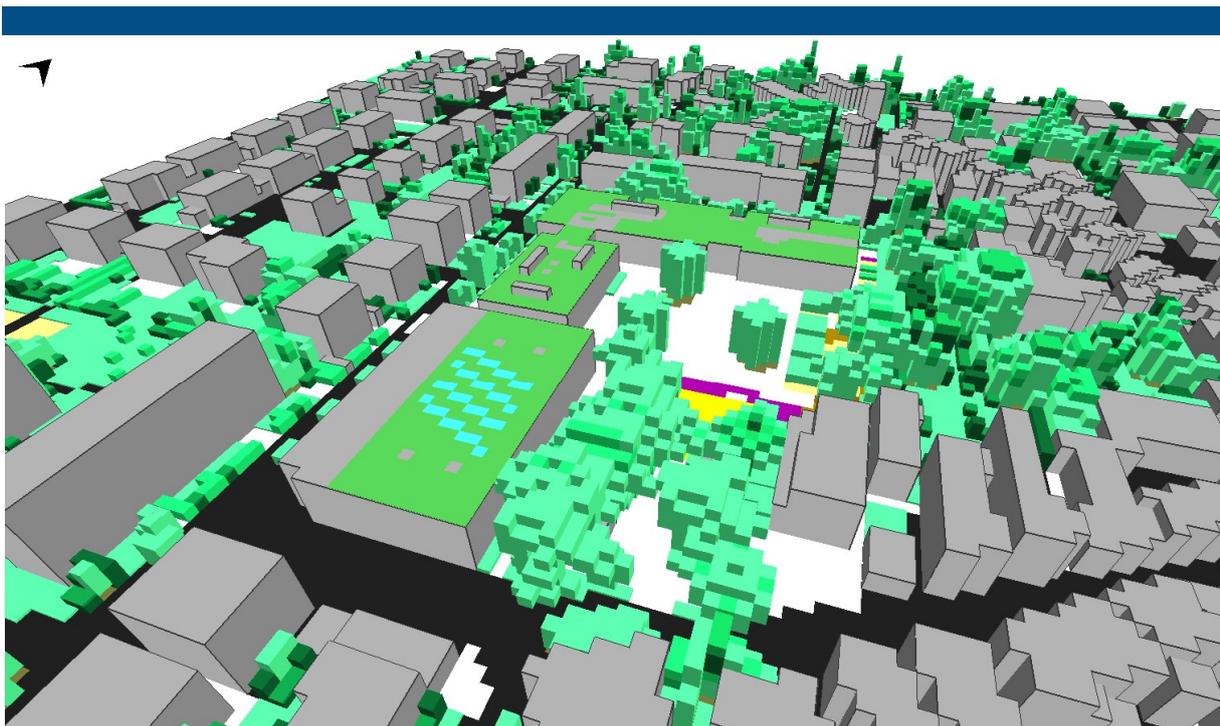


# Mikroklimatische Untersuchung Peter Härtling Grundschule in Mainz - Finthen „Standort – Layenhofstraße“



Auftraggeber:

Gebäudewirtschaft Mainz  
Abteilung Planen und Bauen  
Zitadelle Gebäude E  
55131 Mainz

## Inhaltsverzeichnis

1.	METHODE UND AUSGANGSSITUATION	1
2.	MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET	3
2.1	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „BELÜFTUNG“	7
2.2	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „THERMISCHE SITUATION“	11
2.3	MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „BIOKLIMATISCHE SITUATION“:	16
2.4	FAZIT AUS DER MIKROSKALIGEN MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“	18
3.	ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN	19

## 1. METHODE UND AUSGANGSSITUATION

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. Wenn die Funktion über das Quartier hinausgeht, besitzen solche Flächen eine stadtklimatische Bedeutung. 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.

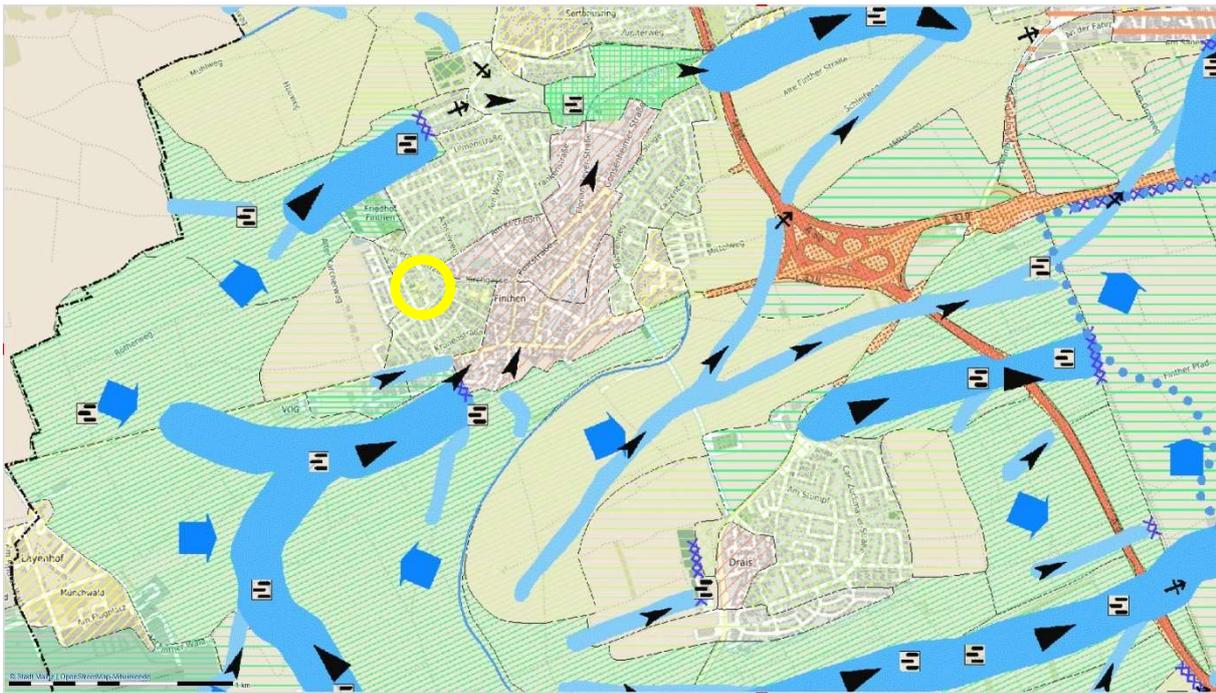
Die lokalen Ausprägungen des Klimas werden in erster Linie von den verschiedenen Flächennutzungen bestimmt. Bei austauscharmen sonnigen Wetterlagen, beispielsweise bei sommerlichen Hitzewetterlagen, treten die mikroklimatischen Unterschiede zwischen unterschiedlichen Flächennutzungen am stärksten hervor. Insbesondere 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, den Wohngebieten und dem unbebauten Umland kommen.

Einen Überblick über die klimatischen Einordnungen des Untersuchungsgebietes „Peter Härtling Grundschule“ in Finthen liefert die Klimafunktionskarte (Stadt Mainz 1992) für das Stadtgebiet (Abb. 1). Gesamtstädtisch gesehen gehört das Untersuchungsgebiet zum Stadtrand-/Ortsrandklima mit einer geringen Baumasse und hoher Grünmasse. Dieser Bereich weist keine klimatischen Belastungen auf und zeichnet sich durch den Übergang von Freiland zum Stadtklima aus. Umgeben wird es im Osten von den etwas weniger gut durchgrüneten Bereichen von Finthen, die zum leicht klimatisch belasteten Stadt-/Ortsrandklima gehören, und im Westen von Freiland. Die aus dem Freiland Richtung Finthen verlaufenden Kaltluftflüssen umströmen den westlichen Ortsteil von Finthen mit dem hier gelegenen Untersuchungsgebiet nördlich und südlich. Die Untersuchungsfläche selbst weist keinen Kaltluftfluss auf, damit hat die Planfläche keine lokale Bedeutung für die Bildung oder den Transport von Kaltluft.

Da das Kleinklima in einem direkten Zusammenhang zur Gestaltung der Umwelt steht, kann durch Veränderungen der Bebauungsstruktur das lokale Klima sowohl zum Positiven als auch zum Negativen verändert werden. Die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Klimaelementen und einer Bebauung sind jedoch zu komplex, als dass man sie ohne weiteres abschätzen könnte. Sollen die Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Bebauungsstruktur vorhergesagt werden, so ist der Einsatz von numerischen Simulationsmodellen unumgänglich. Dazu werden detaillierte Pläne mit Angaben zu Materialien der Gebäude und der Oberflächen und zu konkreten Verkehrsflächen, Freiflächen und Begrünungen auf ihre klimatischen Auswirkungen hin untersucht.

Auf der Grundlage klimatischer Modellrechnungen sollen die Auswirkungen der geplanten Neubebauung für die Peter Härtling Grundschule in Mainz - Finthen „Standort Layenhofstraße“ ermittelt und bewertet werden. Durch mikroskalige Modellierungen werden die klimatischen Auswirkungen simuliert und 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.

Auf Basis der Ergebnisse der mikroskaligen Klimamodellierungen werden für eine klimaangepasste Umsetzung des Planentwurfes Zielvorgaben sowie Anpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.



**Klimafunktionsräume**

Klimafunktionsräume von höchster Wertigkeit mit sehr hoher Ausgleichswirkung:

- Ventilationsbahn, regional
- Ventilationsbahn, lokal
- Gewässerklima

Klimafunktionsräume von sehr hoher Wertigkeit mit sehr hoher Ausgleichswirkung:

- Waldklima
- Auenklima, Feuchtbereiche
- Parkklima

Klimafunktionsräume von hoher Wertigkeit mit sehr hoher/hoher/mäßiger Ausgleichswirkung:

im Außenbereich:

- Hangbereich, geringe Grünmasse
- Hangbereich, hohe Grünmasse
- Ebene/Hochfläche, geringe Grünmasse
- Ebene/Hochfläche, hohe Grünmasse

im Innenbereich:

- Stadtrand-/Ortsrandklima: geringe Baumasse, hohe Grünmasse

Klimafunktionsräume von mittlerer Wertigkeit mit geringer Ausgleichswirkung:

- Weinbergklima
- Sand- und Aufbauflächenklima

Klimafunktionsräume von geringerer Wertigkeit mit gering bis stark belastendem Klima:

- Stadtrand-/Ortsrandklima: hohe Baumasse, geringe Grünmasse
- Klima von Gleisanlagen
- Stadt-/Ortsrandklima
- Innenstadtklima
- Cityklima
- Gewerbeklima
- Industrieklima
- Klima bes. Großparkplätze
- Klima der Hauptverkehrsachsen

**Ventilation**

- Kaltluftabfluß, regional
- Kaltluftabfluß, lokal
- Kaltluftabfluß, flächenhaft
- Ventilationsbahn, unterbrochen
- Zeitweilige Luftstagnation

Abb. 1 Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte für die Stadt Mainz (1992)

## 2. MIKROSKALIGE MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

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](http://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 Istzustand 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 der Planentwürfe 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 „Peter Härtling Grundschule in Mainz – Finthen“ am Standort Layenhofstraße 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.

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 Ost gerechnet. Bei Westwetterlagen dagegen herrschen meist höhere Windgeschwindigkeiten, die zu einer guten Durchmischung der Luft führen, ohne dass sich Hitzebereiche ausbilden können. Eine West- bis Südwestwetterlage ist deshalb, obwohl sie am häufigsten vorkommt, irrelevant für die Betrachtung von klimatischen Belastungen in einem Stadtgebiet. Es werden für die Tag- und für die Nachtsituation die Lufttemperaturen und die Windverhältnisse betrachtet. Die Ergebnisse der Szenarien aus der Planvariante werden für die Größen Windgeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen und Lufttemperaturen dargestellt. Hierbei werden lokale Effekte und auch mögliche Wirkgebiete in angrenzenden Bereichen untersucht. Aus den berechneten mikroklimatischen Ausprägungen der Modelle werden Rückschlüsse auf die Notwendigkeit von verschiedenen Anpassungsmaßnahmen gezogen.

Das Untersuchungsgebiet mit Umgebung und die Planvorlage sind in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt.



Abb. 2 Ausschnitt aus dem Luftbild (Quelle: Google): Roter Rahmen = Modellgebiet Peter Härtling Grundschule

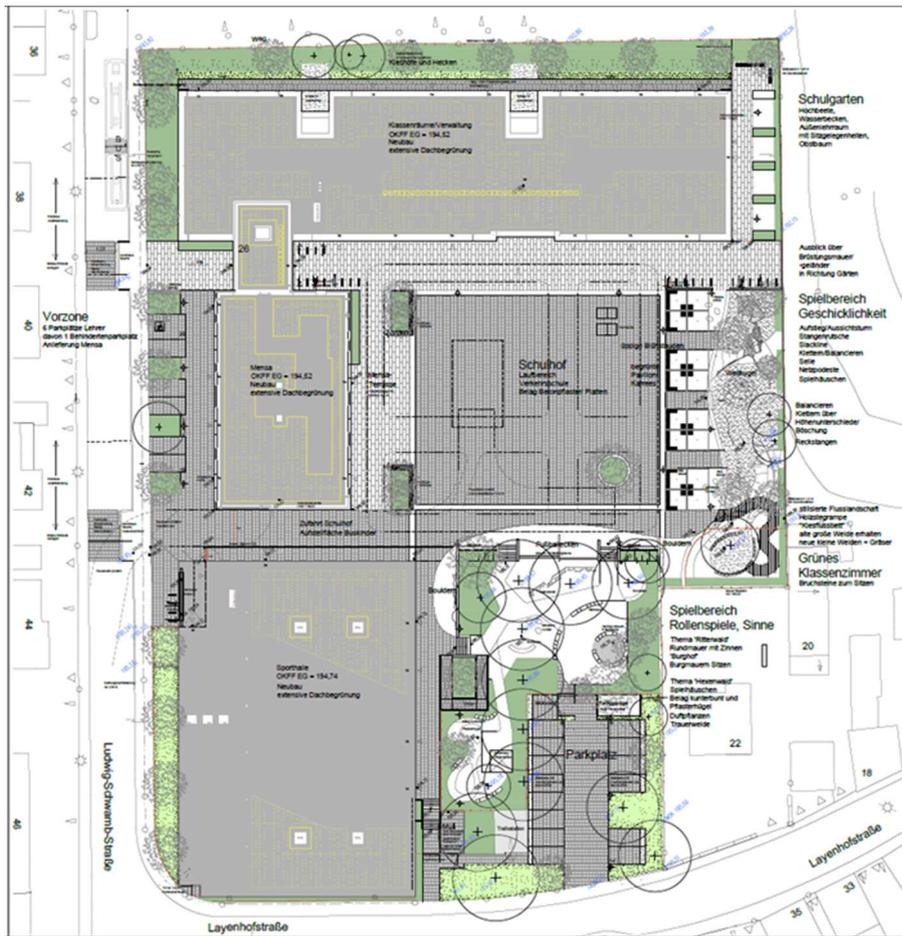


Abb. 3 Darstellung der Bebauungsstruktur des Planszenarios städtebaulichen Struktur für das Plangebiet „Peter Härtling Grundschule“ (Quelle: Büro Heims)

Für die Erstellung der Modelle zum IST-Zustand und zum Planszenario wurden die Gebäude, die Vegetation und die Oberflächenbeläge in das Modell übertragen. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Modelle für die IST-Situation und das Planszenario.

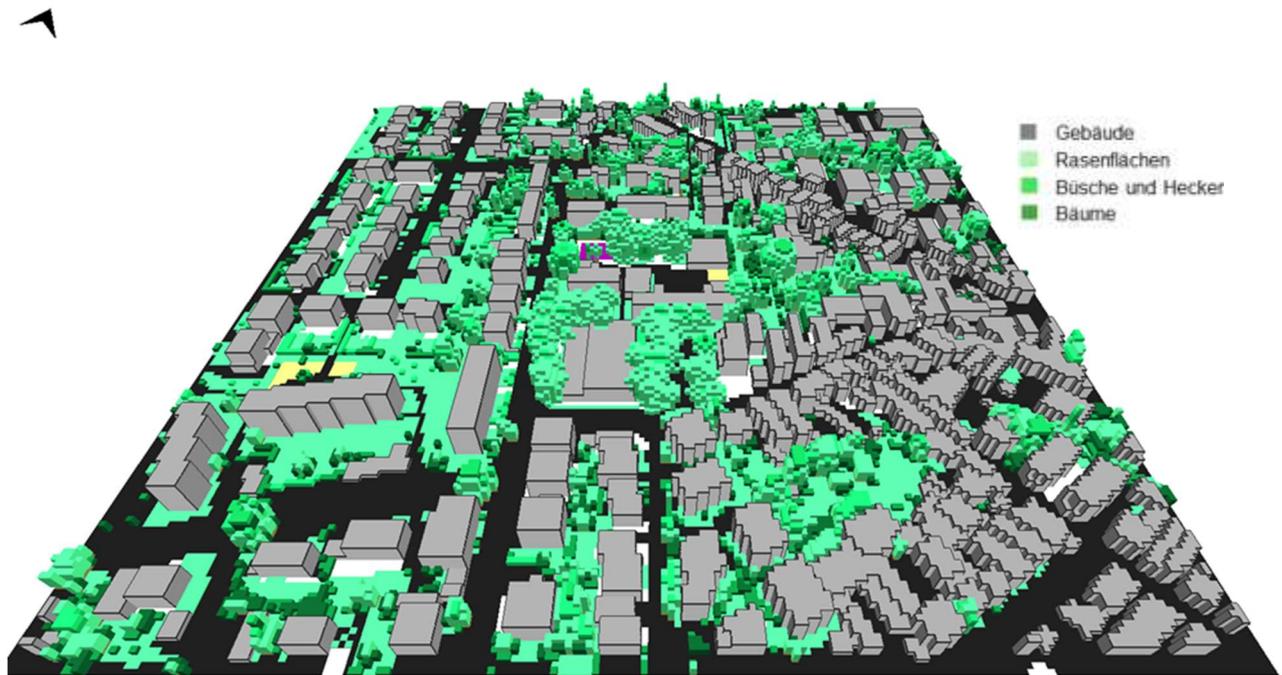


Abb. 4 Envi-met Modell für die Berechnung der mikroklimatischen Situation im Untersuchungsgebiet Finthen: IST-Situation

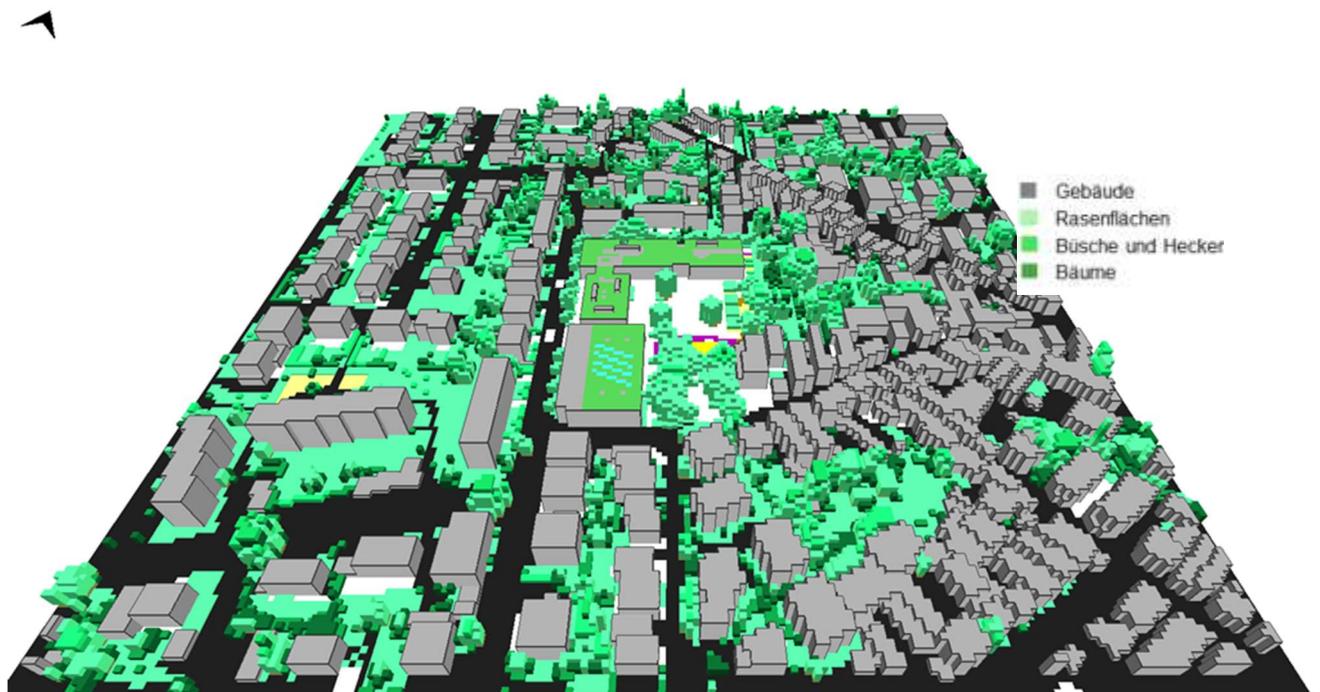


Abb. 5 Envi-met Modell für die Berechnung der mikroklimatischen Situation im Untersuchungsgebiet Finthen: Planszenario

Für das Untersuchungsgebiet „Peter Härtling Grundschule in Mainz - Finthen wurden mikroskalige Modellrechnungen für eine detaillierte Analyse des lokalen Klimas durchgeführt. Dazu wurde der IST-Zustand mit der vorgesehenen Bebauung aus dem Konzept (mz3, Büro Heims) verglichen.

Die neuen Gebäude wurden mit extensiver Dachbegrünung und für die Sporthalle ergänzend mit PV modelliert. Für den neuen Schulhof wurde ein helles Betonpflaster und 12 m hohe Bäume mit ca. 10 m Krone ausgewählt. Die neuen Bäume an der Ludwig-Schwamb-Straße sind 8 m hoch, mit blattfreiem Stamm und mittlerer Kronendichte. 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 Ost gerechnet.

Modell-Varianten:	Modell-Parameter (Startzeit 6 Uhr MEZ)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>IST-Situation</b> (IST-Situation im Untersuchungsgebiet und Umgebung)</li>   <li>• <b>Plan</b> (Planszenario mit der vorgesehenen neuen Bebauung)</li> </ul>	<p>Lufttemperatur (2 m Höhe) : 19,8 °C            Windgeschwindigkeit (10 m Höhe) : 1,0 m/s            Windrichtung (10 m Höhe) : 90 Grad (aus Ost)</p> <p>Größe des Untersuchungsgebietes: 370 m x 370 m            Modellgröße (Grid): x=185; y=185; z=30            Rasterauflösung: dx=2 m, dy=2 m, dz=2 m</p> <p>Simulationstag: sommerliches Strahlungswetter            Simulationszeit: 24 Stunden (Tagesgang)</p>
<b>Fragestellungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie ist die mikroklimatische IST-Situation während einer sommerlichen Strahlungswetterlage im Untersuchungsgebiet zu beurteilen?</li> <li>• Welche Auswirkungen können die im Plan vorgesehenen Veränderungen auf die Belüftungssituation in der Umgebung haben?</li> <li>• Wie ändert sich die Hitzebelastung und die bioklimatische Belastung im Quartier und in der unmittelbaren Umgebung?</li> </ul>	

Es werden für die Tag- und für die Nachtsituation die Lufttemperaturen und die Windverhältnisse betrachtet. Die Ergebnisse des Planszenarios aus der Planvariante werden im direkten Vergleich mit der IST-Situation durch die Berechnung der Differenzen für die Größen Windgeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen und Lufttemperaturen dargestellt. Ergänzend werden die Bioklimatischen Situationen mit Hilfe der PMV-Werte 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.

## 2.1 MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: BELÜFTUNG

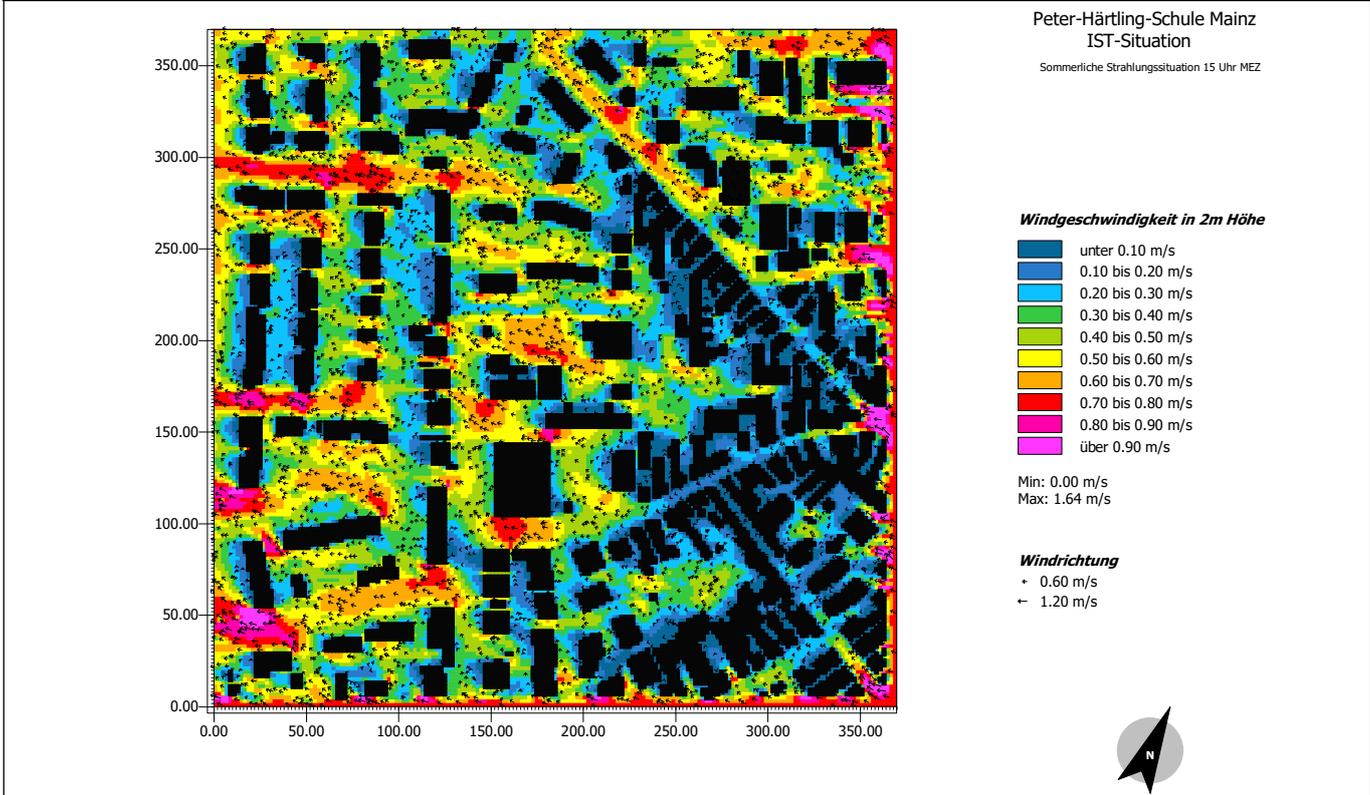


Abb. 6 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Windströmung in 2 m Höhe bei Anströmung aus Ost um 15 Uhr

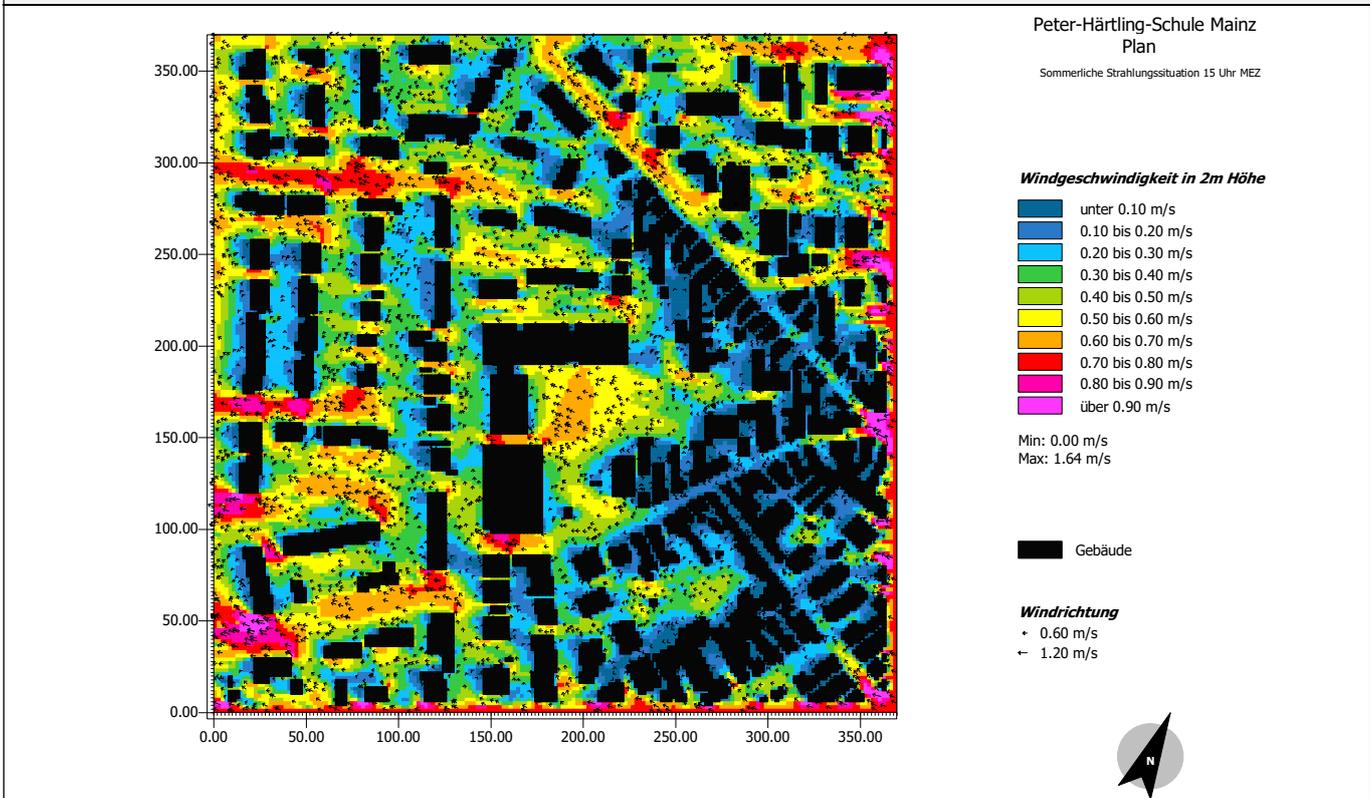


Abb. 7 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Planszenario: Windströmung in 2 m Höhe bei Anströmung aus Ost um 15 Uhr

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: BELÜFTUNG**

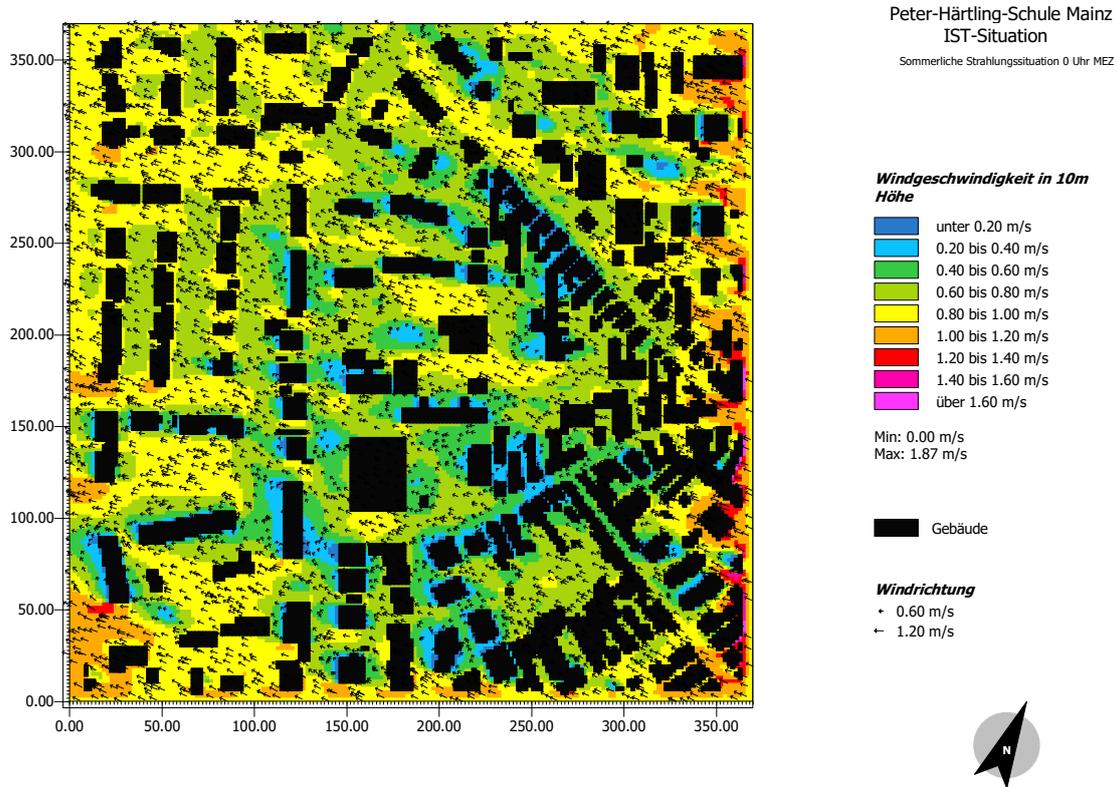


Abb. 8 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Nächtliche Windströmung in 10 m Höhe bei Anströmung aus Ost

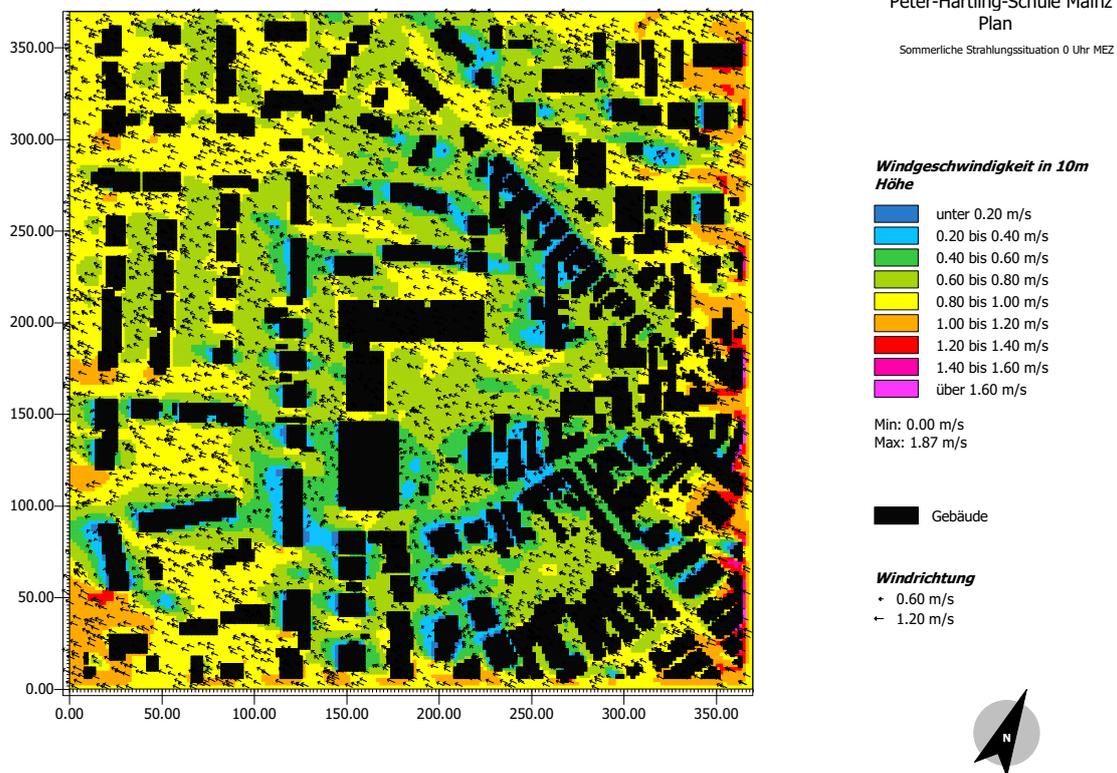


Abb. 9 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Planszenario: Nächtliche Windströmung in 10 m Höhe bei Anströmung aus Ost

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: BELÜFTUNG**



Abb. 10 Differenzen der Windgeschwindigkeiten in 2 m Höhe: Planszenario minus IST-Zustand



Abb. 11 Differenzen der nächtlichen Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe: Planszenario minus IST-Zustand

## 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 beispielhaft die Windströmungen um 15 Uhr in 2 m Höhe und um 0 Uhr in 10 m Höhe betrachtet.

Bei einem vorgegebenen Ausgangswind aus Ost zeigt sich in der IST-Situation am Tage in 2 m Höhe deutlich die abbremssende Wirkung der Bebauungen. Hier werden zwischen den Gebäuden mit unter 0,1 m/s bis zu 0,4 m/s weitgehend nur sehr geringe Windgeschwindigkeiten erreicht. Eine noch ausreichende Belüftung im bodennahen Bereich bei 2m Höhe wird im IST-Zustand (Abb. 6) über der Fläche am Schulhof und dem Sportplatz mit 0,6 m/s bis 0,8 m/s erkennbar. Der ausgedehnte Rückbau der Gebäude im Planszenario führt zu einer starken Verbesserung der bodennahen Belüftung (siehe Differenzen Abb.10), aber auch zu Veränderungen der Durchströmung über der neuen Schulhoffläche. In der Betrachtung der Ergebnisse für das Planszenario (Abb. 7) werden auf dem neuen Schulhof weitgehend Windgeschwindigkeiten mit 0,5 m/s bis 0,7 m/s erreicht. Durch die geschlossene Verriegelung von Mensa und Schulgebäude findet hier kein Abtransport der bodennahen Luft mehr statt.

Die bodennahe Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe an der Ludwig-Schwamb-Straße zeigt kleinräumig im Planszenario eine leichte Abnahme der Werte um ca. 0,4 m/s, wobei die angrenzende Wohnbebauung hiervon kaum betroffen ist (Abb. 10).

Zur Beurteilung der nächtlichen Belüftung werden die Windströmungen um 0 Uhr in 10 m Höhe betrachtet. In der IST-Situation (Abb. 8) ist das Quartier in 10 m Höhe bei einem vorgegebenen Ausgangswind aus Ost mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s während der Nacht innerhalb der Bebauung nur schlecht durchlüftet. Hier werden zwischen den Gebäuden mit unter 0,2 m/s (dunkelblau) bis zu 0,6 m/s (dunkelgrün) weitgehend nur sehr geringe Windgeschwindigkeiten erreicht. Eine noch ausreichende Belüftung mit über 1 m/s (gelb) ist im IST-Zustand im östlichen Bereich des Modellgebietes innerhalb der aufgelockerten Bebauung erkennbar. Der Bereich des Schulhofs zwischen dem Pavillon und dem Verwaltungsgebäude wird mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 1 m/s ebenfalls ausreichend belüftet. Der Parkplatzbereich hinter der Sporthalle weist hingegen nur Windgeschwindigkeiten zwischen 0,6 bis 0,8 m/s auf.

Im Planszenario (Abb. 9 und Differenzen in Abb. 11) wird die Belüftung in den Bereichen des Gebäuderückbau deutlich um bis ca. 0.9 m/s erhöht. Die Verringerung der Windgeschwindigkeiten über der Planfläche sind mit Werten zwischen 0,1 bis 0,5 m/s nur sehr kleinräumig ausgeprägt. Im Bereich der angrenzenden Ludwig-Schwamb-Straße sind ebenso kleinräumige geringe Veränderungen der Durchlüftung erkennbar. Insgesamt bleiben die Veränderungen der nächtlichen Belüftung weitgehend auf den Bereich der Planfläche beschränkt.

## 2.2 MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: THERMISCHE SITUATION



Abb. 12 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: Oberflächentemperaturen um 15 Uhr

### 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 Höfen erreichen die Oberflächentemperaturen während des Tages im IST-Zustand (Abb. 12) bis zu 51 °C. Durch Gebäude beschattete Flächen sind rund 10 Grad kühler und für die Oberflächentemperaturen in den Bereichen mit ausgeglichener Vegetationsverschattung liegen die niedrigsten Werte bei ca. 25° C. Das Niveau der Oberflächentemperaturen auf der Planfläche liegt in den Bereichen mit Vegetation zwischen 23 °C bis 38 °C. Auf dem Schulhof liegen die Oberflächentemperaturen bei sehr hohen Werten zwischen 44 °C bis 50 °C.

Im Vergleich zur IST-Situation erhöhen sich im Planszenario um 15 Uhr (Abb.13) die Werte für die Oberflächentemperaturen auf der unbeschatteten Fläche zwischen Mensa und Sporthalle um bis zu 19 Grad. Die Oberflächentemperaturen im Spielbereich liegen ebenso mit bis zu 14 Grad höher. Dies ist auf den Wegfall der ausgeprägten Vegetationsflächen mit hohem Baumbestand zurückzuführen. Auf dem Schulhof werden 2 bis 6 Grad geringere Oberflächentemperaturen erreicht und in den Bereichen mit neuer Baumverschattung werden sie bis zu 10 Grad reduziert.

In der Differenzbetrachtung für die Nachtsituation ist im Planszenario (Abb.14) noch immer eine deutliche Erhöhung der Oberflächentemperaturen auf den im Planszenario neuen versiegelten Flächen im Bereich der Mensa sowie dem Spielbereich um bis zu 5 Grad erkennbar.

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: THERMISCHE SITUATION**



Abb. 13 Differenzen der Oberflächentemperaturen um 15 Uhr: Planszenario minus IST-Zustand

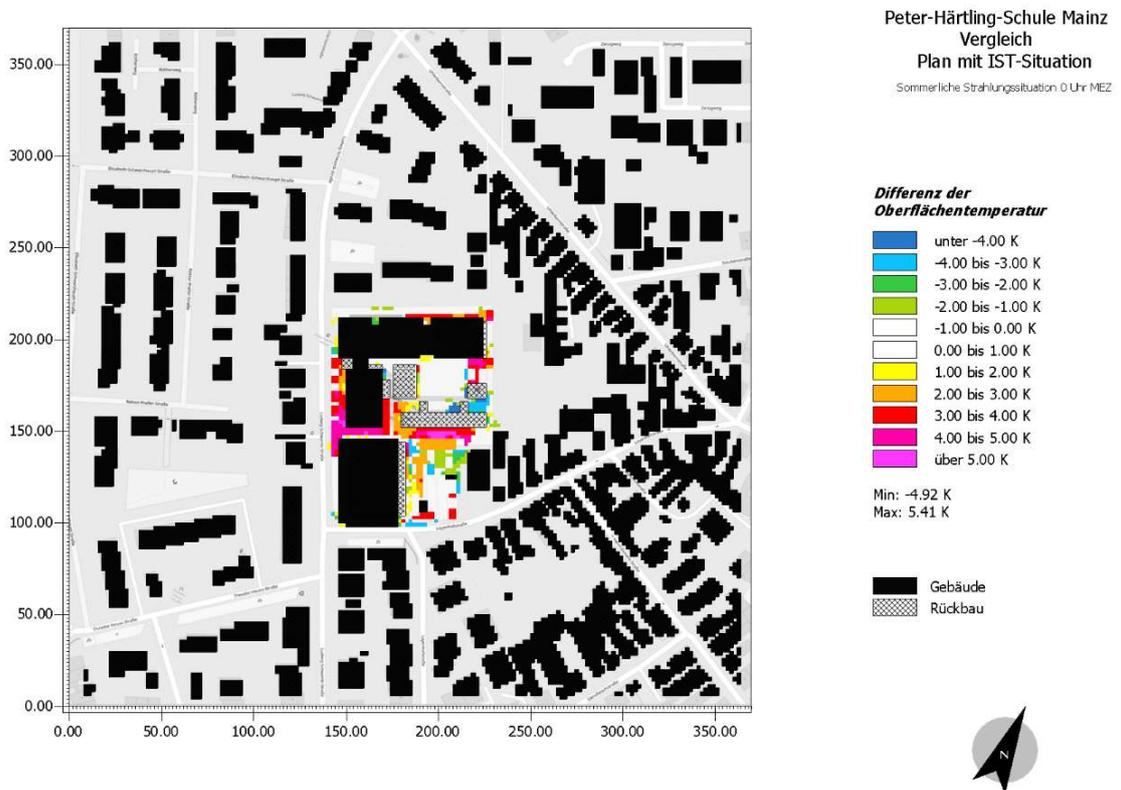
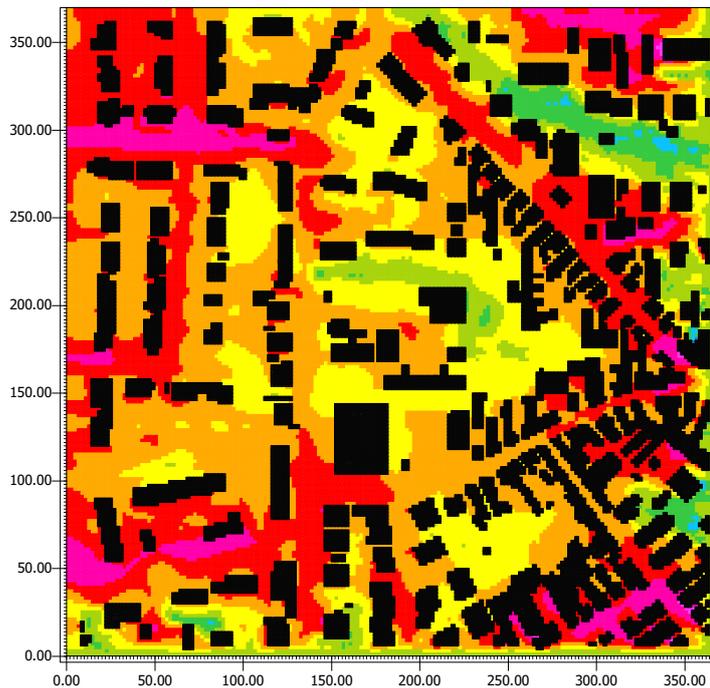


Abb. 14 Differenzen der Oberflächentemperaturen um 0 Uhr: Planszenario minus IST-Zustand

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: THERMISCHE SITUATION**

Peter-Härtling-Schule Mainz  
 IST-Situation  
 Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



**Lufttemperatur in 2m Höhe**

- unter 30.00 °C
- 30.00 bis 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
- 36.00 bis 37.00 °C
- über 37.00 °C

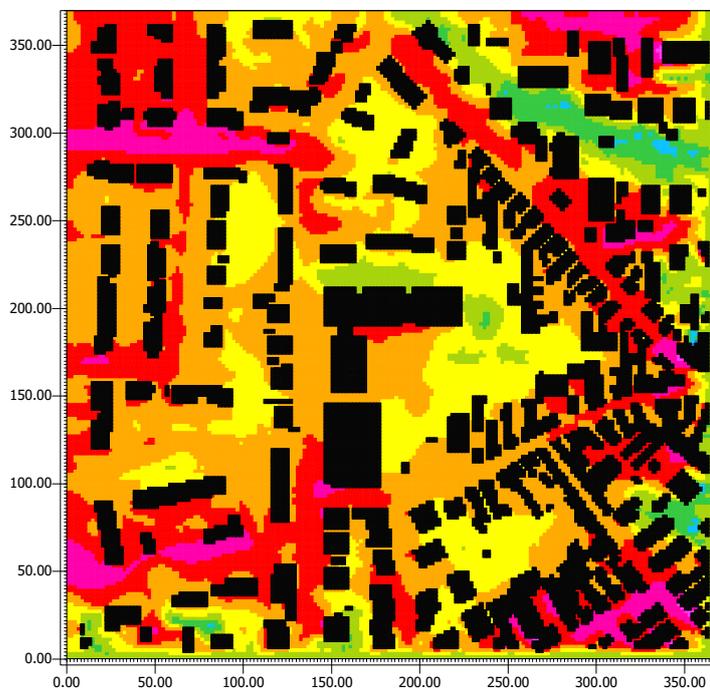
Min: 29.82 °C  
 Max: 37.81 °C

■ Gebäude



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

Peter-Härtling-Schule Mainz  
 Plan  
 Sommerliche Strahlungssituation 15 Uhr MEZ



**Lufttemperatur in 2m Höhe**

- unter 30.00 °C
- 30.00 bis 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
- 36.00 bis 37.00 °C
- über 37.00 °C

Min: 29.82 °C  
 Max: 37.81 °C

■ Gebäude



Abb. 16 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Planszenario: Lufttemperaturen um 15 Uhr bei einer Anströmung aus Ost

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: THERMISCHE SITUATION**



Abb. 17 Differenzen der Lufttemperaturen um 15 Uhr: Planszenario minus IST-Zustand



Abb. 18 Differenzen der Lufttemperaturen um 0 Uhr: Planszenario minus IST-Zustand

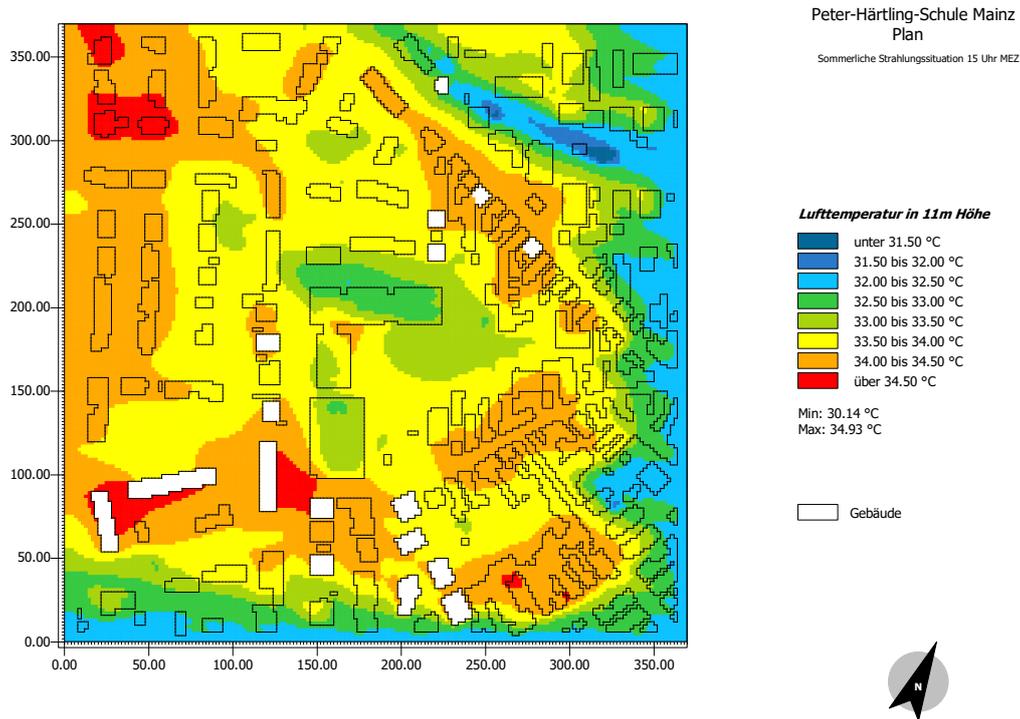
**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: THERMISCHE SITUATION**


Abb. 19 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im Planszenario  
Lufttemperaturen in 11 m Höhe um 15 Uhr bei einer Anströmung aus Ost

**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. In den Abbildungen 15 bis 19 sind die Verteilungen und Veränderungen der Lufttemperaturen dargestellt. Lokale Unterschiede in der thermischen Belastung ergeben sich insbesondere während des Tages. Die Lufttemperaturen in 2 m Höhe liegen während eines sommerlichen Hitzetages im IST-Zustand (Abb. 15) über der versiegelten Fläche des Schulhofes mit bis zu 36 °C auf einem mittleren Niveau im Vergleich zur umgebenden Bebauung mit über 38 °C. Insgesamt weist die Planfläche eine mittlere Wärmebelastung auf.

Im Planszenario verringern sich die Lufttemperaturen (Abb. 17) auf dem Schulhof um bis zu 1,3 Grad sowie im Umfeld kleinräumig in der Bebauungen jenseits der Ludwig-Schwamb-Straße um bis zu 0,8 Grad. Ursache sind die zunehmende Verschattung durch die neue Bebauung mit einer Reduzierung der Wärmeaufnahme am Tag und die veränderte Durchlüftung des Gebietes. Die um ca. 1,2 Grad höhere Lufttemperatur zwischen Mensa und Sporthalle im Planszenario ist auf den Wegfall der Vegetationsfläche zurückzuführen. Ein weiterer Hotspot mit einer Erhöhung der Werte von über einem Grad findet sich im Bereich des Schulhofes zwischen Mensa und Schulgebäude. Hier staut sich während des Tages die warme Luft.

Die Veränderungen der der nächtlichen Lufttemperaturen (Abb. 18) zeigen ein ähnliches Bild. Es gibt Bereiche, die sich im Planszenario um bis zu 0,5 Grad abkühlen. Insbesondere im Umfeld des Bereiches zwischen der Sporthalle und der Mensa kommt es zu einer moderaten Erhöhung der Lufttemperaturen bis zu 0,6 Grad. In diesem Bereich kommt es zu einer Luftströmung, die bis in die angrenzende Bebauung jenseits der Ludwig-Schwamb-Straße reicht.

Für eine Betrachtung der Situation über den neuen Gebäuden wurde zusätzlich die Lufttemperatur in 11 m Höhe dargestellt. In der Abb. 19 ist deutlich die um ca. 1 Grad geringere Lufttemperatur über den Gründächern im Vergleich zu den konventionellen Dächern erkennbar. Die Veränderungen der Lufttemperaturen durch das Planszenario im Vergleich zur IST-Situation sind insgesamt als gering einzustufen.

### 2.3 MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“: 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. 19). 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.

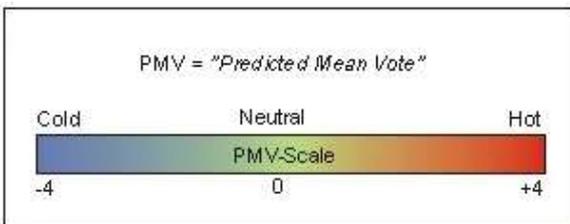


Abb. 20 Werteskala der PMV Grobeinteilung.

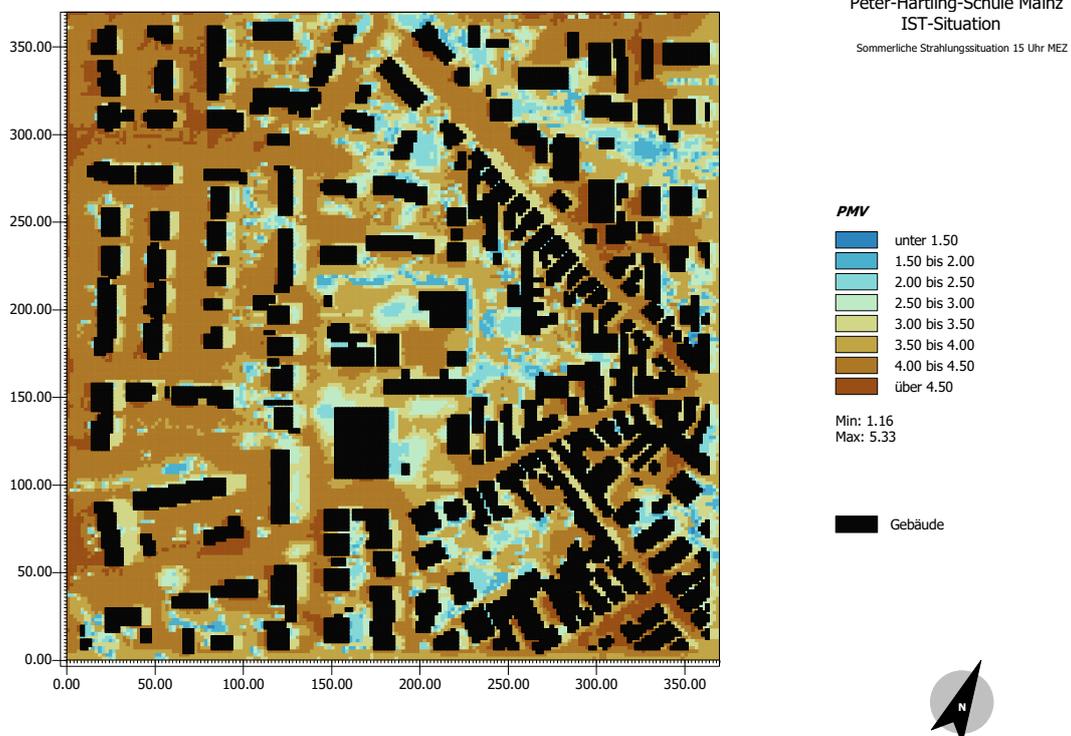


Abb. 21 Ergebnis der Berechnungen für die mikroklimatische Situation im IST-Zustand: PMV-Werte um 15 h

**MIKROSKALIGE MODELLIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“:  
BIOKLIMATISCHE SITUATION**

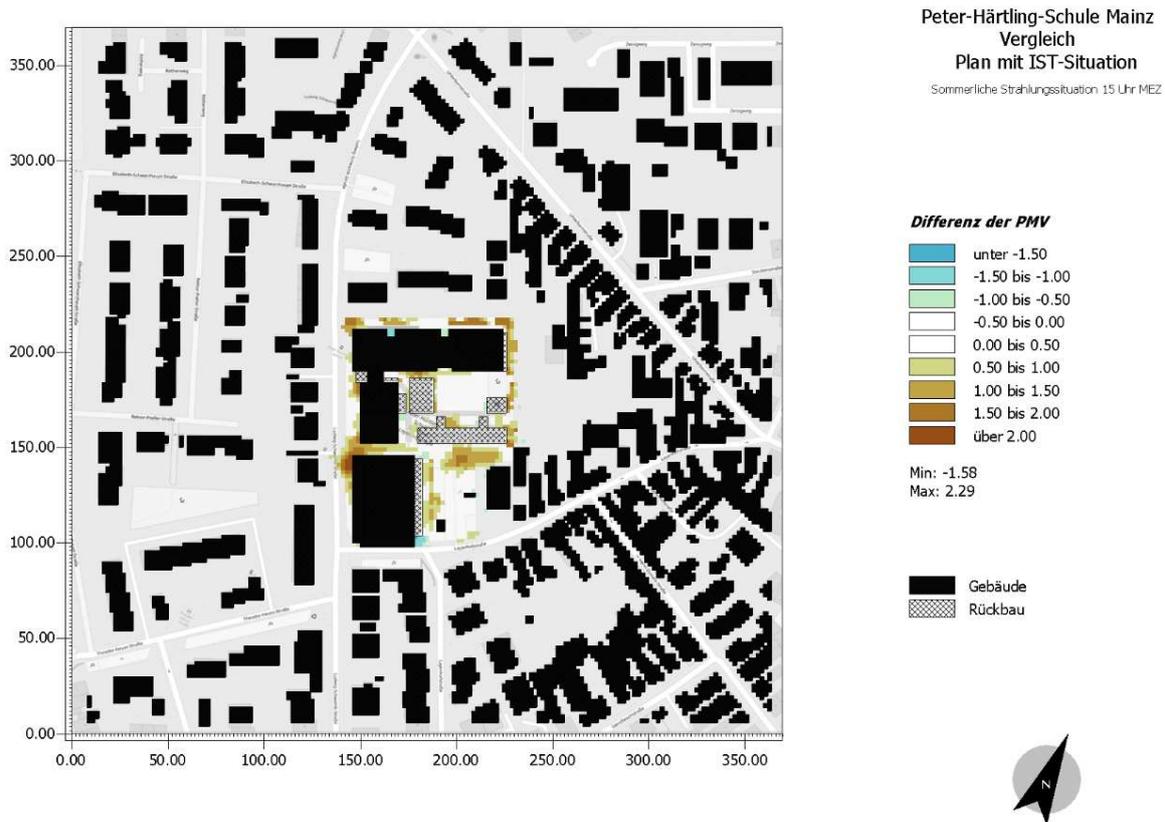


Abb. 22 Differenzen der PMV-Werte um 15 Uhr: Planszenario minus IST-Zustand

**Mikroklimatische Bewertung der bioklimatischen Situation: PMV**

Über den versiegelten Flächen ohne Verschattung im Straßenraum werden am Tag in der IST-Situation (Abb. 21) sehr hohe bioklimatischen Belastungen mit PMV-Werten von über 4 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 in diesen Bereichen durch PMV-Werte zwischen 1,5 und 3,5 gekennzeichnet und im Bereich des Schulhofes ohne Baumbestand mit PMV-Werten über 4 deutlich höher.

Auf den Flächen im Planszenario (Differenzen zu IST in der Abb. 22) erhöhen sich die PMV-Werte in der Tagsituation um bis zu 2,3 im Bereich zwischen Mensa und Sporthalle sowie dem Spielbereich. Die Erhöhung der PMV-Werte werden zum Teil durch veränderte Oberflächen und der fehlenden Baumverschattung bedingt. Im direkt angrenzenden Bereich der neuen Gebäude fallen die mosaikartige Verteilung für kleinräumigen Verringerung der PMV-Werte bis ca. 1,6 aber auch Erhöhungen auf.

Insgesamt bleiben die Veränderungen für das Bioklima auf die Planfläche beschränkt.

## 2.4 FAZIT AUS DER MIKROSKALIGEN MODELLIERUNGEN FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET „PETER HÄRTLING GRUNDSCHULE“

Die Belüftung des Untersuchungsgebietes „Peter Härtling Grundschule“ bleibt im Planszenario durch die verwendeten Anpassungsmaßnahmen weitgehend erhalten, ohne dass die übergeordnete Belüftung für die anschließenden Quartiere beeinflusst wird. Die Windgeschwindigkeiten im restlichen Modellgebiet bleiben im Vergleich zur IST-Situation fast vollständig unverändert.

Durch die Riegelwirkung im Bereich zwischen Mensa und Schulgebäude gibt es einen Trend zu erhöhten Lufttemperaturen, da sich hier während des Tages die warme Luft bei Anströmung aus Ost stauen kann.

Die extensive Dachbegrünung führt zu einer Verringerung der Lufttemperatur über den Dachflächen. Hinter dem neuen Schulgebäude wirkt diese Abkühlung der Luftströmung bis in die angrenzende Bebauung hinein.

Hohe Bäume, wie die hier im Planszenario auf dem Schulhof verwendeten 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. Mehr Vegetation führt zu einer besseren Abschattung von Flächen, die sich dadurch weniger aufheizen, sowie zu einer vermehrten Verdunstungsleistung, die zu einer merklichen Abkühlung beitragen kann. Klimaoasen können insbesondere dann entstehen, wenn eine starke Abschirmung der Grünfläche nach außen gegeben ist und ein Mindestmaß an Grünvolumen besteht.

Durch die im Planszenario verwendeten helleren Oberflächen zeigen die versiegelten Flächen deutlich geringere Aufheizungen und ein verbessertes Abkühlverhalten im Vergleich zu asphaltierten Flächen. Baumpflanzungen auf dem Schulhof kühlen durch Schattenwurf die Oberflächen zusätzlich ab. Der großflächige Einsatz von hellen Betonpflaster kann die Überwärmung im Plangebiet deutlich reduzieren. Zur Vermeidung der starken Erwärmung im Bereich der Gebäudeecke Mensa/ Schulgebäude können z.B. auch technische Lösung zur Verschattung verwendet werden. Für signifikante Verbesserungen der klimatischen Situation spielt die Material- und Farbauswahl des Oberflächenbelags aber auch der Gebäudefassaden eine Rolle.

Die bioklimatische Situation zeigt erwartungsgemäß einen schwachen Trend für die Zunahme der PMV-Werte in den Bereichen, die durch den Wegfall der Baumverschattungen betroffen sind. Insgesamt bleibt das Bioklima weitgehend vergleichbar mit der Belastung in der IST-Situation. Da der Schulhof während des Tages stark genutzt werden soll, ist eine Vermeidung von hoher bioklimatischer Belastung erforderlich.

Die Wirkungen in die Umgebung hinein sind sowohl hinsichtlich der thermischen Verhältnisse wie auch der Belüftungssituation vernachlässigbar gering. Die mikroklimatischen Auswirkungen durch das Planszenario bleiben im Vergleich zur IST-Situation gering. Weitere kleinräumige Anpassungsmaßnahmen, insbesondere Verschattungen im Außenbereich der Schule, könnten die Aufenthaltsqualität weiter verbessern.

### 3. ZUSAMMENSTELLUNG VON ZIELVORGABEN UND ANPASSUNGSMABNAHMEN

Durch die Umsetzung verschiedener, größtenteils schon im Planentwurf vorgesehener Klimaanpassungsmaßnahmen sollten die folgenden zwei Ziele der klimaangepassten Bebauung des Untersuchungsgebietes Peter Härtling Grundschule in Mainz Finthen erreicht werden:

1. Erhalt der Belüftung im Quartier und der Durchströmbarkeit des Gebietes
2. Minimierung der sommerlichen Hitzeentwicklung vor Ort

#### **Anpassungsmaßnahmen zum Ziel 1 (Belüftung):**

Zur Unterstützung der Belüftung und des Luftaustausches sowohl über die Untersuchungsflächen als auch in die Umgebung hinein sollten hier die folgenden Maßnahmen eingehalten werden:

- Die Versiegelung im Bereich der geplanten Gebäude sollte möglichst gering gehalten werden, um das Kühlpotenzial verbessern zu können. Dies ist in der Planung so vorgesehen.
- Zur Erhöhung der kühlenden Wirkung der durchströmenden Luft, auch für die angrenzende Bestandsbebauung, sollten die im Planentwurf vorgegebenen Dachbegrünungen auf jeden Fall wie vorgesehen umgesetzt werden.
- Um eine gute Durchlüftung für das Quartier zu gewährleisten, sollten die Strömungshindernisse, auch beispielsweise Büsche, gering bleiben und die im Planentwurf vorgegebenen Gebäudehöhen nicht überschreiten. Dies ist in der Umsetzung so vorgesehen.

#### **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 23 zeigt die Auswirkungen von verschiedenen Bodenoberflächen auf die Oberflächentemperaturen (eigene Berechnungen).

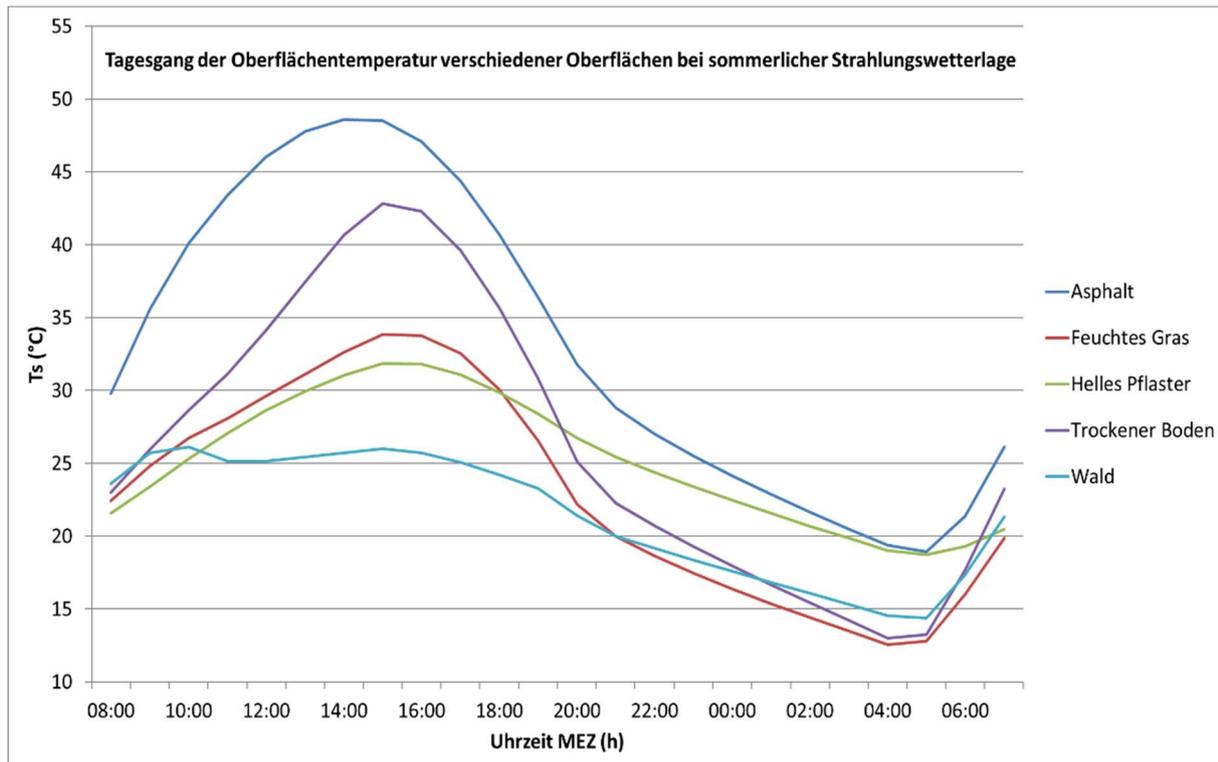


Abb. 23 Tagesgang der Oberflächentemperaturen verschiedener Oberflächenmaterialien

Während die Asphaltflächen 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.

Entsprechend wurden im Plan helle Beläge vorgesehen. Dies führt zu einer Reduzierung der Oberflächentemperaturen in diesen Bereichen (siehe Ergebnisse der Modellierungen, Abb. 13).

Ziel der Siedlungsplanung 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. 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, Radwege, Gehwege, Zufahrtswege und Stellplatzflächen sind wasserdurchlässige Befestigungen besonders angebracht.

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 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 Gebäude.

Zusammengefasst sollten die folgenden Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastungen im Untersuchungsgebiet Peter Härtling Grundschule in Mainz Finthen umgesetzt werden:

- Flächensparende Bauweise, Vermeidung von Bodenversiegelungen bei Verkehrsflächen und im Pausenhofbereich. Dies ist in der vorliegenden Planung berücksichtigt.
- Material- und Farbauswahl unter den Gesichtspunkten der minimalen Aufheizung treffen. Dies wird in der Umsetzung der Planung berücksichtigt.
- Begrünung des Straßenbereichs und der Schulhofflächen, wie im Planentwurf vorgesehen mit 12 m hohen Bäumen auf dem Schulhof und 8 m hohen Bäumen und blattfreiem Stamm mit mittlerer Kronendichte an der Ludwig-Schwamb-Straße
- Gezielter Einsatz von Vegetation zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität, z.B. mehr Bäume auf dem Schulhof -> Klimaoasen
- Dach- und Fassadenbegrünungen. Dies ist in der vorliegenden Planung berücksichtigt (siehe Ergebnisse der Modellierungen, Abb. 19).
- (Bauliche) Flächenverschattungen im Schulhofbereich