegenden Luftschichten ab. Unversiegelte, feuchte oder beschattete Flächen erreichen deutlich geringere Oberflächentemperaturen. Auf den asphaltierten Verkehrsflächen und den versiegelten Hinterhöfen erreichen die Oberflächentemperaturen während des Tages im IST-Zustand (Abb. 19) fast 50 °C. Durch Gebäude beschattete Flächen sind rund 10 Grad kühler und die Oberflächentemperaturen in den Bereichen mit ausgedehnter Vegetationsverschattung liegen zum Teil bei nur 22 °C. Das Niveau der Oberflächentemperaturen ist im Bereich der Planfläche aufgrund des geringen Anteils an Vegetation ohne Verschattung mit 34 °C bis 38 °C hoch, aber insgesamt geringer als im Straßenbereich.

Im Szenario (Abb. 20) lassen sich gut die neuen Verkehrswege erkennen, die gegenüber der Freilandsituation höhere Oberflächentemperaturen aufweisen. Im Vergleich zur IST-Situation erhöhen sich im Szenario um 15 Uhr MEZ (Abb. 21) die Oberflächentemperaturen auf den überschatteten Bereichen der neuen Verkehrswege zwischen 7 bis 20 Grad (orange bis violett). In den Bereichen mit Baumverschattung zwischen Mobilitätsstation und Versuchshalle verringern sich die Oberflächentemperaturen lokal begrenzt um 12 bis 17 Grad. Für einige Teilbereiche an der Frida-Kahlo-Schule sind deutliche Erwärmungen durch Gebäuderückbau sowie versiegelte Oberflächen erkennbar. In den Bereichen mit Baumverschattung liegen die Oberflächentemperaturen hier bei ca. 30 °C, auf den unbeschatteten Flächen jedoch um ca. 15 Grad höher (Abb. 21).

In der Nachtsituation (Abb. 22) bleiben die Oberflächentemperaturen der neuen versiegelten Flächen insbesondere im Bereich der Verkehrswege um bis zu 7 Grad erhöht. Die begrünten Flächen im Umfeld der Schule weisen teilweise um bis zu 5 Grad (hellblau) geringere Werte für die Oberflächentemperaturen im Vergleich zum IST-Zustand auf.

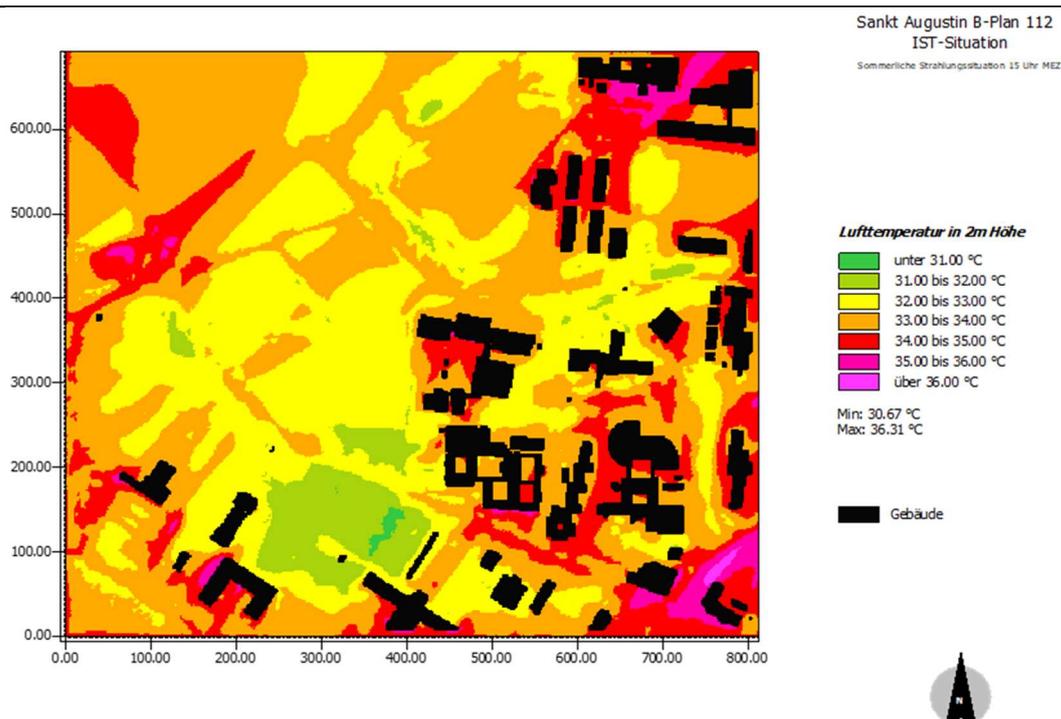
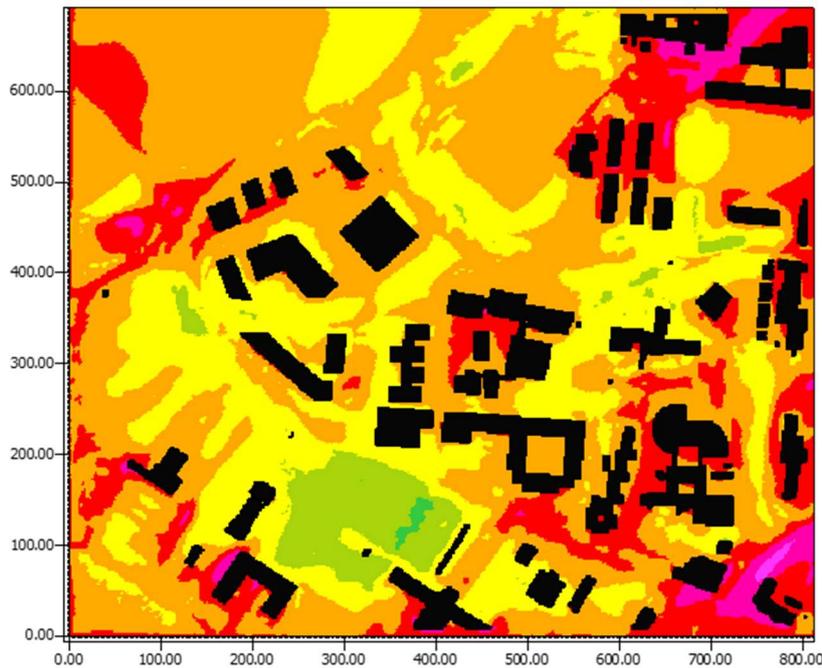


Abb. 23 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand:
Lufttemperaturen um 15 Uhr bei einer Anströmung aus Südwest

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“:
 THERMISCHE SITUATION**

Sankt Augustin B-Plan 112
 Szenario

Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



Lufttemperatur in 2m Höhe

- unter 31.00 °C
- 31.00 bis 32.00 °C
- 32.00 bis 33.00 °C
- 33.00 bis 34.00 °C
- 34.00 bis 35.00 °C
- 35.00 bis 36.00 °C
- über 36.00 °C

Min: 30.68 °C
 Max: 36.30 °C

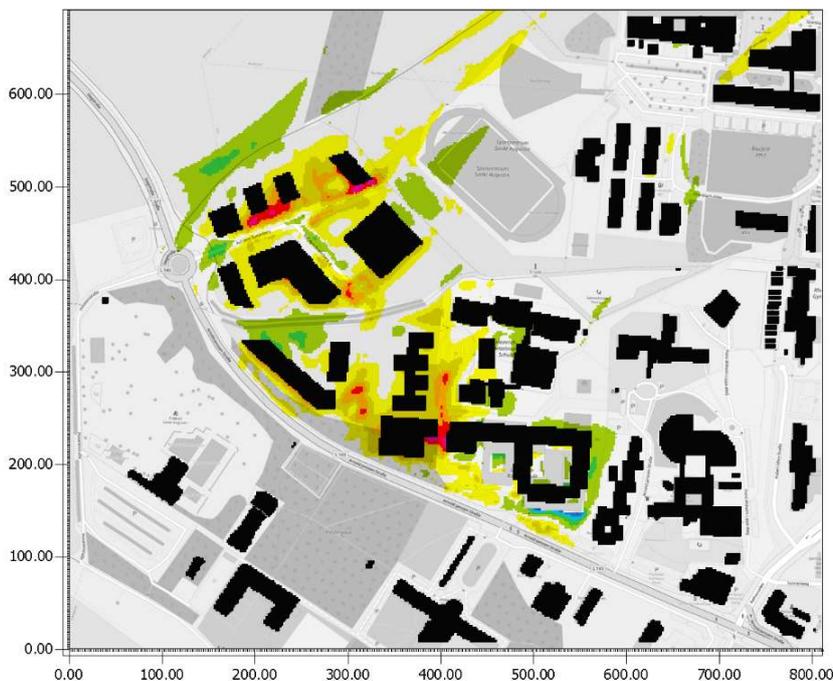
■ Gebäude



Abb. 24 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Plan-Szenario: Lufttemperaturen um 15 Uhr bei einer Anströmung aus NNE

Sankt Augustin B-Plan 112
 Vergleich Szenario
 mit IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



*Differenz der Lufttemperatur
 in 2m Höhe*

- unter -1.80 K
- 1.80 bis -1.40 K
- 1.40 bis -1.00 K
- 1.00 bis -0.60 K
- 0.60 bis -0.20 K
- 0.20 bis 0.20 K
- 0.20 bis 0.60 K
- 0.60 bis 1.00 K
- 1.00 bis 1.40 K
- 1.40 bis 1.80 K
- 1.80 bis 2.20 K
- über 2.20 K

Min: -2.00 K
 Max: 2.21 K

■ Gebäude

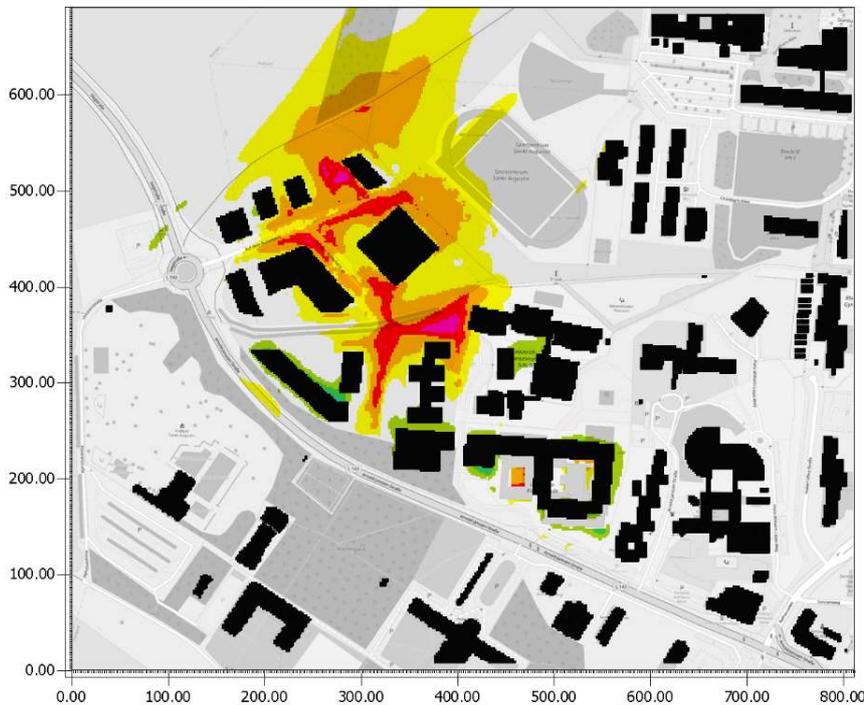


Abb. 25 Differenzen der Lufttemperaturen: Plan-Szenario minus IST-Zustand um 15 Uhr bei Anströmung aus Südwest

MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“: THERMISCHE SITUATION

Sankt Augustin B-Plan 112
Vergleich Szenario
mit IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 0 Uhr MEZ



**Differenz der Lufttemperatur
in 2m Höhe**



Min: -0.32 K
Max: 0.50 K

■ Gebäude



Abb. 26 Differenzen der Lufttemperaturen: Plan-Szenario minus IST-Zustand um 0 Uhr bei Anströmung aus Südwest

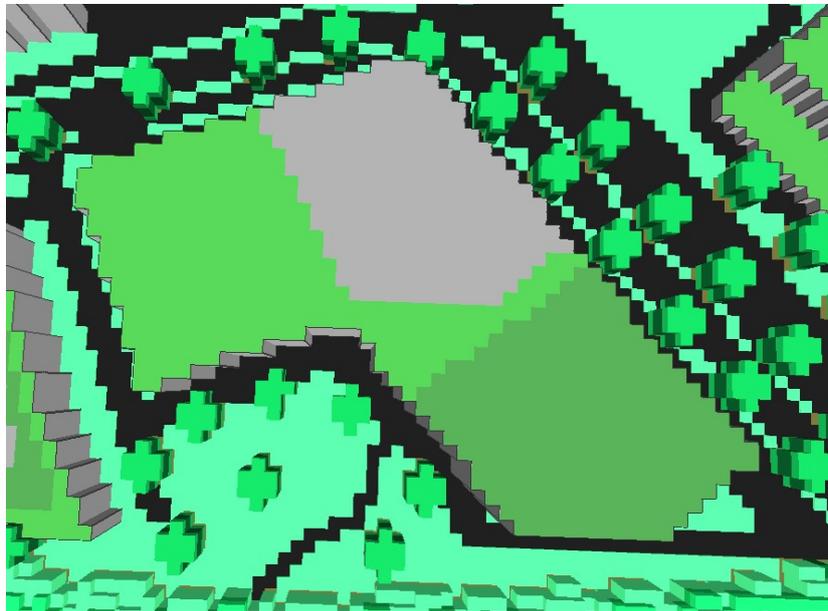
Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Lufttemperaturen

Das Zusammenspiel von Oberflächentemperaturen, Sonnenenergiespeicherung in den Materialien und Belüftung bildet die Grundlage für die Ausprägungen der Lufttemperaturen tagsüber und in der Nacht. Im Modellgebiet liegen die höchsten Werte für die Lufttemperaturen im IST-Zustand in 2 m Höhe an einem heißen Sommertag (Abb. 23) in den stark versiegelten Bereich der Rathausallee sowie auf dem Hochschulcampus bei bis zu 36 °C (violett). Tagsüber werden auch über unversiegelten Freiflächen durch die ungehinderte Sonneneinstrahlung hohe Lufttemperaturwerte erreicht. Im Plangebiet selbst liegen die Lufttemperaturen auf der meist besonnten Freifläche noch zwischen 32 °C und 34 °C.

Im Szenario (Abb. 24) ist eine Zunahme der Lufttemperaturen zwischen den neuen Gebäuden zu erkennen. An den Rändern zu Freiland, aber auch zwischen den Gebäuden ist eine heterogene Verteilung der Veränderungen erkennbar (Abb. 25). So sind einige Flächen mit einer Erhöhung der Lufttemperatur von 0,2 bis 2,0 Grad gekennzeichnet, kleinere Bereiche mit hoher Versiegelung am Wissenschafts- und Gründerpark sowie an der Zufahrt Hanselmannschule sind hier insbesondere betroffen (rot, violett). Erkennbar ist eine Verringerung der Lufttemperatur in einigen Bereichen um 0,2 bis 1,0 °C (grün) in der direkten Umgebung der neu geplanten Wasserflächen.

Für die Nachtsituation (Abb. 26) ist eine leichte Überwärmung um bis zu 0,5 Grad im Plangebiet feststellbar. Hier wirkt der hohe Versiegelungsgrad in Kombination mit der Bebauung stark dämpfend auf die nächtliche Abkühlung. Es ist eine Warmluftfahne Richtung Norden zu erkennen. Die im neuen Quartier tagsüber gebildete Wärme wird durch die Luftbewegung teilweise aus dem Plangebiet hinausgetragen.

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“:
 THERMISCHE SITUATION**

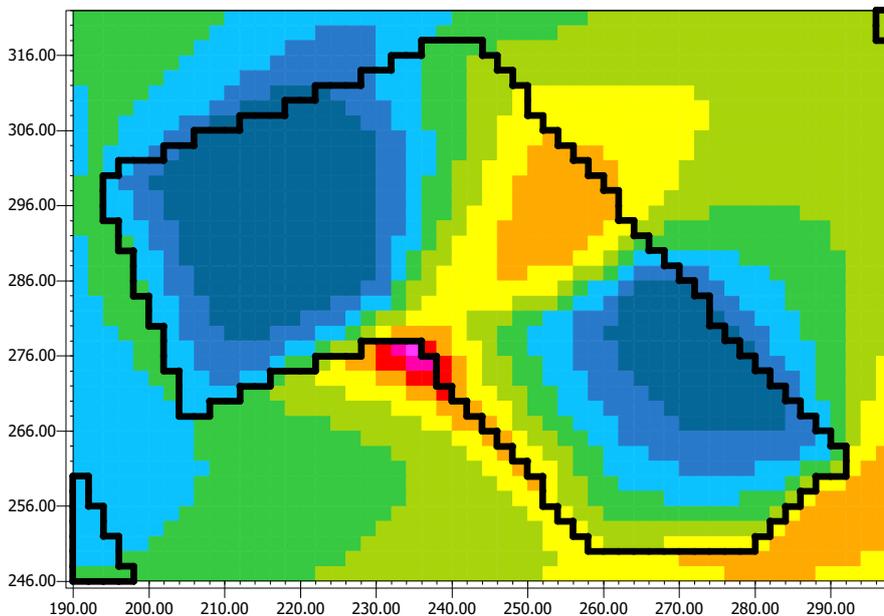


**Dachbegrünung
 Mobilitätsstation**

-  Intensiv
25 cm Substrat
-  Extensiv
15 cm Substrat
-  Unbegrünt
Flachdach

Abb. 27 Dachbegrünung Mobilitätsstation im Plan-Szenario

Sankt Augustin B-Plan 112
 Szenario Ausschnitt
 Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



**Lufttemperatur in 23m Höhe
 (3m über Dach)**

-  unter 32.30 °C
-  32.30 bis 32.40 °C
-  32.40 bis 32.50 °C
-  32.50 bis 32.60 °C
-  32.60 bis 32.70 °C
-  32.70 bis 32.80 °C
-  32.80 bis 32.90 °C
-  32.90 bis 33.00 °C
-  33.00 bis 33.10 °C
-  über 33.10 °C

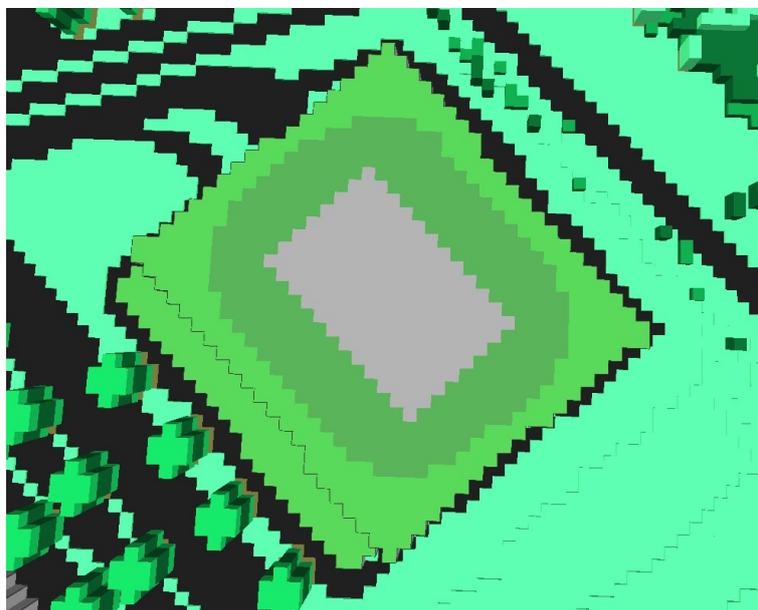
Min: 32.20 °C
 Max: 33.10 °C

 Gebäude



Abb. 28 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation über Dachbegrünung in 23 m Höhe:
 Lufttemperaturen im Plan-Szenario um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Südwest

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“:
THERMISCHE SITUATION**

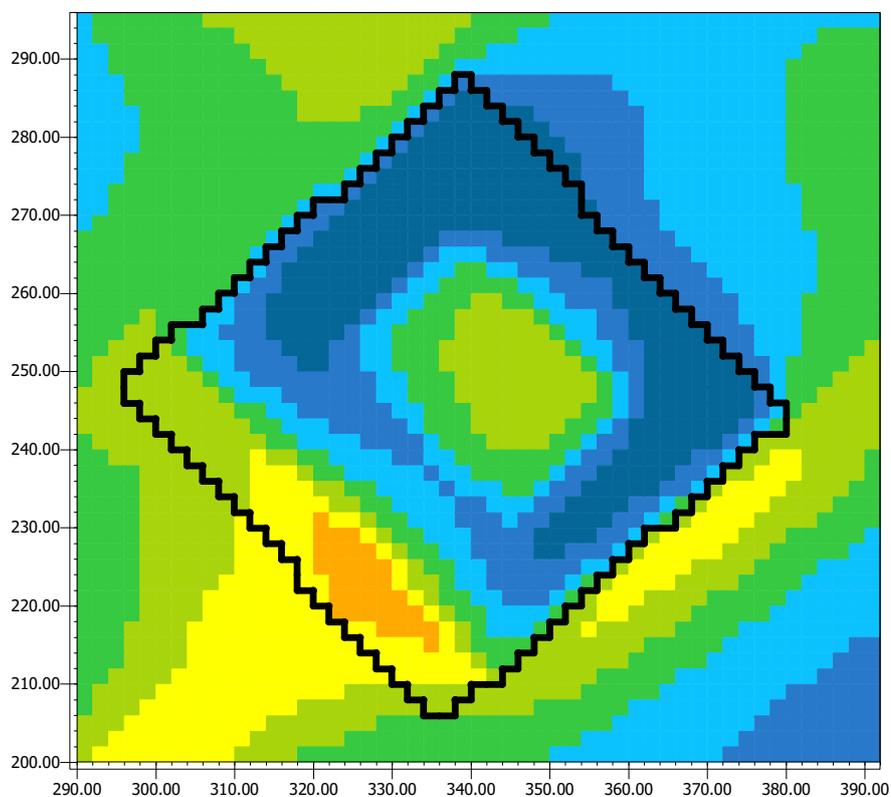


**Dachbegrünung
Versuchshalle**

-  Intensiv
25 cm Substrat
-  Extensiv
15 cm Substrat
-  Unbegrünt
Flachdach

Abb. 29 Dachbegrünung Versuchshalle im Plan-Szenario

**Sankt Augustin B-Plan 112
Szenario Ausschnitt**
Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



***Lufttemperatur in 13m Höhe
(1m über Dach)***

-  unter 32.60 °C
-  32.60 bis 32.70 °C
-  32.70 bis 32.80 °C
-  32.80 bis 32.90 °C
-  32.90 bis 33.00 °C
-  33.00 bis 33.10 °C
-  33.10 bis 33.20 °C
-  33.20 bis 33.30 °C
-  33.30 bis 33.40 °C
-  über 33.40 °C

Min: 32.54 °C
Max: 33.09 °C

 Gebäude



Abb. 30 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation über Dachbegrünung in 13 m Höhe: Lufttemperaturen im Plan-Szenario um 15 Uhr MEZ bei einer Anströmung aus Südwest

MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“: THERMISCHE SITUATION

Mikroklimatische Bewertung der thermischen Situation: Dachbegrünungen

Die Wirksamkeit der verwendeten Dachbegrünung wird anhand der Lufttemperaturen über der Mobilitätsstation (20 m) sowie der Versuchshalle (12 m) dargestellt. Die exemplarische Verteilung für die Gestaltung der Dachflächen mit jeweils ca. 35 % intensiver Dachbegrünung und 35 % extensiver Dachbegrünung sind für die Mobilitätsstation (Abb. 27) sowie für die Versuchshalle (Abb. 29) hier frei gewählt und als Beispiel für mögliche Umsetzungen anzusehen. Für die Mobilitätsstation beträgt die Differenz für die Lufttemperatur zwischen der Dachbegrünung und der unbegrünten Dachfläche in 3 m Höhe über dem Dach bis zu einem Grad (Abb. 28). Durch die Höhe des Gebäudes der Mobilitätsstation wirkt die Abkühlung hier nur direkt auf die Gebäudeoberfläche und die in großer Höhe darüber streichende Luft. Im unteren Straßenraum treten dagegen keine Temperaturunterschiede auf. Eine Abschattung des obersten Parkdecks könnte auch durch ein Dach mit Photovoltaikanlagen erfolgen. Ohne Abschattungen würden sich aber das Dach und die parkenden Autos stark aufheizen können.

Der Unterschied der Lufttemperatur für die Versuchshalle beträgt zwischen der Dachbegrünung und der unbegrünten Fläche 1 m über dem Dach ca. 0,6 Grad (Abb. 30). Hier wirken die neuen Gebäude mit Dachbegrünung deutlich abmildernd auf die Erwärmung der darüberstreichenden Luft. Am Beispiel der Versuchshalle (Abb. 30) erkennt man die aus Südwesten herantransportierte warme Luft am Tag, die über der Dachfläche auf kurzer Distanz um fast ein Grad abgekühlt wird. In Strömungsrichtung hinter dem Gebäude ist entsprechend eine leichte Kaltluftfahne erkennbar.

3.3 MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK - SANKT AUGUSTIN“: BIOKLIMATISCHE SITUATION

Zur Beurteilung des **Bioklimas** in einem städtischen Umfeld wurde der PMV-Index herangezogen. PMV, 1972 vom dänischen Wissenschaftler Ole Fanger entwickelt, steht für „predicted mean vote“ (durchschnittliche erwartete Empfindung) und ist ein bioklimatischer Index, der die thermische Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit eines Menschen widerspiegelt. Der Bioklima-Index ist sinnvoll, da die vom Menschen empfundene Wärmebelastung bzw. die wetterbedingte Belastung des Organismus nicht allein von der Lufttemperatur abhängt, sondern auch von anderen Einflussgrößen innerhalb des thermischen Wirkungskomplexes. Die wichtigsten Einflussgrößen, die zur Berechnung des PMV herangezogen werden, sind: Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und die mittlere Strahlungstemperatur. Hinzu kommen noch die körperliche Aktivität des Menschen und der Wärmeleitwiderstand der Kleidung. Der PMV-Wert reicht von -4 bis +4 (Abb. 31). Der Wert -4 wird als sehr kalt empfunden und der Wert +4 als sehr heiß mit einer extremen Belastung für den Organismus. Ein neutraler thermischer Komfort entspricht dem PMV-Wert 0. Dabei ist zu beachten, dass in diesem Kontext thermische Ausdrücke, wie etwa kühl, warm oder heiß in Verbindung mit dem entsprechenden PMV-Wert stehen und nicht allein mit der Lufttemperatur gleichzusetzen sind, sondern in diesem Falle eine Einordnung des Behaglichkeitsempfindens des Menschen auf der PMV-Skala darstellen.

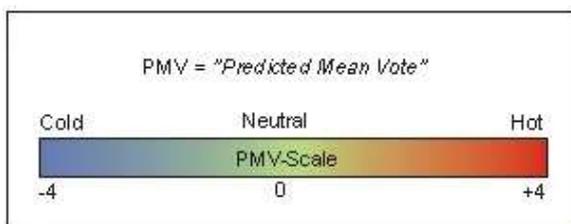
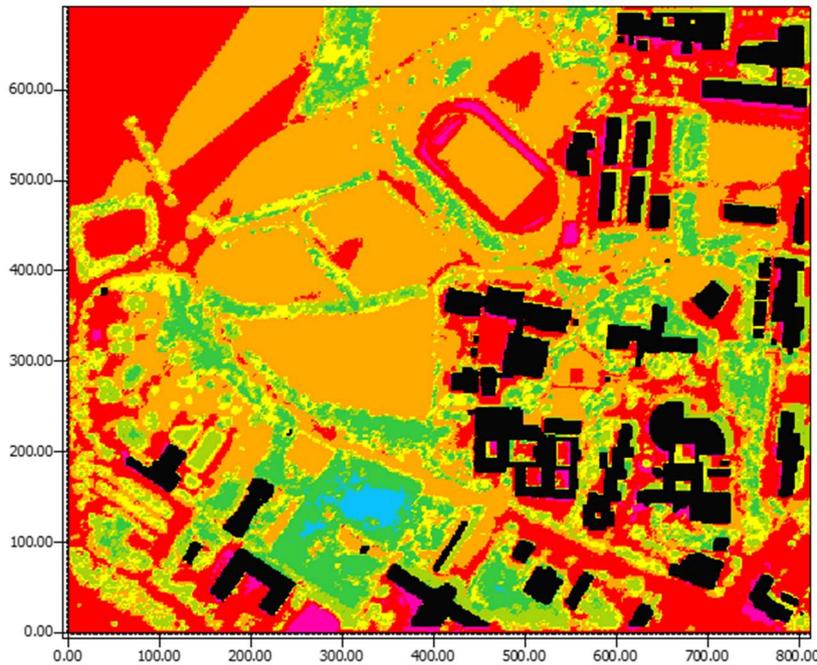


Abb. 31 Werteskala der PMV Grobeinteilung.

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“:
 BIOKLIMATISCHE SITUATION**

Sankt Augustin B-Plan 112
 IST-Situation

Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



PMV

- unter 1.50
- 1.50 bis 2.00
- 2.00 bis 2.50
- 2.50 bis 3.00
- 3.00 bis 3.50
- 3.50 bis 4.00
- über 4.00

Min: 1.29
 Max: 4.83

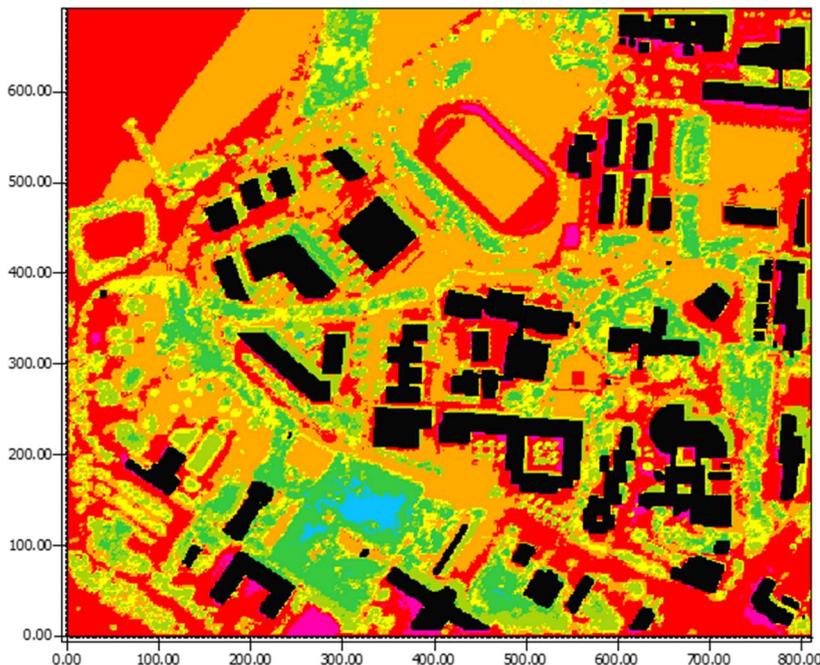
■ Gebäude



Abb. 32 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: PMV-Werte um 15 Uhr

Sankt Augustin B-Plan 112
 Szenario

Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



PMV

- unter 1.50
- 1.50 bis 2.00
- 2.00 bis 2.50
- 2.50 bis 3.00
- 3.00 bis 3.50
- 3.50 bis 4.00
- über 4.00

Min: 1.31
 Max: 4.80

■ Gebäude



Abb. 33 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Plan-Szenario: PMV-Werte um 15 Uhr

MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „WISSENSCHAFTS- UND GRÜNDERPARK“: BIOKLIMATISCHE SITUATION

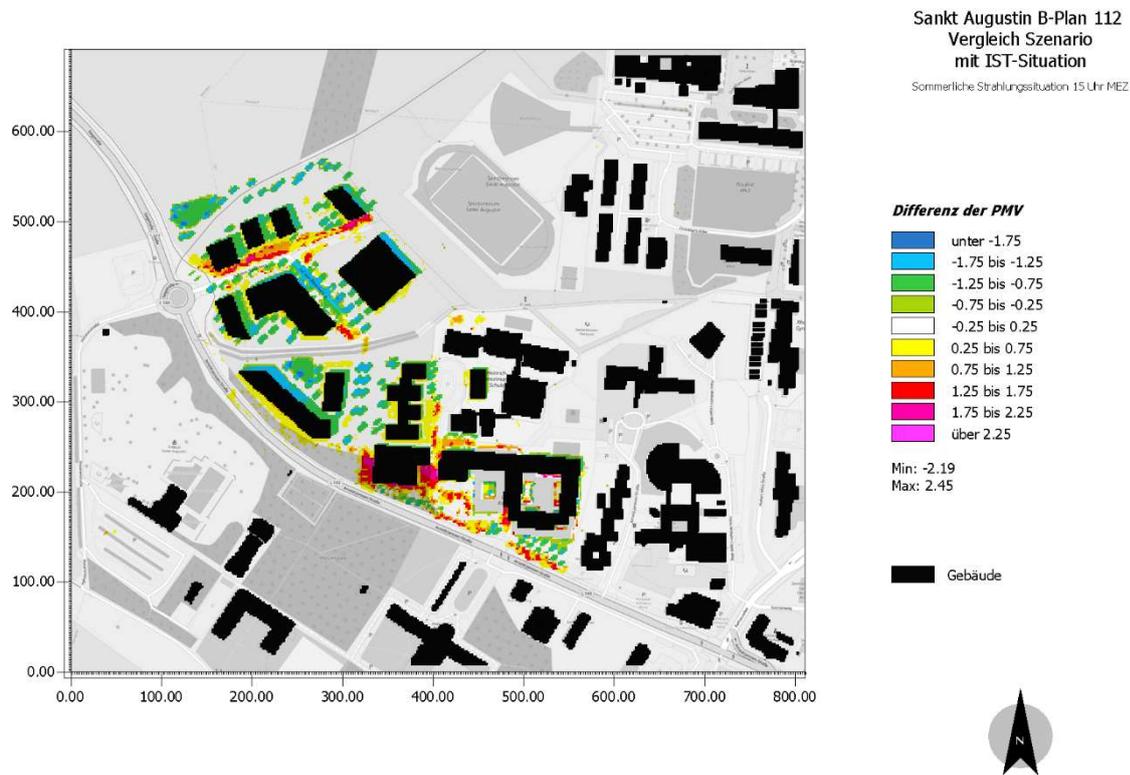


Abb. 34 Differenzen der PMV-Werte: Plan-Szenario minus IST-Zustand um 15 Uhr

Mikroklimatische Bewertung der bioklimatischen Situation: PMV

Über den versiegelten Flächen ohne Verschattung werden am Tag in der IST-Situation (Abb. 32) sehr hohe bioklimatischen Belastungen mit PMV-Werten von über 3,5 (rot/ lila) erreicht. Diese Flächen stellen nach der PMV-Skala eine starke bis extreme Wärmebelastung dar. Die bioklimatische Situation der Planfläche ist aufgrund des Einflusses der Vegetation durch PMV-Werte zwischen 3,0 und 3,5 gekennzeichnet (orange).

In der Betrachtung der absoluten Werte im Plan-Szenario (Abb. 33) werden im Plangebiet innerhalb der verschatteten Bereiche der neuen Bebauung PMV-Werte zwischen 1,5 und 2,5 erreicht. Somit ist die Wärmebelastung an der Ostseite der Mobilitätszentrale sowie auf der Fläche zwischen den Gebäuden 6 und 7 nur noch mäßig bis stark. Auf den durch die neuen Gebäude verschatteten Flächen sowie im Bereich der neu gesetzten Bäume im Plan-Szenario verringern sich die PMV-Werte lokal in der Tagsituation um bis zu 2,2 (Abb. 34, grün bis blau). Die kleinräumigen Bereiche mit einer Erhöhung der PMV-Werte um maximal 2,4 (gelb bis violett) werden zum Teil durch veränderte Oberflächen bedingt. Besonders betroffen mit einer starken bis extremen Hitzebelastung sind die Flächen an der Südseite der Gebäude 1 bis 4 sowie einige Flächen am Schulneubau wie z.B. die Busparkplätze mit PMV-Werten von über 3,5.

Da die Abschwächung der Hitzebelastung am Tag in erster Linie durch eine Beschattung erreicht wird, wird die Situation im bebauten Zustand immer in den Bereichen mit Hausverschattung verbessert und in den Bereichen mit Reduzierung der Vegetation des IST-Zustandes verschlechtert. Die Differenzen-Abbildung 34 zeigt deutlich, dass es durch die Neubebauungen zu keiner Verschlechterung der bioklimatischen Situation kommt, weder im Plangebiet noch in der Bestandsbebauung.

3.4 FAZIT AUS DEN MIKROSKALIGEN MODELLIERUNGEN

Durch die neuen Gebäude im Plan-Szenario wird die Belüftung innerhalb des Gebietes selbst reduziert. Die Belüftungssituation verschlechtert sich also nur direkt in den Bereichen zwischen den geplanten Gebäuden, ohne dass die übergeordnete Belüftung für die anschließenden Quartiere beeinflusst wird. Dies gilt auch bei einer optionalen Bebauung der Fläche für den Erweiterungsbau des DLR, da dieses Gebäude in einer Linie zwischen den geplanten Gebäuden 3 und 4 liegt und damit die Strömung aus Südwest nicht behindert. Die lokale Verschlechterung der Belüftung innerhalb der Neuplanungen wird durch eine Verbesserung durch die Verschattung in den Verkehrswegen wieder ausgeglichen. Auch die durch Baumpflanzungen reduzierte Belüftung ist nur lokal begrenzt wirksam und beeinflusst die Geschwindigkeiten der über das Gebiet hinweggehenden Luftströmungen nicht.

Durch die zusätzlichen Bebauungen nehmen die Oberflächentemperaturen und in Folge auch die Lufttemperaturen an einem sonnigen Tag in einigen Bereichen mit starker Versiegelung zu, aber auch in anderen Bereichen mit ausreichender Verschattung und insbesondere in der Umgebung der geplanten Wasserflächen ab. Hohe Bäume, wie die hier in den Szenarien verwendeten 10 m hohen Bäumen mit blattfreiem Stamm und ausgeprägten Baumkronen, haben für die Aufenthaltsqualität während des Tages lokal begrenzt einen starken positiven Effekt auf die mikroklimatische Situation.

Bei der vorgegebenen und für Hitzewetterlagen relevanten Anströmrichtung aus Südwest wirkt sich die Temperaturveränderungen am Tag nur geringfügig aus. In der Nacht wirkt eine warme Luftfahne nach Nordosten bis ca. 200 m in unbebautes Gebiet. Um weitere Erwärmungen zu vermeiden, sollte die im Modell umgesetzte Dachbegrünung für die neuen Gebäude festgesetzt werden. Die im Plan-Szenario vorgesehenen Begrünungen der Planfläche durch Baumalleen und Einzelbäume, der Anteil an entsiegelten Flächen mit Vegetation sowie die intensive und extensive Dachbegrünung für die neuen Gebäude führen dazu, dass der Neubaubereich klimatisch in einigen Bereichen günstiger ausfällt als die Fläche im IST-Zustand. Um weitere Erwärmungen zu vermeiden, sollte die Dachbegrünung für alle neuen Gebäude durchgeführt werden und die Begrünung der Planfläche durch einzelne Baumgruppen sowie der Anteil an entsiegelten Flächen mit Vegetation sollte intensiviert werden. Für die neu geplanten Schulgebäude ist ebenso wie für die Gebäude des Wissenschafts- und Gründerparks eine Dachbegrünung vorzusehen. Da diese Gebäude nur eine geringe Höhe im Vergleich zu den neuen Gebäuden des Wissenschafts- und Gründerparks aufweisen werden, ist der Kühleffekt der Dachbegrünung insbesondere in der direkten Umgebung der Schulgebäude wirksam.

Kleinere Bereiche mit hoher Versiegelung am Wissenschafts- und Gründerpark sowie an der Zufahrt Hanselmannschule sind besonders von einer Erhöhung der Temperaturen betroffen. Baumpflanzungen an der Südseite der Gebäude 1 bis 4 im Wissenschafts- und Gründerpark könnten die Oberflächen abkühlen und sind deshalb sehr sinnvoll. Hier sollten die versiegelten Bereiche mit hellen Oberflächen umgesetzt werden, um den Hitzeeintrag zu reduzieren. Um die Wärmebelastung im Bereich der eingeschränkten Durchlüftung zwischen der Sporthalle und dem Forumsgebäude der Frida-Kahlo-Schule (Zufahrt Hanselmannschule) zu reduzieren, sollten auch hier helle Oberflächen verwendet werden. Die Parkplatzfläche nördlich der Gebäude für die Primarstufe der Frida-Kahlo-Schule führt zu erhöhten Lufttemperaturen und insbesondere in der Nacht zu einer verringerten Abkühlung. Hier sollten neben hellen Oberflächen zusätzlich Verschattung durch Bäume verwendet werden.

Eine Verringerung der Lufttemperaturen könnte durch eine (Fassaden-) Begrünung der Seiten und den Einsatz von Wasser, wie z.B. Springbrunnen auf dem Teich zwischen Gebäude 6 und 7 erreicht werden. Für signifikante Verbesserungen der klimatischen Situation spielt die Material- und Farbauswahl des

Straßenbelags aber auch der Gebäudefassaden eine Rolle. Das für die Flächen im Modell verwendete Material mit Asphalt könnte z.B. durch helles Pflaster ersetzt werden.

4. ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMÄßNAHMEN

Die klimatische Beurteilung der Untersuchungsfläche „Wissenschafts- und Gründerpark“ wurde unter zwei Gesichtspunkten durchgeführt:

- Beurteilt wurde die Bedeutung der Fläche in ihrem jetzigen Zustand auf das Lokalklima der direkten und erweiterten Umgebung. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf die Kaltluftbildung gelegt und abgeleitet, wie sich die Situation bei einer Nutzungsveränderung entwickeln könnte.
- Durch eine Nutzungsänderung wird es auch zu einer klimatischen Veränderung auf den Flächen selbst kommen. Diese wurde durch mikroklimatische Modellrechnungen dargestellt und beurteilt.

Da das Lokalklima in einem direkten Zusammenhang zur Gestaltung der Umwelt steht, kann durch Veränderungen der Flächennutzung das lokale Klima sowohl zum Positiven als auch zum Negativen verändert werden. Generell können sich städtebauliche Nachverdichtungen auf das Temperatur- und Belüftungsverhältnis in den umliegenden Stadtvierteln auswirken. Relevant sind dabei für die Beeinflussung der weiteren Umgebung die Gebäudedichte und insbesondere die Gebäudestellungen und für die klimatischen Veränderungen auf der Fläche selbst der Versiegelungsgrad sowie die Grünflächengestaltung. Durch eine optimierte Gestaltung der Gebäudearchitektur kann eine Verminderung der zukünftigen Belastungen durch die Folgen der geplanten Nutzungsveränderungen erreicht werden. Dies hat unter den Gegebenheiten des Klimawandels einen hohen Stellenwert in der Planung.

Die Ergebnisse der großräumigen Kaltluftsimulationen wurden in einer folgenden Arbeitsstufe vertieft und auf die mikroklimatische Ebene verfeinert. Zur genaueren Betrachtung der Belüftung und der Hitzeentwicklung im Untersuchungsgebiet wurden mikroskalige Modellierungen durchgeführt. Ziele einer klimaangepassten Bebauung der Untersuchungsfläche „Wissenschafts- und Gründerpark“ in Sankt Augustin sind:

1. Erhalt der Durchströmbarkeit des Gebietes insbesondere für die von Südwesten kommende nächtliche Kaltluftströmung
2. Minimierung der sommerlichen Hitzeentwicklung vor Ort

Anpassungsmaßnahmen zum Ziel 1 (Belüftung):

Die über das Plangebiet geführte Kaltluft wird schon im IST-Zustand im randlichen Bereich der Bestandsbebauung allmählich erwärmt und aufgelöst. Dies verstärkt sich im Plan-Szenario, dadurch nimmt die Reichweite der Kaltluftströmung um rund 100 m ab. Es bleibt aber auch im Plan-Szenario ausreichend Kaltluft für das randliche Eindringen in die Bestandsbebauung erhalten.

Zur Unterstützung der Kaltluftbildung und des Kaltluftflusses sowohl über die Untersuchungsflächen als auch in die Umgebung hinein sollten hier die folgenden, größtenteils schon vorgesehenen Maßnahmen eingehalten werden:

- Die Versiegelung im Umfeld der geplanten Gebäude sollte möglichst gering gehalten werden, um das Kaltluftpotenzial verbessern zu können.

- Zur Erhöhung der kühlenden Wirkung der durchströmenden Luft, auch für die angrenzende Bestandsbebauung, sollten die im Planentwurf vorgegebenen Dachbegrünungen umgesetzt und auf die geplanten Schulgebäude ausgeweitet werden.
- Damit Frischluft auch bei schwachen Windströmungen durch das Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ fließen kann, darf die Bebauung keine abriegelnden Baureihen bilden. Die vorgesehene Gebäudestellung erfüllt diese Forderung in ausreichendem Maß.
- Um eine gute Durchlüftung für das Quartier zu gewährleisten, sollten Strömungshindernisse wie Nebenanlagen oder dichte Vegetation am Südwestrand gering bleiben.

Anpassungsmaßnahmen zum Ziel 2 (Minimierung der Hitzeentwicklung):

Für die Ausbildung einer Hitzebelastung spielen in erster Linie die Bebauung und Versiegelung eines Gebietes eine Rolle. Variationen ergeben sich durch den Einsatz verschiedenen Materialien (je dunkler, desto stärker erwärmen sich Oberflächen) und durch den Durchgrünungsgrad. Vegetation kann durch Schattenwurf und Verdunstung erheblich zur Temperaturabsenkung beitragen. Auf Gebäudeebene können Dach- und Fassadenbegrünungen, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien als Maßnahmen eingesetzt werden.

Viele Verkehrsflächen leisten aufgrund ihrer dunklen Farbe und Materialien einen großen Beitrag zur Aufheizung von Stadtgebieten. Verschattungen oder hellere Farben können hier einen Beitrag sowohl zur Hitzevermeidung am Tag wie auch zur Verringerung der nächtlichen Überwärmung leisten. Wie viel Wärme in welcher Zeit bei zunehmenden Temperaturen von einer Verkehrsfläche aufgenommen wird, hängt von der Art des Stoffes ab. Asphaltierte oder gepflasterte Verkehrsflächen erwärmen sich deutlich stärker als natürliche Oberflächen. Zur Verringerung von Bodenerwärmungen ist daher der gezielte Einsatz von Materialien mit geringerer Wärmeleit- und -speicherfähigkeit sinnvoll. Helle Beläge auf Verkehrsflächen reflektieren im Gegensatz zu dunklem Asphalt einen größeren Anteil der eingestrahnten Sonnenenergie sofort wieder (Albedo) und können damit das Aufheizen der Stadtluft erheblich verringern. Die folgende Abbildung 35 zeigt die Auswirkungen von verschiedenen Bodenoberflächen auf die Oberflächentemperaturen (eigene Berechnungen).

Während die Asphaltoberflächen um die Mittagszeit Temperaturen von fast 50 °C aufweisen, verhält sich helles Pflaster tagsüber ähnlich wie feuchtes Gras und erwärmt sich nur auf gut 30 °C. Nachts kühlen die natürlichen Oberflächen stärker aus. Trockener unversiegelter Boden kann zwar tagsüber mit über 40 °C sehr warm werden, hält die Wärme aber in den Nachstunden nicht. Zur nächtlichen Wärmeinsel tragen unabhängig von den Oberflächentemperaturen am Tag nur die technischen Bodenbeläge wie Asphalt und Pflaster bei. Großflächige Anpassungen z.B. durch hellere Oberflächen wirken stark in die Fläche, sollten aber nach Möglichkeit zusätzlich beschattet werden. Verschattungen durch einzelne Bäume wirken hier lokal nur kleinräumig, können aber beim weitgehenden Erhalt der Durchlüftung in der Summe das Temperaturniveau während einer Hitzewelle niedrig halten. Eine Bepflanzung (Beete, Gras) der Baumscheiben vermindert die Erwärmung im unversiegelten Bereich.

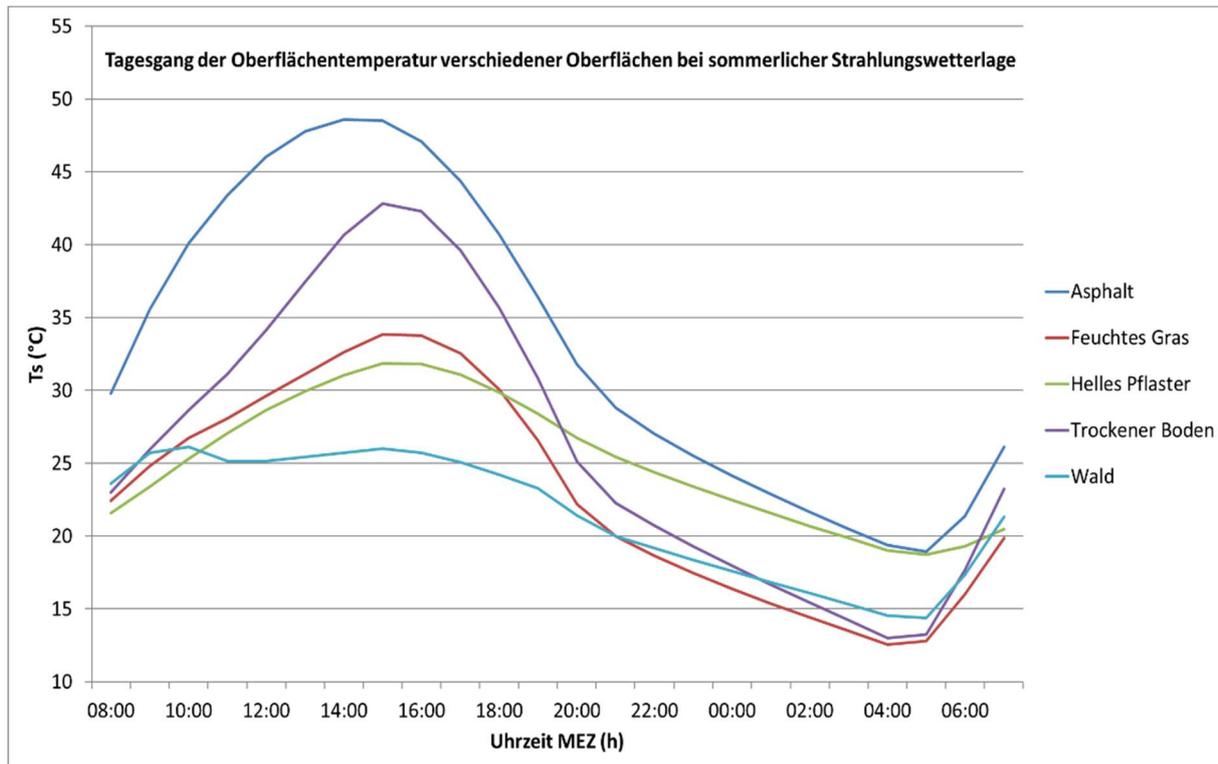


Abb. 35 Tagesgang der Oberflächentemperaturen verschiedener Oberflächenmaterialien

Ziel der Quartiersplanung soll sein, dass sowohl beim Gebäude- als auch beim Verkehrswegebau eine flächensparende Bauweise gewählt wird. Bodenversiegelungen können durch den Einsatz von durchlässigen Oberflächenbefestigungen vermieden bzw. reduziert werden, und zwar vor allem dann, wenn die Nutzungsform der Flächen nicht unbedingt hochresistente Beläge wie Beton oder Asphalt voraussetzt und sofern die Regelungen der Wasserschutzzoneverordnung (WSZIII B) dies erlauben. Geeignete durchlässige Materialien zur Befestigung von Oberflächen sind mittlerweile für viele Anwendungsbereiche verfügbar. Zu beachten ist allerdings, dass auch der Unterbau und der Untergrund eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen müssen. Für Hofflächen, Terrassen, Gartenwege, Radwege, Gehwege, Zufahrtswege und Stellplatzflächen sind wasserdurchlässige Befestigungen besonders angebracht. Durch un- oder teilversiegelte Flächen ergeben sich neben der Reduktion der Aufheizung auch Synergien zur Regenwasserversickerung.

Zusätzlich kann eine Aufheizung der Luft durch die Begrünung der Straßenzüge mit weiteren Bäumen vermindert werden. Der Schattenwurf der Vegetation sowie Verdunstung und Transpiration der Pflanzen reduzieren die Aufheizung der versiegelten Bereiche. Eine Möglichkeit zur besseren Versorgung von städtischen Straßenbäumen mit Wasser ist bei Neupflanzungen die Kombination des Wurzelraums mit einer Rigole, die das aus dem Straßenraum abfließende Regenwasser aufnimmt (Synergie mit der Regenwasserbewirtschaftung) und als Speicher für den Wasservorrat des Baumes dient.

Begrünte Dächer oder Fassaden stellen die kleinsten Grünflächen im Quartier dar. Sie haben positive Auswirkungen auf das thermische, lufthygienische und energetische Potential eines Gebäudes. Erst in einem größeren Verbund ergeben sich Auswirkungen auf das Mikroklima eines Stadtviertels. Die über das Plangebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ fließenden Kaltluftströme sollten möglichst wenig aufgeheizt werden. Dies kann auch durch eine konsequente Begrünung aller Dachflächen der neu geplanten Gebäude im Verbund verbessert werden. Die thermischen Effekte von Dach- und Fassadenbegrünungen liegen hauptsächlich in der Abmilderung von Temperaturextremen im Jahresverlauf. Das

Blattwerk, das Luftpolster und die Verdunstung in der Vegetationsschicht vermindern das Aufheizen im Sommer und den Wärmeverlust des Hauses im Winter. Ein weiterer positiver Effekt von Dachbegrünungen ist die Auswirkung auf den Wasserhaushalt. 70% bis 100% der normalen Niederschläge werden in der Vegetationsschicht aufgefangen und durch Verdunstung wieder an die Stadtluft abgegeben. Dies reduziert den Feuchtemangel und trägt zur Abkühlung der Luft in versiegelten Stadtteilen bei. Bei Starkniederschlägen werden die Spitzenbelastungen abgefangen und zeitverzögert an die Kanalisation abgegeben.

Durch zunehmenden Hitzestress im Sommer kommt der Kühlung von Gebäuden in Zukunft eine steigende Bedeutung zu. Die Nutzung konventioneller Klimaanlage ließe den Energieverbrauch im Sommer stark ansteigen und hätte damit negative Auswirkungen auf den Klimaschutz. Der Einsatz regenerativer Energien für Klimaanlage und vor allem die Passivkühlung – beispielsweise über Erdwärmetauscher – können solche Zielkonflikte verhindern. Bei der Gebäudeplanung kann ein sommerlicher Hitzeschutz neben der Gebäudeausrichtung auch durch eine Hauswandverschattung mittels Vegetation, durch angebaute Verschattungselemente und mittels Wärmedämmung erreicht werden. Verschattungen, beispielsweise durch eine im Süden des Gebäudes angebrachte Pergola, führen im Sommer bei hochstehender Sonne um die Mittagszeit zur Verschattung, in den Morgen- und Abendstunden und im Winter erreicht die tief stehende Sonne das Haus.

Zusammengefasst sollten die folgenden Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastungen im Untersuchungsgebiet „Wissenschafts- und Gründerpark“ umgesetzt werden:

- Flächensparende Bauweise, Vermeidung von Bodenversiegelungen bei Verkehrsflächen und im Gebäudeumfeld
- Material- und Farbauswahl unter den Gesichtspunkten der minimalen Aufheizung treffen
- Begrünung des Straßenbereichs und der Grundstücksflächen mit großkronigen Bäumen
- Weitgehender Erhalt des Baumbestandes
- Dachbegrünungen
- Bauliche Gebäudeverschattungen
- Einsatz von Wasser zur Kühlung umsetzen und durch Vernebelung oder Wasserbewegung optimieren.