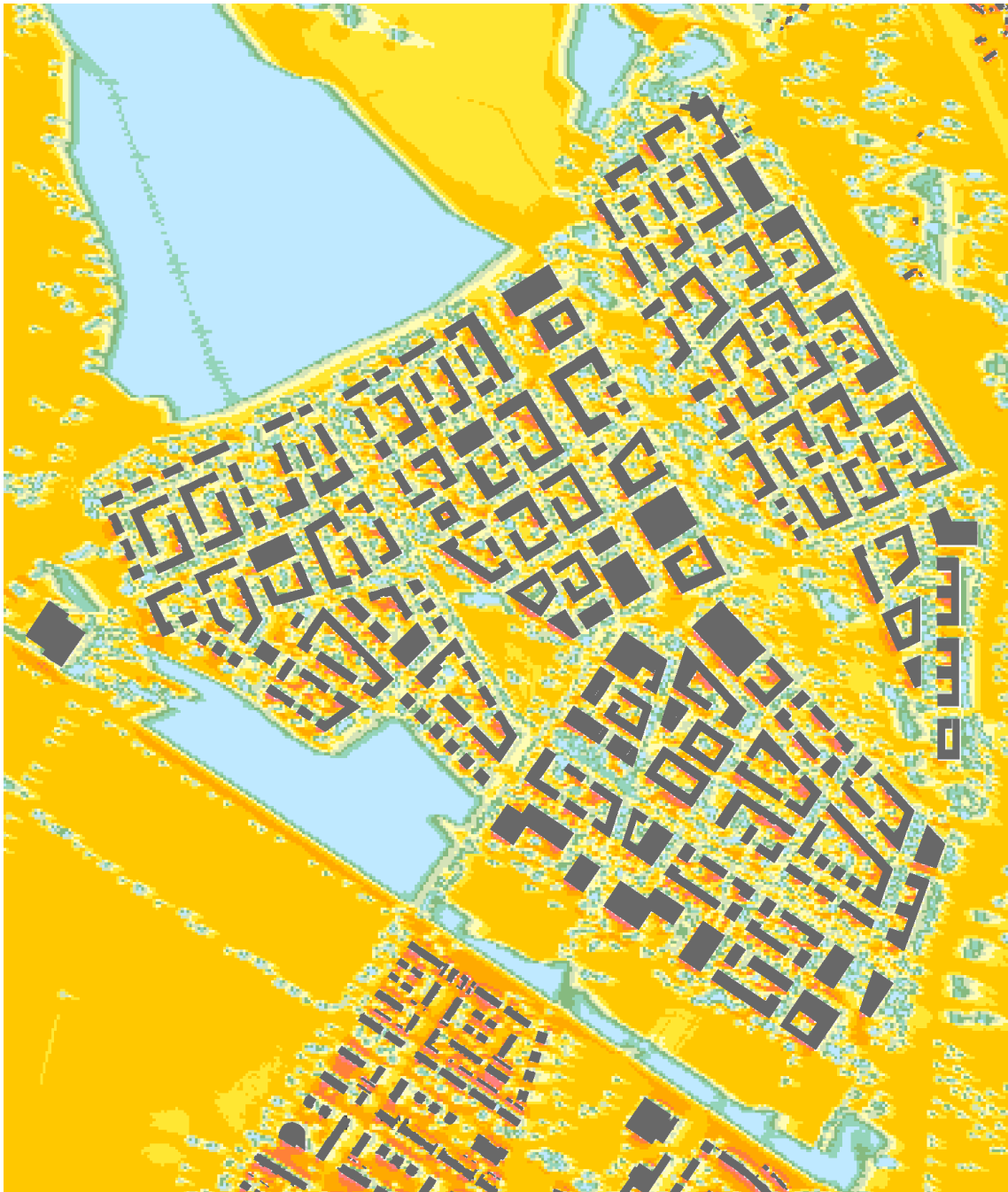


Klimagutachten 2021 (Hitze & Wind) – Stadtteil Dietenbach Bauabschnitt 1



Klimagutachten 2021 (Hitze & Wind) – Stadtteil Dietenbach
Bauabschnitt 1

Auftraggeber: Stadtplanungsamt Freiburg im Breisgau
Fehrenbachallee 12
79106 Freiburg im Breisgau

Auftragnehmer: INKEK GmbH
Institut für Klima- und Energiekonzepte
Schillerstraße 50 in 34253 Lohfelden

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Sebastian Kupski und BSc Ursula Rachor
Qualitätskontrolle: Prof. Dr. Lutz Katzschner

Lohfelden, 28. Oktober 2021

Sebastian Kupski, Dipl.-Ing./ Stadtplaner-IngKH
(Geschäftsführer)

Inhalt	Seite
1 Aufgabenstellung.....	5
1.1 Lage des Gebiets / Kontext	7
2 Erhebungsmethodik.....	8
2.1 Aufbau der Analyse	9
2.2 Stadtklimatische Bewertung über den thermischen Index PET	14
2.3 Planungsrelevanz	15
3 Mikroklimakarten	16
3.1 Windfeld	16
3.2 PET	20
3.3 Nächtliche Lufttemperatur.....	23
3.4 Zukünftige klimatische Situation	26
3.5 Bauabschnitt 1: Vergleich der Simulationen 2019 und 2021	28
4 Planungshinweise.....	30
4.1 Gesamter Stadtteil.....	30
4.2 Erster Bauabschnitt.....	31
5 Fazit	32
6 Literatur	33
7 Anhang	33

Abbildungen

Abbildung 1: Bauabschnitte neuer Stadtteil Dietenbach.....	6
Abbildung 2: Rahmenplan neuer Stadtteil Dietenbach (Stand 03.11.2020).....	7
Abbildung 3: Thermischer Wirkungskomplex.....	8
Abbildung 4: Lage des Untersuchungsgebiets (roter Rahmen) im Luftbild.....	9
Abbildung 5: Bodentyp BESTAND	10
Abbildung 6: Bodentyp PLAN	10
Abbildung 7: Gebäude mit Höhe BESTAND.....	11
Abbildung 8: Gebäude mit Höhe PLAN	11
Abbildung 9: Vegetation (Gras, Wald und Baumtyp) BESTAND.....	11
Abbildung 10: Vegetation (Gras, Wald und Baumtyp) PLAN	11
Abbildung 11: Ausschnitt der Klimafunktionskarte (KFK) Freiburg im Breisgau mit Legende und markierter Lage des Untersuchungsgebietes.....	13
Abbildung 12: Windfeld BESTAND um 12 Uhr (Karte 1 im Anhang).	18
Abbildung 13: Windfeld BESTAND um 0 Uhr (Karte 3 im Anhang).	18
Abbildung 14: Windfeld PLAN um 12 Uhr (Karte 2 im Anhang).	19
Abbildung 15: Windfeld PLAN 0 Uhr (Karte 4 im Anhang).	19
Abbildung 16: PET BESTAND 14 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 5 im Anhang).....	21
Abbildung 17: PET PLAN 14 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 6 im Anhang).	21
Abbildung 18: PET Tagesmittel BESTAND in einer Höhe von 1,5 m (Karte 7 im Anhang).	22
Abbildung 19: PET Tagesmittel PLAN in einer Höhe von 1,5 m (Karte 8 im Anhang).	22
Abbildung 20: BESTAND-Situation; nächtliche Lufttemperatur um 4 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 9 im Anhang).....	24
Abbildung 21: PLAN-Situation; nächtliche Lufttemperatur um 4 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 10 im Anhang).....	24
Abbildung 22: Differenz der nächtlichen Lufttemperatur BESTAND <> PLAN um 4 Uhr in 1,5 m Höhe (Karte 11 im Anhang).....	25
Abbildung 23: Diagramm Gitterzelle 270/240 (Marktplatz der Simulation Dietenbach) in einer Höhe von 1,5 m und die Auswirkungen des projizierten Klimawandels.	26
Abbildung 24: Vergleich heutiges Klima <> zukünftiges Klima.	27
Abbildung 25: Vergleich PET Tagesmittel im Zentrum des 1. Bauabschnitts (oben: Rahmenplan 2019, unten: Rahmenplan 2021).....	28

Die Erstellung des Gutachtens erfolgte nach Stand der Technik sowie nach bestem Wissen und Gewissen. Klimatische Analysen und Wetterbedingungen unterliegen einer entsprechenden Variabilität, das tatsächliche Eintreten kann naturgemäß nicht sicher prognostiziert werden.

1 Aufgabenstellung

Im Jahr 2019 wurde der Siegerentwurf des städtebaulichen Wettbewerbs für den neuen Stadtteil Dietenbach in Freiburg im Breisgau stadtklimatisch untersucht. Die mittlerweile fortgeschrittene Planung und die Vorbereitungen zum Bauabschnitt 1 (siehe Übersicht in Abbildung 1) sollen in diesem Klimagutachten analysiert werden. Klimauntersuchungen sind grundlegend von großer Bedeutung für eine nachhaltige Stadtplanung, da Städte durch ihre Struktur per se ein erhöhtes Belastungspotenzial für die Bevölkerung aufweisen, welches durch den voranschreitenden Klimawandel noch deutlich erhöht wird. Mit geeigneten Maßnahmen zur Klimaanpassung kann und sollte den Auswirkungen der globalen Erhitzung entgegengewirkt werden. Welche Maßnahmen sinnvoll sind, muss dabei für jeden Standort individuell geprüft werden.

Untersuchungsgegenstand dieses Gutachtens sind die Hitzebelastung sowie die Windverhältnisse im neuen Stadtteil und die Auswirkungen der Bebauung auf die umliegenden Quartiere / Stadtteile. Das vorliegende Gutachten umfasst hingegen nicht die Auswirkungen von Hochwasser- und Starkregenereignissen sowie von Trockenheit als weitere Folgen des Klimawandels auf den neuen Stadtteil und die umliegenden Stadtgebiete.

Sowohl für den Gesamtstadtteil (für die Flächennutzungsplan-Änderung sowie die kumulierte Betrachtung auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung) sowie für den ersten Bauabschnitt (erster Teilbebauungsplan Nr. 6-175 „Dietenbach – Am Frohnholz“) werden Planungshinweise nach VDI Richtlinie 3787 Blatt 1 formuliert. Dafür wurden die Parameter Windrichtung und -geschwindigkeit, PET, nächtliche Lufttemperatur und die zukünftige klimatische Situation modelliert und analysiert.

Ziel des Gutachtens und der darin enthaltenen Planungshinweise ist die Vermeidung hoher Hitzebelastung und die Entstehung bzw. Verschärfung von Hitze-Inseln, sowohl im neuen Stadtteil selbst als auch in den anliegenden Quartieren. Das Gutachten soll einen Beitrag dazu leisten, dass der neue Stadtteil auch unter den sich verändernden Klimabedingungen zukünftig eine hohe Lebensqualität aufweist.

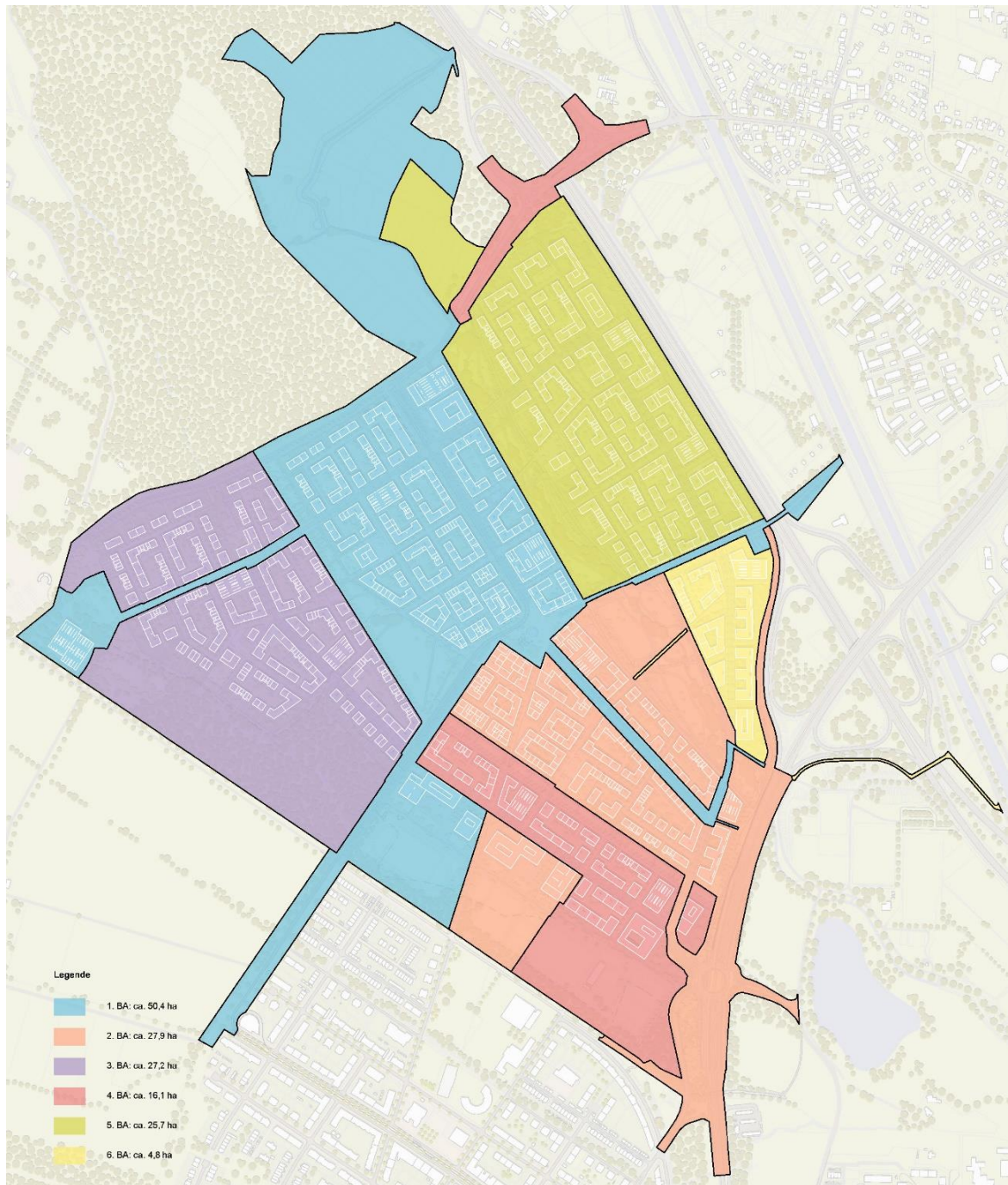


Abbildung 1: Bauabschnitte neuer Stadtteil Dietenbach (Quelle: Erläuterungsbericht zum Rahmenplan, Kurzfassung 11/2020).

1.1 Lage des Gebiets / Kontext

Das rund 108 ha große Gebiet des neuen Stadtteils Dietenbach (aktuelle Version des Rahmenplans s. Abbildung 2) liegt etwa vier Kilometer westlich des Freiburger Stadtzentrums zwischen den Stadtteilen Rieselfeld (im Süden), Weingarten (im Osten) und Lehen (im Norden). Im Westen grenzen die Waldbereiche des sog. Mooswaldes an, Teil des europäischen Vogelschutzgebiets „Mooswälder bei Freiburg“. Am Nordostrand des Dietenbachgeländes verläuft die autobahnähnlich ausgebaute B 31a mit zwei Fahrstreifen je Richtung. Nördlich der B 31a schließt sich die Dreisamniederung als übergeordnete, lineare Freiraumachse an. Diese hat als Frischluftschneise gesamtstädtische Bedeutung. Im Süden befindet sich zwischen dem Dietenbachgelände und dem Stadtteil Rieselfeld ein Waldstreifen, der in reduzierter Form auch künftig eine räumliche Zäsur zwischen beiden Stadtteilen bilden wird. Hier befinden sich überwiegend Sportnutzungen. Im Osten liegt schließlich mit dem Dietenbachpark im Stadtteil Weingarten (und abgetrennt durch die Tel-Aviv-Yafo-Allee, vormals Besançonallee) eine weitere größere Grünfläche.

Das Dietenbachgelände selbst wird derzeit noch intensiv landwirtschaftlich genutzt. Darüber hinaus dient das Gebiet auch zur Naherholung für die Bewohner und Bewohnerinnen der angrenzenden Stadtteile. Prägendes Landschaftselement ist das namensgebende Gewässer Dietenbach, welches den Entwicklungsbereich von Südosten Richtung Nordwesten durchmisst. Die Baum- und Gehölzgruppen am Dietenbach sollen zusammen mit weiteren, vereinzelt im Gebiet vorhandenen Baumgruppen und Biotopen (unter anderem in Teilbereichen des ehemaligen Käserbachs), erhalten werden.

Der Bau des Stadtteils wird zu einer Veränderung der bioklimatischen Eigenschaften und Funktionen des Standorts führen.



Abbildung 2: Rahmenplan neuer Stadtteil Dietenbach (Stand 03.11.2020).

2 Erhebungsmethodik

Für die mikroskalige Analyse von Stadträumen wird das Modell ENVI-met (Bruse und Fler, 1998) verwendet. Mit Hilfe des Programms können Mikroklimakarten produziert werden, die unterschiedliche Parameter, wie beispielsweise Windgeschwindigkeit, mittlere Strahlungstemperatur oder thermische Indizes, flächendeckend im Untersuchungsgebiet abbilden. In einem Forschungsprojekt der Universitäten Freiburg, Kassel und Mainz (KLIMES) wurden ENVI-met Modellierungen mit Messungen validiert und über zeitgleich durchgeführte Befragungen, der thermische Index einer subjektiven Bewertung der Menschen zugeordnet. Diese Zuordnung basiert auf einem sogenannten „Norm-Menschen“ (männlich, 35 Jahre, 1,75 m, 75 kg, leichter Sommeranzug und langsames Gehen) (Jendritzky et al. 1990), der stellvertretend den Berechnungen zugrunde liegt. Je nach Alter, Geschlecht und physiologischem Zustand gibt es daher eine bestimmte Varianz in der Wahrnehmung thermischer Zustände.

Für die Realisierung der Berechnungen wurde neben den meteorologischen Eingangsdaten das Untersuchungsgebiet digitalisiert, wobei Gebäudehöhen, realistische Bodenmaterialien und Baumstandorte in das Modell integriert wurden (siehe Kap. 2.1).

Das Modell liefert als Ausgabe die Strahlungsbedingungen, die solare Sonneneinstrahlung sowie Gebäudeabstrahlung, Windverhältnisse, Lufttemperatur und Luftfeuchte (Hitzestress), ausgedrückt als physiologisch äquivalente Temperatur (PET) (Höppe, 1999) und weitere meteorologische Parameter.

Die biometeorologische Kenngröße PET beschreibt unter Berücksichtigung der thermophysiologischen Zusammenhänge das thermische Empfinden des Menschen (Brandenburg und Matzarakis, 2007) und ist somit eine physikalische Kenngröße für das Wohlbefinden, das vom thermischen Wirkungskomplex abhängig ist (siehe auch Abbildung 3). Neutralität herrscht dann, wenn so viel Wärme vom menschlichen Körper aufgenommen wird, wie auch selbstständig wieder abgegeben werden kann.

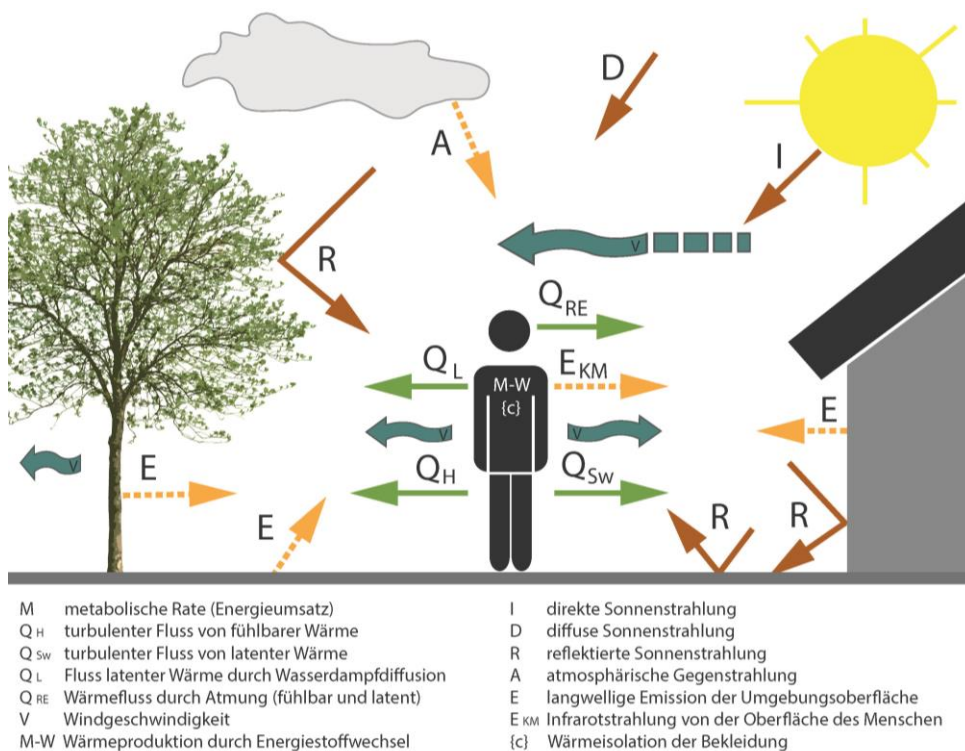


Abbildung 3: Thermischer Wirkungskomplex.

Die beschriebene Methode (nach VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1) kann sowohl für ein existierendes Stadtquartier als auch in einem frühen Stadium des Planungsentwurfs angewandt werden, um Problembereiche zu identifizieren und Strategien zur Verbesserung des Komforts wie z.B. Begrünung, geringe Versiegelung, Verschattung oder Windschutz einzuleiten.

2.1 Aufbau der Analyse

Das Klimagutachten 2021 baut auf den gleichen Modellbedingungen wie die Simulationen aus dem Jahr 2019 auf.

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über eine Länge und Breite von jeweils 2 km (s. Abbildung 4). Die Simulation wurde in einer Auflösung von 4 x 4 m durchgeführt, was in einer Zellanzahl von 250.000 pro horizontaler Ebene resultiert.



Abbildung 4: Lage des Untersuchungsgebiets (roter Rahmen) im Luftbild

Es wurde ein Modelllauf von 48 Stunden auf Grundlage der Plangrundlagen durchgeführt. Neben Eingangsdaten aus dem Klimaanpassungskonzept der Stadt Freiburg, Themenfeld „Hitze“ (2019, im Weiteren als KLAKE „Hitze“ bezeichnet) konnten Luftbilder, Messergebnisse sowie der aktuelle Rahmenplan (Abbildung 2) des Betrachtungsraums genutzt werden.

2.1.1 Eingangsdaten

Dem Modell stehen materialspezifische Eingangsdaten zur Verfügung. Um eine möglichst realistische Simulation durchführen zu können, wurden die real vorhandenen und die künftig voraussichtlich typischen Materialien für das Untersuchungsgebiet ausgewählt und im Modell nachgebildet (Abbildung 5 und Abbildung 6).

Für den Bodentyp wurde ein standardisiertes Lehmbodenprofil gewählt. Typischerweise wird für große Straßen dunkler Asphalt verwendet, für die übrigen Fahrwege graue Betonbeläge und für die Gehwege und Plätze graues Pflaster. Für die Plan-Situation wurden die detaillierten Informationen (siehe Abbildung 2) entsprechend der Gitternetzgröße angepasst und umgesetzt.

Bestandsgebäude wurden nachgebildet und die Neuplanungen und die Gebäudehöhen entsprechend den Vorgaben aus dem Rahmenplan modelliert (Abbildung 7 und Abbildung 8). Rasenflächen wurden als 10 cm hohes Gras modelliert, landwirtschaftliche Flächen vereinfacht als 50 cm hohes Gras. Bäume wurden je nach Größe in 3 unterschiedliche Kategorien unterteilt:

Baumkategorie	Höhe, Kronenbreite
1	10 m, 5 m
2	12 m, 9 m
3	20 m, 13 m

Zudem wurden größere Waldstücke als einfachere, 20 m hohe „Baummasse“ modelliert, um die Rechenzeit des Modells an sinnvoller Stelle zu reduzieren (Abbildung 9 und Abbildung 10).

Tabelle 1: Visualisierung der Modell-Eingangsdaten

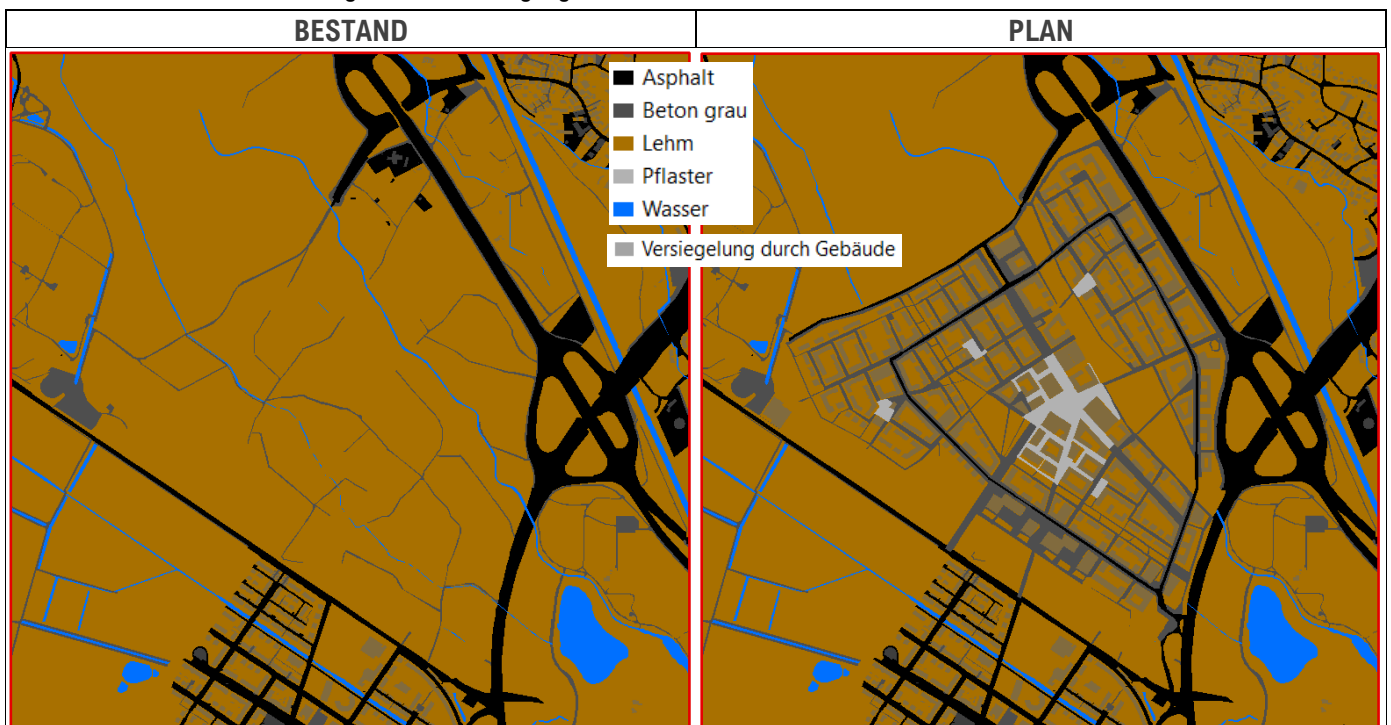


Abbildung 5: Bodentyp BESTAND

Abbildung 6: Bodentyp PLAN

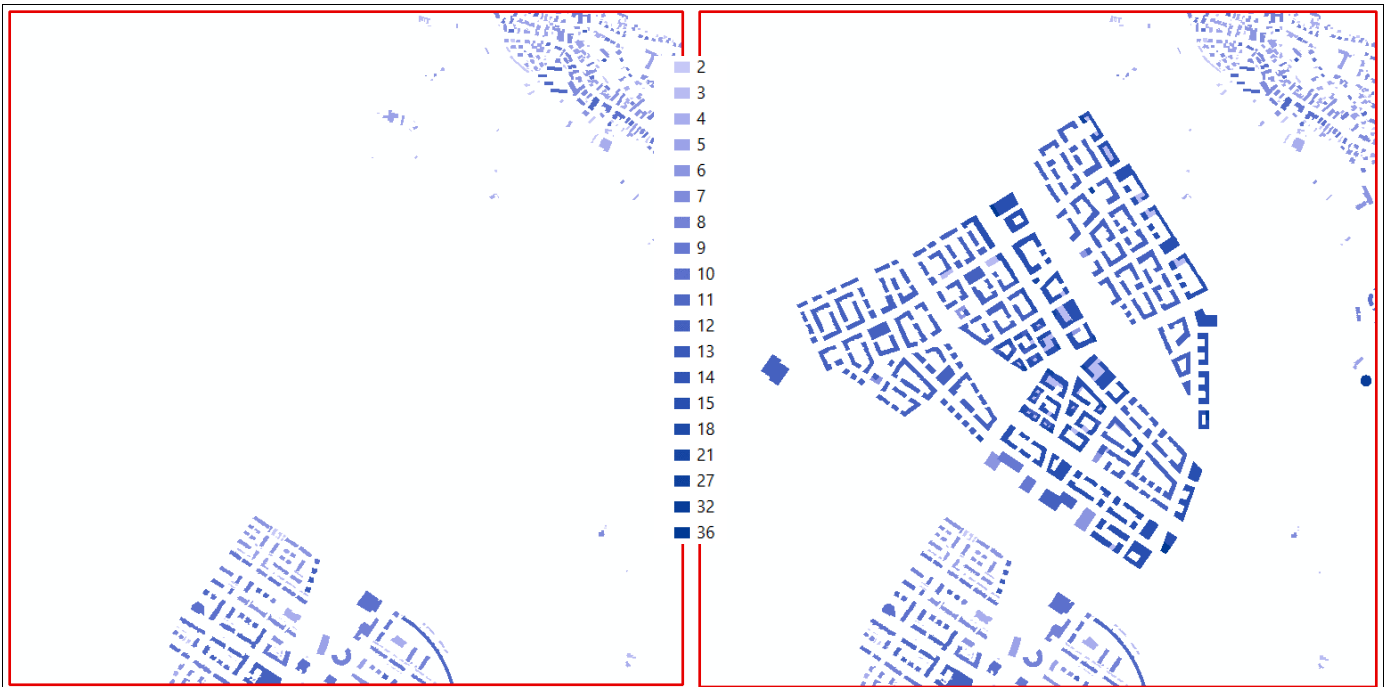


Abbildung 7: Gebäude mit Höhe BESTAND

Abbildung 8: Gebäude mit Höhe PLAN

Abbildung 9: Vegetation (Gras, Wald und Baumtyp)
BESTANDAbbildung 10: Vegetation (Gras, Wald und Baumtyp)
PLAN

Die Eingangsdaten zeigen, dass im neuen Stadtteil viel Vegetation (Rasenflächen und Bäume) eingeplant ist. Gleichzeitig steigt jedoch der Versiegelungsgrad durch Straßen, Plätze und Bebauung stark an. Ebenso erhöht sich der Anteil von wärmespeichernden künstlichen Baumaterialien im Gebiet deutlich.

2.1.2 Initialisierungsdaten

Um eine maximale solare Einstrahlung zu simulieren, wurde ein wolkenloser Sommertag (21. Juni) gewählt. Aus dem oben erwähnten KLAK „Hitze“ und der dazugehörigen Stadtklimaanalyse (s. Abbildung 11) sowie weiteren Messwerten wurde für die Initialisierung eine Lufttemperatur von 16,85° C um 7 Uhr abgeleitet.

Windrichtung und -geschwindigkeit wurden für eine charakteristische Sommerlage mit schwachen Winden festgelegt, die im Laufe des Tages in Richtung und Geschwindigkeit wechseln (s. Tabelle 2).

Die Informationen zur Lufttemperatur und dem Windfeld sind in Abbildung 11 hinterlegt. Diese zeigt einen Ausschnitt der Klimafunktionskarte (KFK) Freiburg im Breisgau mit der nächtlichen Lufttemperatur und Anströmungsrichtung.

Tabelle 2: Externer Antrieb des Windfeldes an den Modellgrenzen (Forcing)

Datum	Uhrzeit	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [Grad]	Datum	Uhrzeit	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [Grad]
21. Jun	07:00:00	1	225	22. Jun	05:30:00	1	140
21. Jun	07:30:00	1	225	22. Jun	06:00:00	1	150
21. Jun	08:00:00	1	225	22. Jun	06:30:00	1	160
21. Jun	08:30:00	1	225	22. Jun	07:00:00	1	170
21. Jun	09:00:00	1	225	22. Jun	07:30:00	1	180
21. Jun	09:30:00	2	225	22. Jun	08:00:00	1	190
21. Jun	10:00:00	2	225	22. Jun	08:30:00	1	200
21. Jun	10:30:00	2	225	22. Jun	09:00:00	1	210
21. Jun	11:00:00	2	225	22. Jun	09:30:00	2	215
21. Jun	11:30:00	2	225	22. Jun	10:00:00	2	220
21. Jun	12:00:00	3	225	22. Jun	10:30:00	2	225
21. Jun	12:30:00	3	225	22. Jun	11:00:00	2	225
21. Jun	13:00:00	3	225	22. Jun	11:30:00	2	225
21. Jun	13:30:00	3	225	22. Jun	12:00:00	3	225
21. Jun	14:00:00	3	225	22. Jun	12:30:00	3	225
21. Jun	14:30:00	3	225	22. Jun	13:00:00	3	225
21. Jun	15:00:00	3	225	22. Jun	13:30:00	3	225
21. Jun	15:30:00	3	225	22. Jun	14:00:00	3	225
21. Jun	16:00:00	2	220	22. Jun	14:30:00	3	225
21. Jun	16:30:00	2	215	22. Jun	15:00:00	3	225
21. Jun	17:00:00	2	210	22. Jun	15:30:00	3	225
21. Jun	17:30:00	2	200	22. Jun	16:00:00	2	220
21. Jun	18:00:00	1	190	22. Jun	16:30:00	2	215
21. Jun	18:30:00	1	180	22. Jun	17:00:00	2	210
21. Jun	19:00:00	1	170	22. Jun	17:30:00	2	200
21. Jun	19:30:00	1	160	22. Jun	18:00:00	1	190
21. Jun	20:00:00	1	150	22. Jun	18:30:00	1	180
21. Jun	20:30:00	1	140	22. Jun	19:00:00	1	170
21. Jun	21:00:00	1	130	22. Jun	19:30:00	1	160
21. Jun	21:30:00	1	120	22. Jun	20:00:00	1	150
21. Jun	22:00:00	1	110	22. Jun	20:30:00	1	140
21. Jun	22:30:00	1	100	22. Jun	21:00:00	1	130
21. Jun	23:00:00	1	100	22. Jun	21:30:00	1	120
21. Jun	23:30:00	1	100	22. Jun	22:00:00	1	110
22. Jun	00:00:00	1	100	22. Jun	22:30:00	1	100
22. Jun	00:30:00	1	100	22. Jun	23:00:00	1	100
22. Jun	01:00:00	1	100	22. Jun	23:30:00	1	100
22. Jun	01:30:00	1	100	23. Jun	00:30:00	1	100
22. Jun	02:00:00	1	100	23. Jun	01:00:00	1	100
22. Jun	02:30:00	1	100	23. Jun	01:30:00	1	100
22. Jun	03:00:00	1	100	23. Jun	02:00:00	1	100
22. Jun	03:30:00	1	100	23. Jun	02:30:00	1	100
22. Jun	04:00:00	1	110	23. Jun	03:00:00	1	100
22. Jun	04:30:00	1	120	23. Jun	03:30:00	1	100
22. Jun	05:00:00	1	130	23. Jun	04:00:00	1	110
				23. Jun	04:30:00	1	110

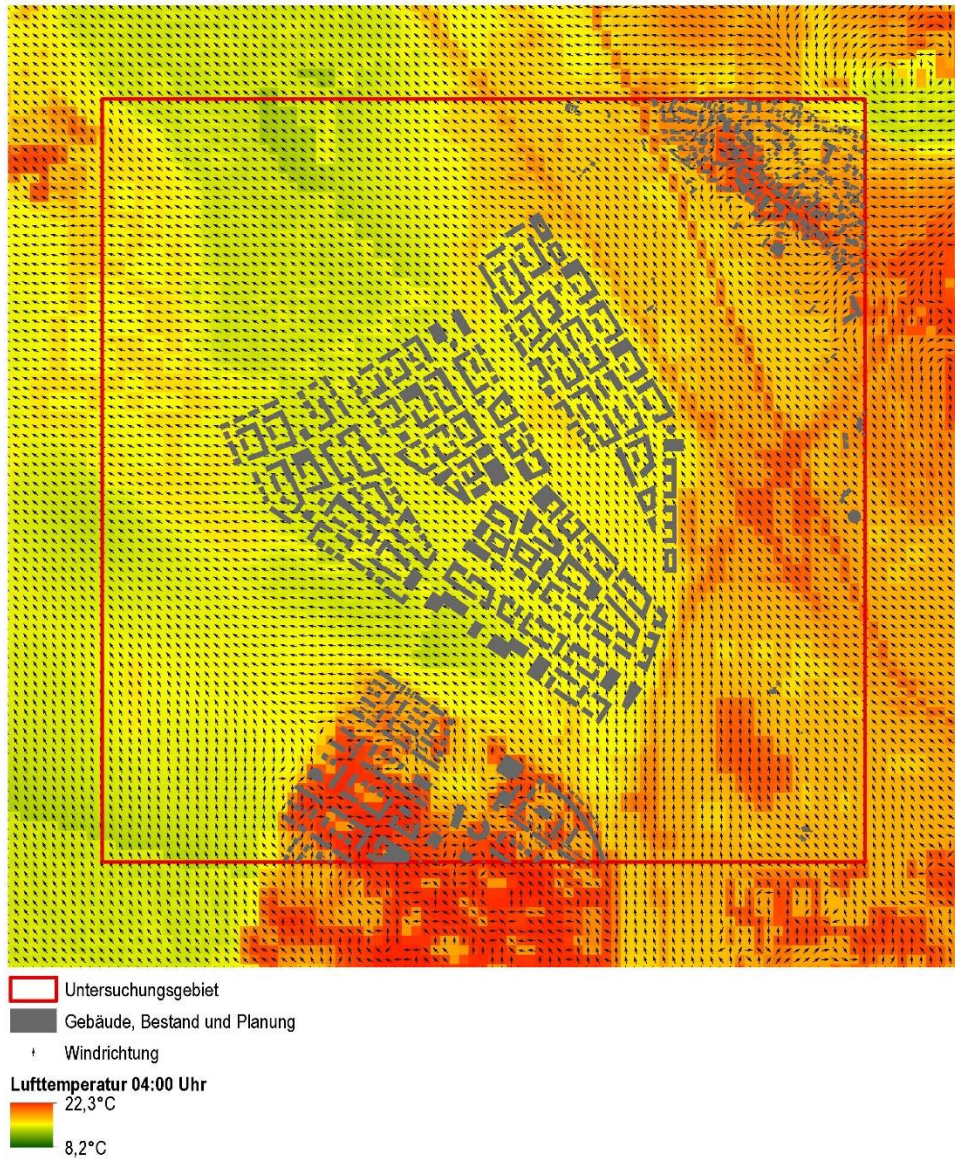


Abbildung 11: Ausschnitt der Klimafunktionskarte (KFK) Freiburg im Breisgau (nächtliche Lufttemperatur und Anströmungsrichtung) mit Legende und markierter Lage des Untersuchungsgebietes.

2.2 Stadtklimatische Bewertung über den thermischen Index PET

Für eine planerische Bewertung ist die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) von besonderer Bedeutung, da hier die Einflussgrößen auch getrennt betrachtet werden können, und somit die Auswirkungen planerischer Maßnahmen direkt ablesbar werden.

Die physiologisch äquivalente Temperatur wird als Funktion von der mittleren Strahlungstemperatur, der Windgeschwindigkeit, der Lufttemperatur und des Wasserdampfdrucks [$PET = f(t_{mrt}, v, e, t_a)$], basierend auf dem unter 2. beschriebenen Norm-Menschen, berechnet.

Die mittlere Strahlungstemperatur (t_{mrt}) (mean radiant temperature) stellt die langwelligen und kurzwelligen Strahlungsflüsse aus den vier Himmelsrichtungen, sowie von oben und unten, die auf den Menschen einwirken, zusammengefasst als eine Temperatur, dar. Sie hat den größten Einfluss auf das thermische Empfinden. Hauptfaktor ist die direkte Sonnenstrahlung, die schnell zum Hitzestress an heißen Sommertagen führen kann. Zusätzlich werden diffuse und reflektierte Strahlungsflüsse von der Umgebung, als auch die langwelligen horizontalen Strahlungsflüsse, mit aufgenommen. Über die Erhebung der mittleren Strahlungstemperatur können die Effekte der bebauten Umwelt (Beton, Asphalt, etc.) in ihren Auswirkungen quantitativ analysiert werden.

Im oben beschriebenen Modellansatz können die Strahlungsflüsse auch als separater Parameter dargestellt werden, wodurch sich Baumaterialien über ihre Speicherung und ihren Reflexionsgrad (Albedo) in ihrer Wirkung auf den Wärmehaushalt des Menschen bewerten lassen.

Die Windgeschwindigkeit ist ein weiterer wichtiger Parameter, da die Ventilation die Wärmeflüsse des menschlichen Körpers mitbestimmt. Zudem kann über höhere Windgeschwindigkeiten die thermische Belastung reduziert werden.

Tabelle 3: Bereiche von Hitzestress in Abhängigkeit des Bewertungsindex PET (VDI 3787 Bl.2 2019).

PET (°C)	Thermisches Empfinden	Belastungskategorie
$PET \leq 4$	sehr kalt	extremer Kältestress
$4 < PET \leq 8$	kalt	starker Kältestress
$8 < PET \leq 13$	kühl	moderater Kältestress
$13 < PET \leq 18$	leicht kühl	leichter Kältestress
$18 < PET \leq 23$	komfortabel (neutral)	kein thermischer Stress
$23 < PET \leq 29$	leicht warm	leichte Wärmebelastung
$29 < PET \leq 35$	warm	moderate Wärmebelastung
$35 < PET \leq 41$	heiß	starke Wärmebelastung/Hitzestress
> 41	sehr heiß	extrem starke Wärmebelastung/Hitzestress

In den Klimakarten des Kapitels 3.2 ‚PET‘ werden die PET-Werte flächendeckend dargestellt. Betrachtet wird einerseits die mittägliche Belastungsspitze um 14 Uhr. Um auch die restlichen Tagesstunden einzubeziehen, wird zudem der Tagesmittelwert zwischen 10-18 Uhr betrachtet. Durch die Auswertung des Tagesmittels treten Orte hervor, die möglicherweise den gesamten Tag von sehr hohen Werten geprägt sind. Zudem zieht sich die Nutzung eines solchen Stadtteils über den gesamten Tag hinweg, so dass nicht nur ein einzelner Zeitpunkt in die Bewertung aufgenommen werden sollte.

Der Betrachtungsbereich der Karten liegt stets in einer Höhe von ca. 1,5 m über dem Erdboden, da sich in diesem Bereich die thermophysiological Mitte des stehenden Norm-Menschen befindet.

2.3 Planungsrelevanz

Wie bereits aufgeführt, werden die Stadträume primär hinsichtlich heißer, sommerlicher Tage bewertet. Während der Tageslichtstunden tritt die größte Hitzebelastung für Bewohner und Bewohnerinnen im städtischen Freiraum auf. Im Sommer dominiert die Anzahl der Tageslichtstunden gegenüber den Nachtstunden. Für Frühjahr und Herbst gelten jeweils durchaus die entsprechenden Abstufungen und Verteilungen der PET-Karten der Sommersimulationen, allerdings auf einem niedrigeren Niveau. Durch den veränderten Sonneneinfallswinkel fallen die Schattenbereiche größer aus, so dass hitzestressgefährdete Bereiche quantitativ kleiner werden und die weiteren Abstufungen sich anteilig vergrößern. So können Räume, die im Sommer als belastet gelten, in anderen Jahreszeiten als angenehm empfunden werden.

3 Mikroklimakarten

Im folgenden Kapitel werden die Themen Belüftung (Windfeld), Hitzebelastung (PET), nächtliche Lufttemperatur sowie die zukünftige klimatische Situation anhand von Simulationskarten beschrieben und bewertet. Es erfolgt zudem ein Vergleich der Simulationen von 2019 und 2021. Die Karten finden sich in einem größeren Maßstab im Anhang zu diesem Gutachten.

3.1 Windfeld

3.1.1 Erläuterung

Simuliert wurde eine sommerliche Hochdruckwetterlage, die durch niedrige Windgeschwindigkeiten gekennzeichnet ist. Um den heterogenen und zeitlich variierenden lokalen Anströmungen gerecht zu werden, wurde ein aufwendiges Verfahren genutzt, um diese tagesgangabhängigen Bedingungen in Freiburg korrekt zu berücksichtigen. Es wurde während der Tagstunden eine Anströmung aus Südwesten, entlang des Rheingrabens angesetzt, die mit Einbruch der Dämmerung in eine östliche Anströmung (Aufnahme des Höllentälers) umschwenkt (vgl. Tabelle 2, Forcing).

Dargestellt wird ein *Durchlüftungsindex*, welcher einen Mittelwert der vertikalen Berechnungsebenen (2,5 – 10 m) im dreidimensionalen Raum beschreibt. Hierdurch wird das kleinräumige Durchlüftungsverhalten innerhalb der Stadthindernisschicht im planerischen Kontext besser berücksichtigt.

3.1.2 Bewertung

Bei der Ergebnisdarstellung der unterschiedlichen Windfeldkarten (Abbildung 12 bis Abbildung 15) zeigen sich erwartungsgemäß deutliche Windfeldveränderungen in Abhängigkeit der jeweiligen Situation. Der Bestand ist charakterisiert von einer frei überströmbaren Fläche, so dass das Windfeld bis auf kleinere Ablenkungen durch Bäume/Waldflächen die vorgegebene Anströmungsrichtung aufnimmt. Bei einer Erhöhung der Bodenrauigkeit ergeben sich direkte Auswirkungen auf die bodennahe Belüftung. Die bebauten Bereiche bewirken ein sehr heterogenes Windfeld in den Lee-Bereichen (windgeschützt) und zwischen Gebäudeteilen mit Kanten- und Düseneffekten. Verursacht wird diese Situation durch die Ausrichtung der Bauwerke zur jeweiligen Anströmung und die unterschiedlichen Gebäudehöhen.

Auswirkungen auf die Belüftungsqualität sind lokal auf das Plangebiet beschränkt. Ein negativer Einfluss auf die Belüftungsverhältnisse der angrenzenden Stadtteile oder Siedlungsflächen ist bei keiner Anströmungssituation zu befürchten.

Die beiden Belüftungsschneisen (entlang des Dietenbachs und der Freifläche Käserbachpark) wirken vor allem während der Nachtstunden, wenn die Anströmung aus östlichen Richtungen erfolgt (Abbildung 15). Die Lage und Ausrichtung ist gut gewählt und sorgt für die natürliche Belüftung des Stadtteils. Aber auch die weiteren Straßenzüge sind aufgrund der Ausrichtung entlang der Anströmungsachsen gut belüftet.

Die Bereiche mit Innenhofcharakter sind aufgrund der Bauweise hingegen schwierig zu belüften, da durch die Blockrandbebauung die Innenbereiche im Windschatten liegen. Häufige Windstille ist die Folge. Diese Problematik ist aus dem vorangegangenen Gutachten von 2019 bekannt. Alternative Gestaltungen wie Punkthaus- oder Zeilenbebauung oder weitere Öffnungen im Blockrand wurden jedoch aus städtebaulichen Gründen (Erhalt der Kompaktheit der Gebäudekörper, effiziente Nutzung von Energie und Baufläche, Ausbildung eines urbanen Stadtteil-Charakters) ausgeschlossen. Um die Auswirkungen der eingeschränkten Belüftung in den Innenhöfen zu minimieren, treten für diese Bereiche kompensatorische Maßnahmen in den Vordergrund. Ausgleichende Wirkung kann durch ausreichende Beschattung, viel Vegetation und wenig versiegelte Fläche bewirkt werden.

Eine vollständige Vermeidung von Überwärmungsbereichen ist bei der Neuanlage einer Siedlung praktisch nicht möglich, wenn gleichzeitig alle anderen Ansprüche / Belange berücksichtigt werden. Aus stadtklimatischer Sicht sind zudem Übergangsjahreszeiten und das persönliche Empfinden zu berücksichtigen, so dass durchaus auch Bereiche mit höheren Temperaturen von den Nutzern und Nutzerinnen gesucht werden. Dennoch sollten mögliche thermische Hot-Spots, vor allem vor dem Hintergrund der Klimakrise, kritisch geprüft und mit entsprechenden Maßnahmen reagiert werden.

Zusammenfassend lässt sich das Gebiet, mit Ausnahme der Innenhofbereiche, als gut belüftet beurteilen. Zudem sind keine negativen Auswirkungen auf die umgebenden Quartiere bzw. Stadtteile zu erwarten. Dies gilt auch für die geplante Siedlungserweiterung "Zinklern" im nördlich angrenzenden Stadtteil Lehen. Diese Planung ist zwar in den Karten zur Klimasimulation für den neuen Stadtteil Dietenbach nicht wiedergegeben. Eine Beeinträchtigung ist aber aufgrund der ausreichenden Entfernung in Form der aerodynamischen Pufferzone B 31a und Dreisam unwahrscheinlich.

BESTAND-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – Windfeld Tag

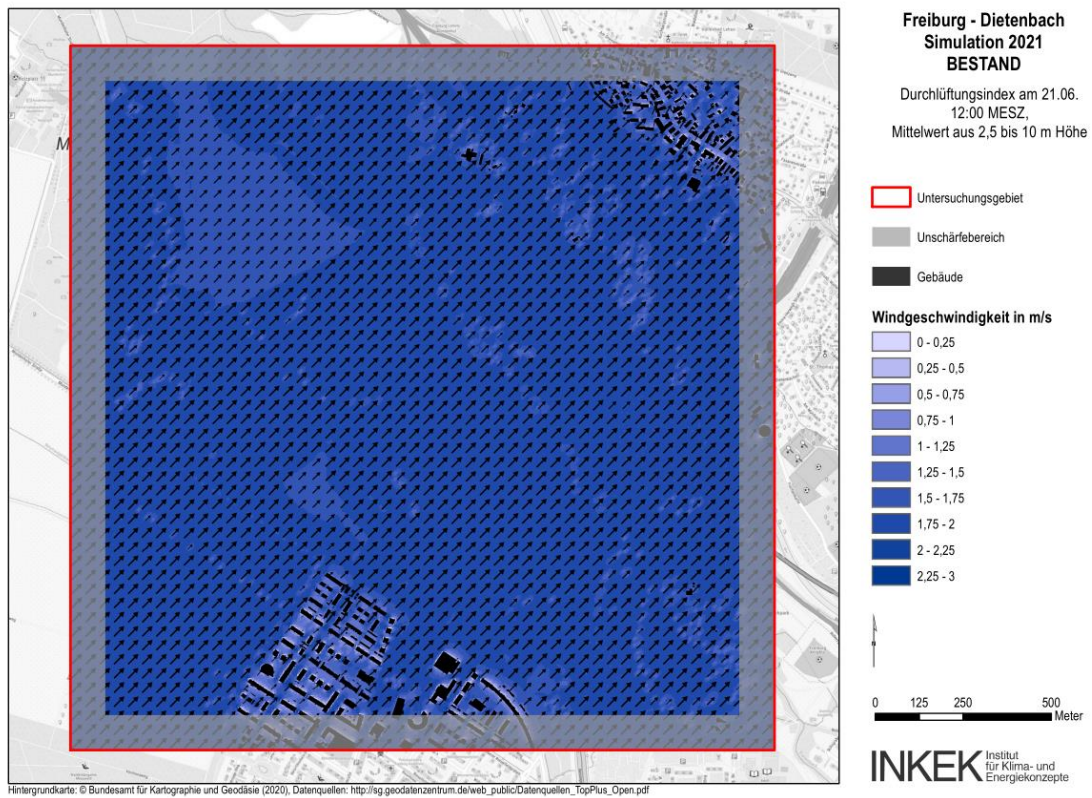


Abbildung 12: Windfeld BESTAND um 12 Uhr (Karte 1 im Anhang).

BESTAND-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – Windfeld Nacht

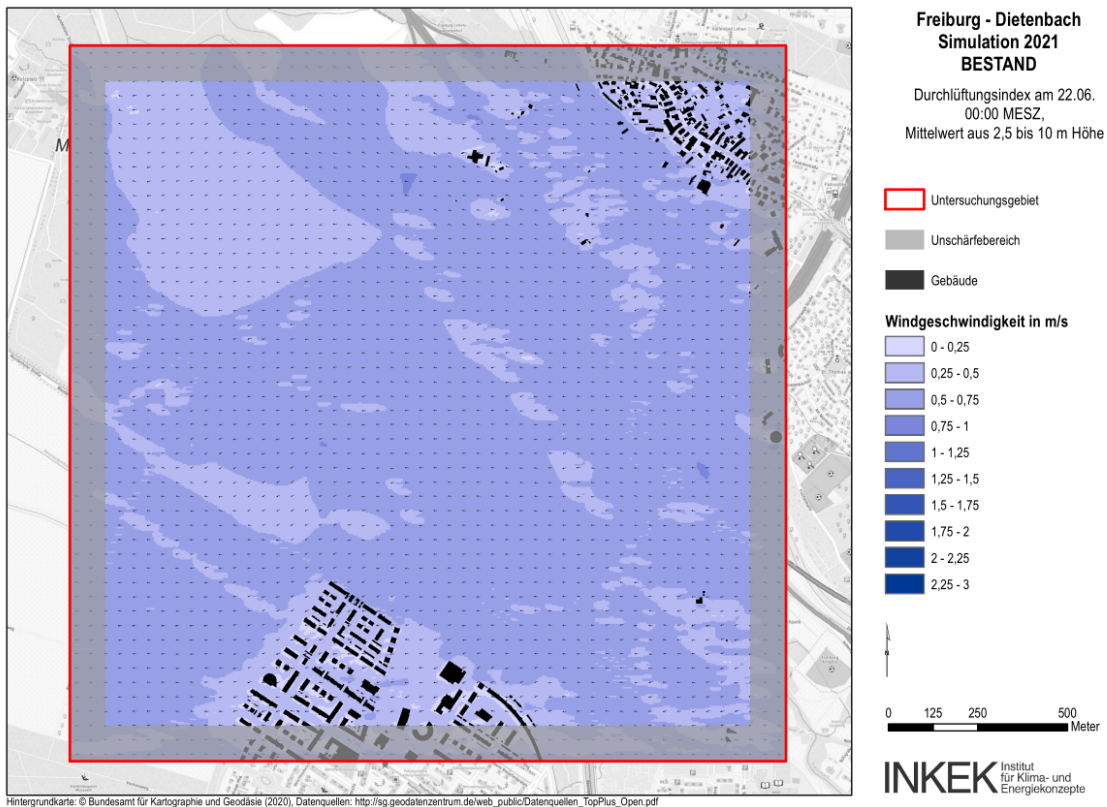


Abbildung 13: Windfeld BESTAND um 0 Uhr (Karte 3 im Anhang).

PLAN-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – Windfeld Tag

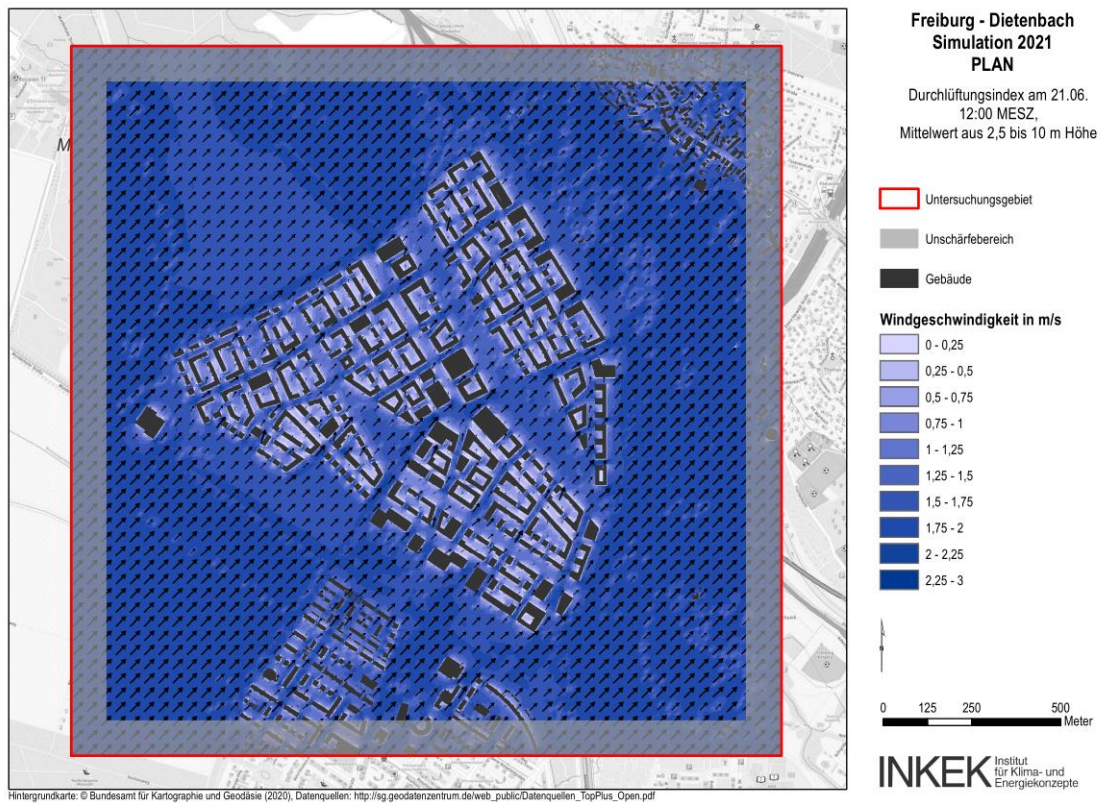


Abbildung 14: Windfeld PLAN um 12 Uhr (Karte 2 im Anhang).

PLAN-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – Windfeld Nacht

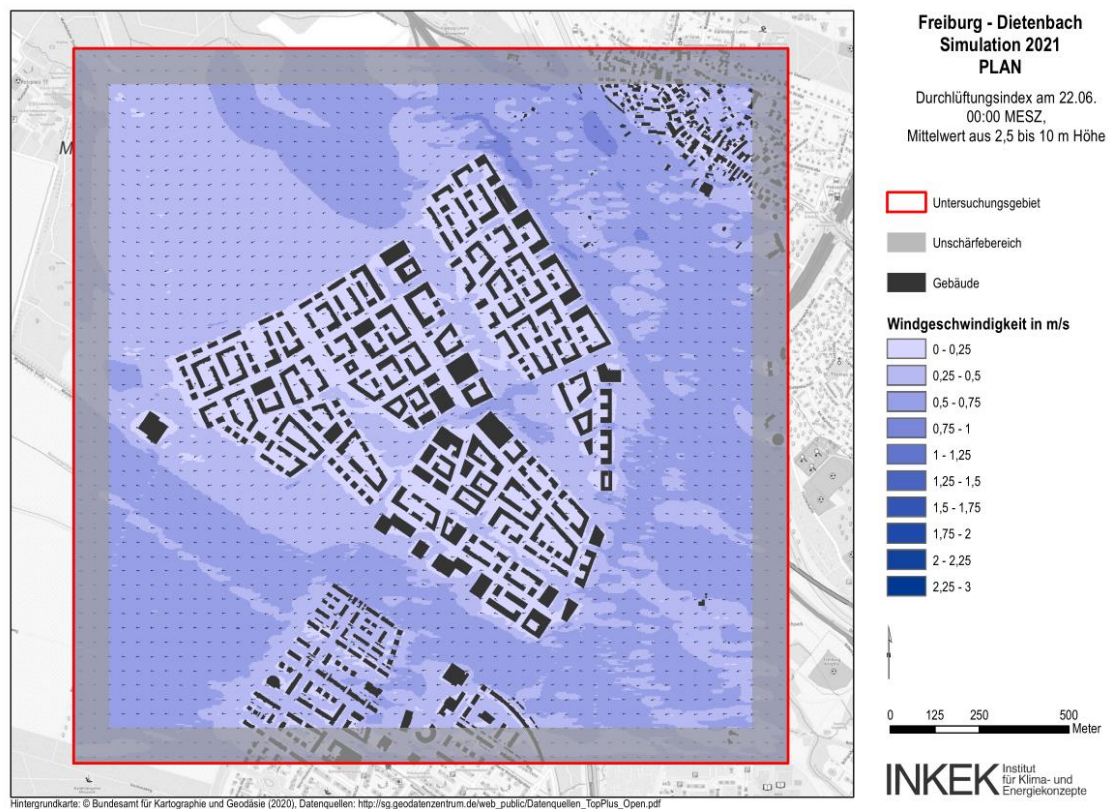


Abbildung 15: Windfeld PLAN 0 Uhr (Karte 4 im Anhang).

3.2 PET

3.2.1 Erläuterung

Der Bewertungsindex PET vereint die Parameter Wind, mittlere Strahlungstemperatur, Lufttemperatur und Dampfdruck (Feuchte) und dient zur Charakterisierung von Freiräumen auf Grundlage des subjektiven Wärmeempfindens des Menschen (Bioklima), wie in Kapitel 2 ausführlich erläutert.

Abbildung 16 und Abbildung 17 zeigen die mikroklimatischen PET-Bedingungen am 21. Juni um 14:00 Uhr MESZ, wenn durch den Sonnenstand theoretisch die höchsten Strahlungswerte und damit verbunden die höchsten Temperaturen erreicht werden. Zu diesem Zeitpunkt treten bei einer strahlungsintensiven Wetterlage auch auf naturnahen Flächen ohne Verschattung hohe Temperaturen auf. Dabei werden PET-Werte zwischen 35 und 38° C subjektiv als heiß empfunden und sorgen für starken Hitzestress (vgl. Tabelle 3). Erholungsräume sind dann aufgrund des hohen Sonnenstandes nur direkt unter den Baumkronen im Schattenbereich zu finden. Hier werden neutrale bis warme Kategorien erreicht, während sich an unbeschatteten, versiegelten Orten mit geringer Belüftungsintensität sehr hohe Werte einstellen. Diese als sehr heiß wahrgenommenen Bereiche sind vor allem in Gebäudenähe zu finden. Südexponierte Bereiche, die zusätzlich von reflektierter und emittierter Strahlung der künstlichen Oberflächen (Beton, Asphalt etc.) geprägt sind, können extremen Hitzestress verursachen.

3.2.2 Bewertung

Die 14 Uhr-Abbildungen zeigen allerdings nur punktuell diese Extremsituation und erlauben keinen Rückschluss darauf, wie sich die unterschiedlichen Orte über den Tag hinweg thermisch verhalten. Da das Gebiet aber den gesamten Tag von Menschen genutzt wird, wurde zudem ein Tagesmittel (PET-Mittelwert 10-18 Uhr) in Abbildung 18 und Abbildung 19 angefertigt, um einen Überblick der Gesamtbelastung zu erhalten. Bereiche, die hier in Orange und rötlichen Farben dargestellt sind, sind den gesamten Tag hohen PET-Werten ausgesetzt und können als thermische Hot-Spots bewertet werden. Aufgrund der Belüftungssituation und der Vegetationsausstattung sind diese kritischen Bereiche räumlich begrenzt. Zudem ist es aus human-biometeorologischer Sicht zu empfehlen, den Menschen heterogene klimatische Situationen im Außenraum zu bieten, um eine Wahlmöglichkeit zu haben. Die Ausbildung von Flächen mit extremer Hitzebelastung ist – auch aufgrund des städtischen Wärmeinseleffektes (vgl. auch Abschnitt 3.3 Nächtliche Lufttemperatur) – praktisch nie vollständig zu vermeiden. Es ist jedoch festzuhalten, dass auch unter Berücksichtigung der Vorteile einer heterogenen klimatischen Situation Flächen mit Temperaturen über 41°C (extremer Hitzestress) wenig bis keinen Aufenthaltswert mehr besitzen. Diese Bereiche mit extrem hoher Hitzebelastung, die sich oft in Innenhöfen wiederfinden, bedürfen daher ebenso wie südseitig exponierte Fassaden besonderer Aufmerksamkeit in der Umsetzung von Maßnahmen zur Hitzeanpassung, um wertvolle Aufenthalts- und Erholungsbereiche zu schaffen.

Im Laufe des Tages kommt es durch die Veränderung des Sonnenstandes insgesamt zu einer ausgewogenen Mischung an Temperaturbereichen.

Örtlich stellen sich Verbesserungen der thermischen Bedingungen durch das hohe Vegetationsvolumen ein. Dies gilt vor allem für die Alleen und die Auenbereiche, wobei letztere von den großen Bestandsbäumen profitieren.

Analog zu der Auswertung des Windfeldes sind keine negativen Auswirkungen auf die umgebenden Quartiere bzw. Stadtteile zu erwarten, da keine einschränkenden Effekte auf die Belüftungssituation zu erwarten sind, die zu einem Summationseffekt der thermischen Belastung während der Tagstunden führen würden.

BESTAND-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – PET 14 Uhr

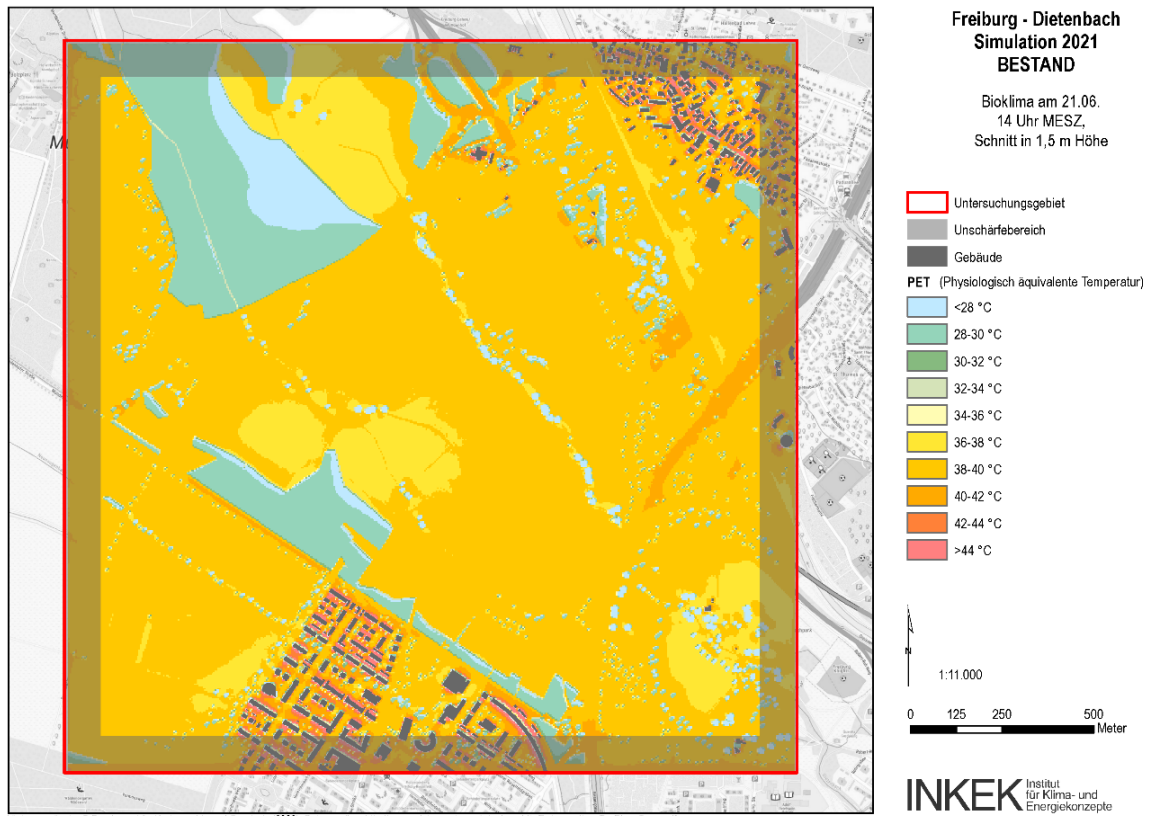


Abbildung 16: PET BESTAND 14 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 5 im Anhang).

PLAN-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – PET 14 Uhr

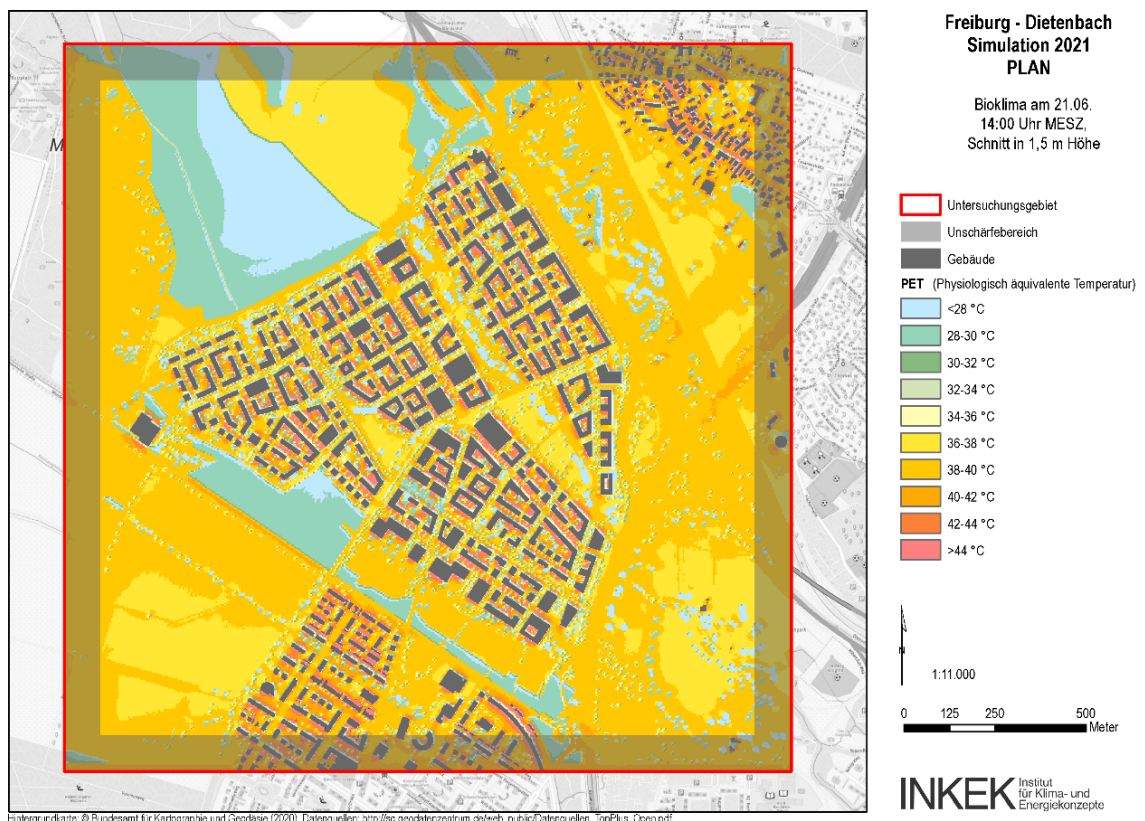


Abbildung 17: PET PLAN 14 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 6 im Anhang).

BESTAND-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – PET Tagesmittel

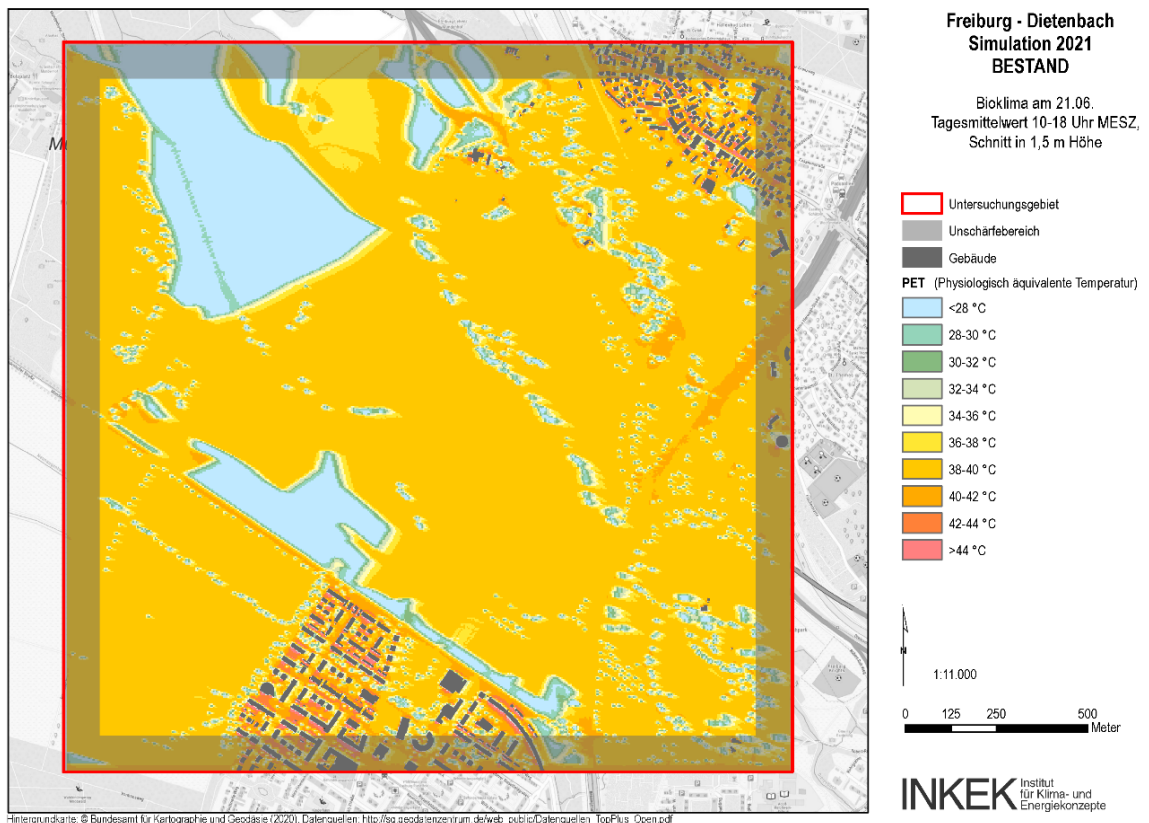


Abbildung 18: PET Tagesmittel BESTAND in einer Höhe von 1,5 m (Karte 7 im Anhang).

PLAN-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – PET Tagesmittel

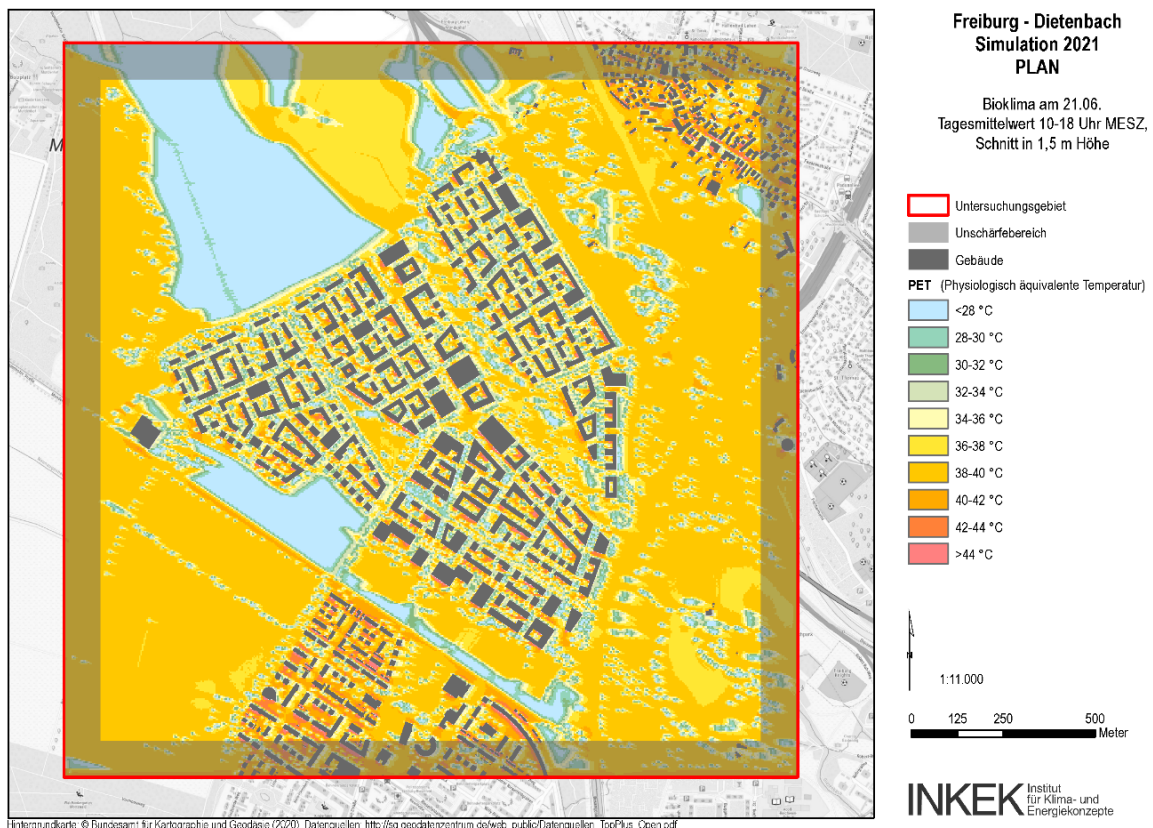


Abbildung 19: PET Tagesmittel PLAN in einer Höhe von 1,5 m (Karte 8 im Anhang).

3.3 Nächtliche Lufttemperatur

Um die thermische Belastung während der Nacht zu beurteilen, wird auf die Lufttemperatur in Bodennähe zurückgegriffen. Da die Lufttemperatur in einem mikroklimatischen Untersuchungsgebiet relativ homogen ist, ergibt sich ein Temperaturniveau von etwa 16,5 bis 18,5 °C, also eine geringe Amplitude. Die wärmsten Bereiche befinden sich über den versiegelten Flächen, in den benachbarten Siedlungsbereichen und in den Waldbereichen (warme Luft im Stammraum kann nicht nach oben entweichen / fehlende Ausstrahlungsbedingungen). Die landwirtschaftlichen Flächen produzieren hingegen Kaltluft.

In Abbildung 21 kommt die Erwärmung der Fläche durch den Wegfall der naturnahen Bereiche hin zu einer Siedlung deutlich zum Vorschein. Die ehemals kaltluftproduzierenden Freiflächen sind durch die Bebauung und Versiegelung von einem höheren Temperaturniveau gekennzeichnet. Die Sonnenstrahlung während des Tages wird in den Materialien der Siedlung gespeichert und in der Nacht als langwellige Wärmestrahlung freigesetzt. Der Außenraum wird erwärmt (Phänomen „Wärmeinsel Stadt“).

Dieses thermische Verhalten ist unumgänglich und die absolute Erwärmung im Verhältnis zur landwirtschaftlichen Fläche kann als unvermeidbar und niedrig (0,3 bis max. 1,5 °C Differenz) eingestuft werden. Die veränderte Lufttemperatur im Plangebiet ist bei einer Siedlungsentwicklung unausweichlich und im berechneten Temperaturbereich unbedenklich.

Darüber hinaus war zu prüfen, ob die Neuplanung in benachbarten Siedlungsbereichen zu einer weiteren nächtlichen Überwärmung führt. Diese Orte, vor allem das nahe gelegene Rieselfeld, könnten eine zusätzliche Erwärmung ihres ohnehin hohen Temperaturniveaus erleiden. Die Simulationsergebnisse in der Differenzdarstellung (Abbildung 22) deuten allerdings darauf hin, dass nur sehr kleine Bereiche der Siedlung Rieselfeld in einem sehr geringen Maße betroffen wären.

Die Flächenverteilung und die funktionierende nächtliche Belüftung sorgen dafür, dass der nächtliche Wärmeineleffekt des neuen Stadtteils Dietenbachs als gering eingeschätzt werden kann. Auch tritt kein Summationseffekt bestehender Hot-Spots in Kombination mit der Neuplanung auf.

BESTAND-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – nächtliche Lufttemperatur

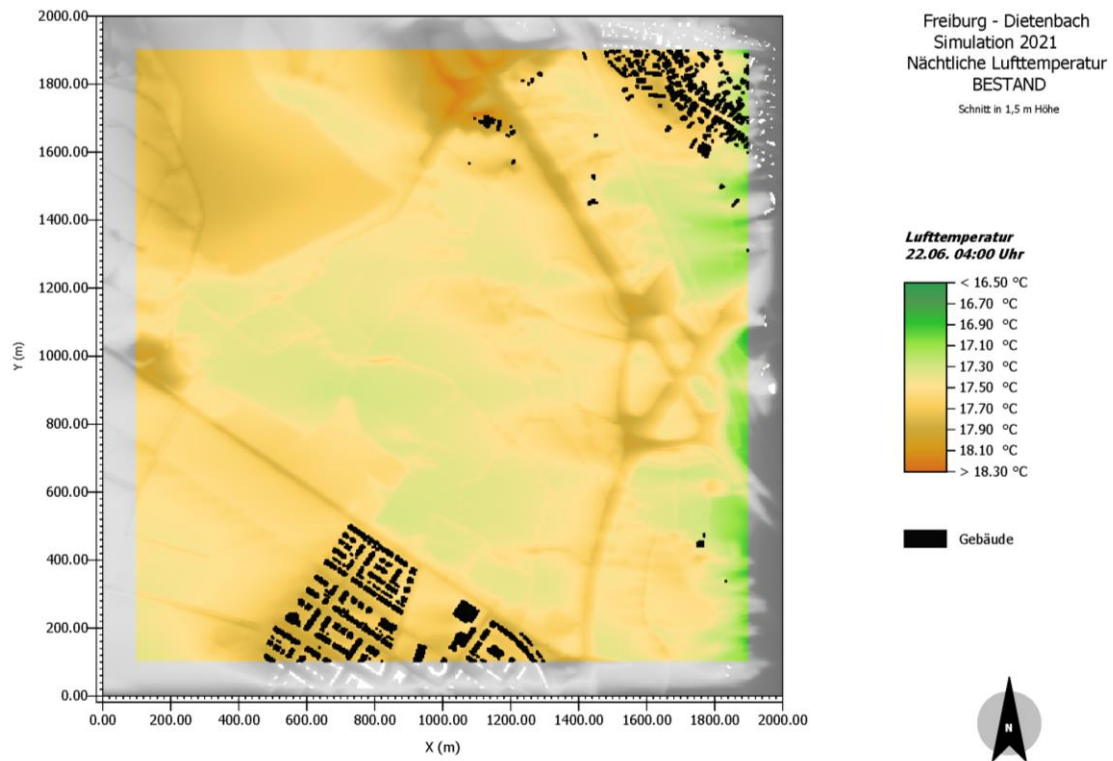


Abbildung 20: BESTAND-Situation; nächtliche Lufttemperatur um 4 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 9 im Anhang).

PLAN-SITUATION Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – nächtliche Lufttemperatur

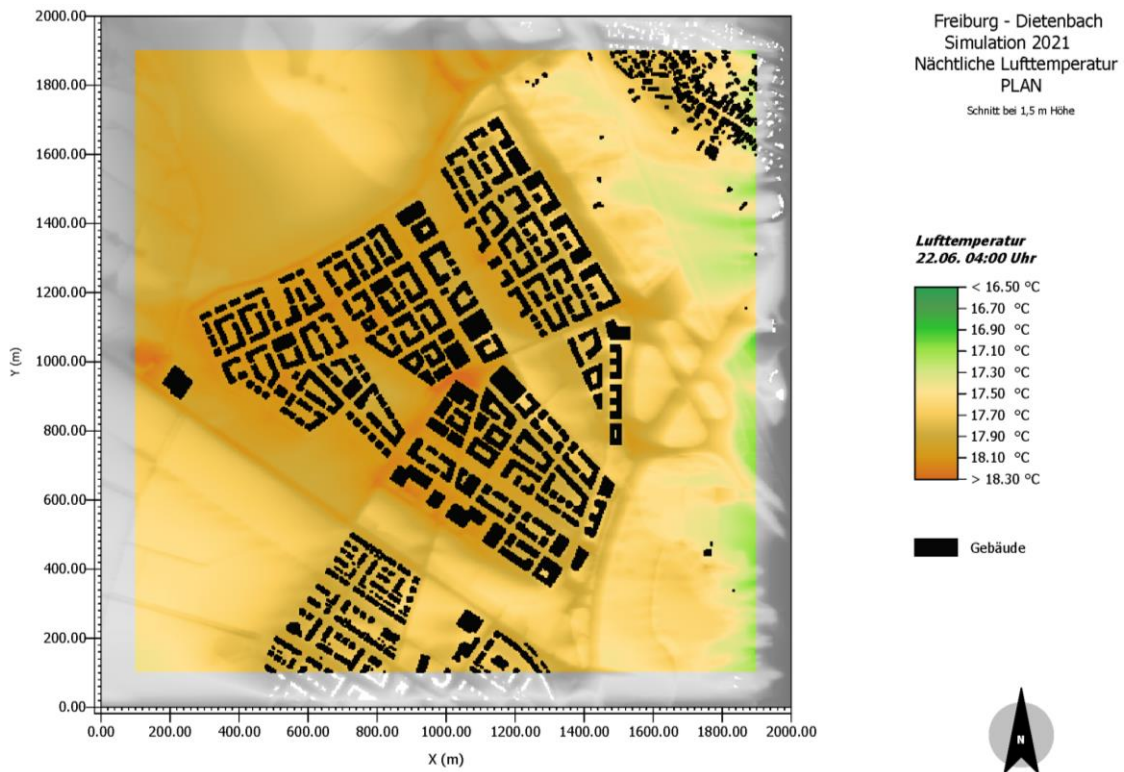


Abbildung 21: PLAN-Situation; nächtliche Lufttemperatur um 4 Uhr in einer Höhe von 1,5 m (Karte 10 im Anhang).

DIFFERENZ BESTAND-PLAN Berechnung 2021, Freiburg Dietenbach – nächtliche Lufttemperatur

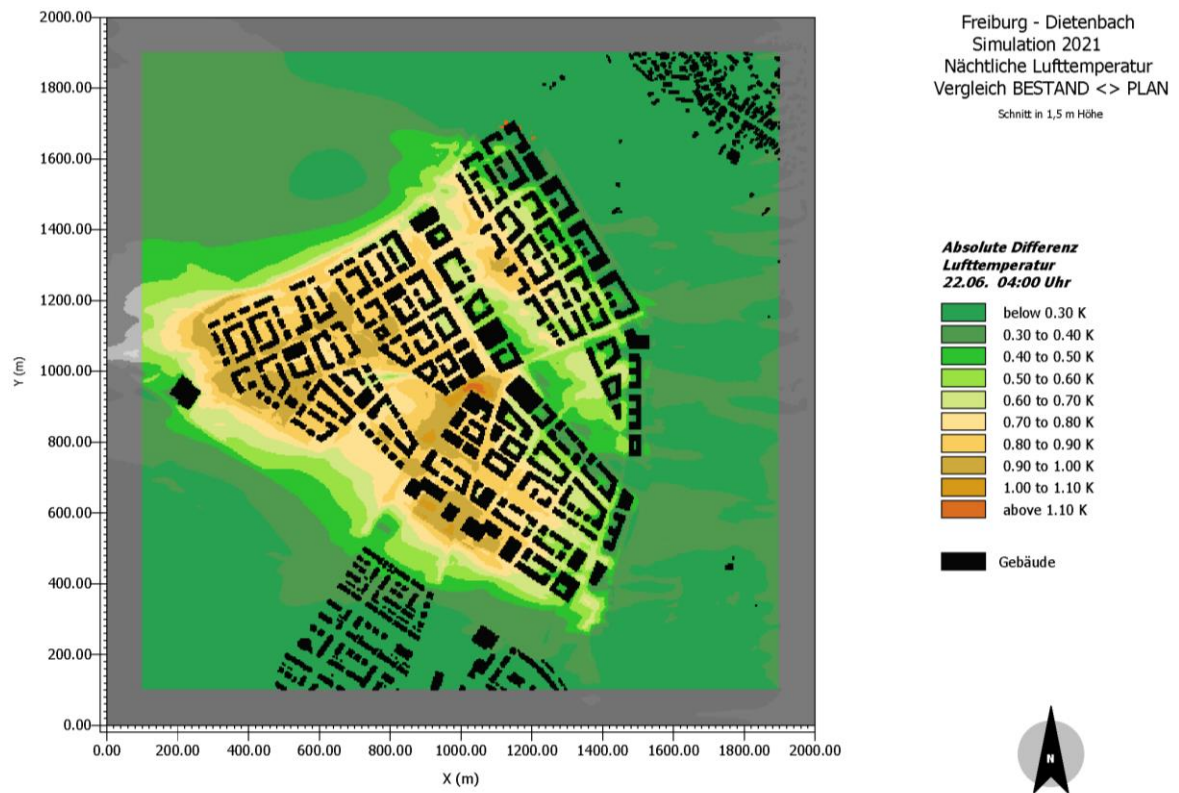


Abbildung 22: Differenz der nächtlichen Lufttemperatur BESTAND <> PLAN um 4 Uhr in 1,5 m Höhe (Karte 11 im Anhang).

3.4 Zukünftige klimatische Situation

Im Rahmen des vorliegenden Klimagutachtens soll ebenfalls auf die klimatischen Veränderungen, die durch den projizierten Klimawandel verursacht werden, eingegangen werden. Dieser Schritt wurde bereits im Klimagutachten 2019 durchgeführt und die Aktualisierungen des Rahmenplans ergeben keine grundlegenden Veränderungen der klimatischen Situation der Zukunft. Die zugrundeliegenden Unschärfen des Klimasignals, die noch geltenden Annahmen des Szenarios (siehe unten, Beschreibung KLAK „Hitze“, Stadt Freiburg im Breisgau) und die technischen Grenzen des Simulationsmodells erlauben es, dass im Folgenden die Ergebnisse aus dem Klimagutachten 2019 eingebunden werden können und im Anschluss eine kurze verbal-argumentative Einordnung der Auswirkungen des Rahmenplans 2021 stattfindet.

Mittelfristige klimatische Veränderungen aufgrund des Klimawandels (aus Gutachten 2019)

Neben der Einordnung der klimatischen Verhältnisse des neuen Stadtteils, unter Berücksichtigung des derzeitigen Klimas, wurden auch Berechnungen der zukünftigen klimatischen Verhältnisse angefertigt.

Hierzu wurde auf die gleiche Datenquelle wie im KLAK „Hitze“ der Stadt Freiburg im Breisgau zurückgegriffen. Die mittelfristige Zukunft (um 2050) wurde durch die Trends der EURO-CORDEX (Coordinated Downscaling Experiment - European Domain) Modellläufe abgebildet.

In Abbildung 23 wurde die Gitterzelle „Marktplatz“ für die Auswertung herangezogen und es zeigt sich eine Temperaturerhöhung zur Mittagszeit von etwa 1,2 K, die am Vormittag und gegen Abend etwas geringer ausfällt.

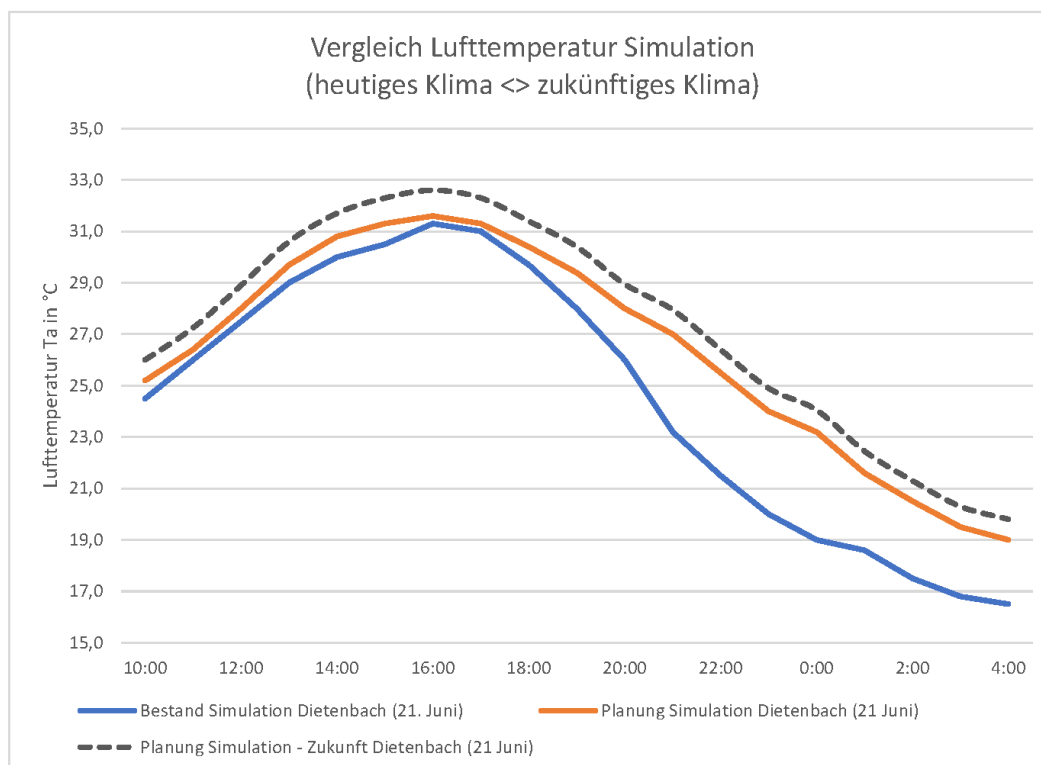


Abbildung 23: Diagramm Gitterzelle 270/240 (Marktplatz der Simulation Dietenbach) in einer Höhe von 1,5 m und die Auswirkungen des projizierten Klimawandels.

Um neben dieser punktuellen Auswertung eine flächige Verteilung der zukünftigen klimatischen Werte zu erhalten, wurden die Daten mit den PET-Tagesmittelkarten statistisch ausgewertet und aufgrund der Unsicherheiten in einer größeren horizontalen Auflösung angefertigt.

Sehr gut lassen sich hier die schon im KLAK „Hitze“ erwähnten Trends nachvollziehen. Im Vergleich zum heutigen Klima werden zukünftig vor allem verdichtete und hochversiegelte Bereiche (Marktplatz, Innenhöfe, etc.) deutlich stärker belastet sein, während naturnahe Flächen, auch unter Annahme einer längeren Trockenzeit und ausgedehnteren Hitzeperioden, ihre kühlende Funktion noch aufrechterhalten können. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, verdichtete Bereiche hinsichtlich der Klimawandelanpassung schon heute kritisch zu prüfen und möglichst viele kompensatorische Maßnahmen umzusetzen.



Abbildung 24: Vergleich heutiges Klima <> zukünftiges Klima.

Die Gebäude, die versiegelten und unversiegelten Freiräume sowie die Vegetation haben sich im Vergleich zum Gutachten 2019 mit dem Rahmenplan 2021 nicht wesentlich verändert. Im Bereich der Bebauung wurden lediglich kleinere strukturelle Anpassungen vorgenommen und der aktualisierten Simulation zugrunde gelegt. Die Aussagen aus 2019 gelten demnach unverändert. Ein positiver Einfluss ist von dem größeren Teilerhalt des Waldbestandes des Langmattenwäldchens zu erwarten, der die räumliche Ausdehnung des Wärmeineffektes reduziert.

3.5 Bauabschnitt 1: Vergleich der Simulationen 2019 und 2021

Ein direkter Vergleich der Simulationsergebnisse aus 2019 mit den Ergebnissen 2021 sollte nur unter Berücksichtigung bestimmter Unsicherheitsfaktoren vorgenommen werden. Da die Simulationen mit unterschiedlichen Programmversionen und einer Weiterentwicklung der Darstellung sowie einer neuen Datengrundlage in Form des Rahmenplans 2021 ausgeführt wurden, sind darstellungsbedingte Unterschiede unumgänglich.

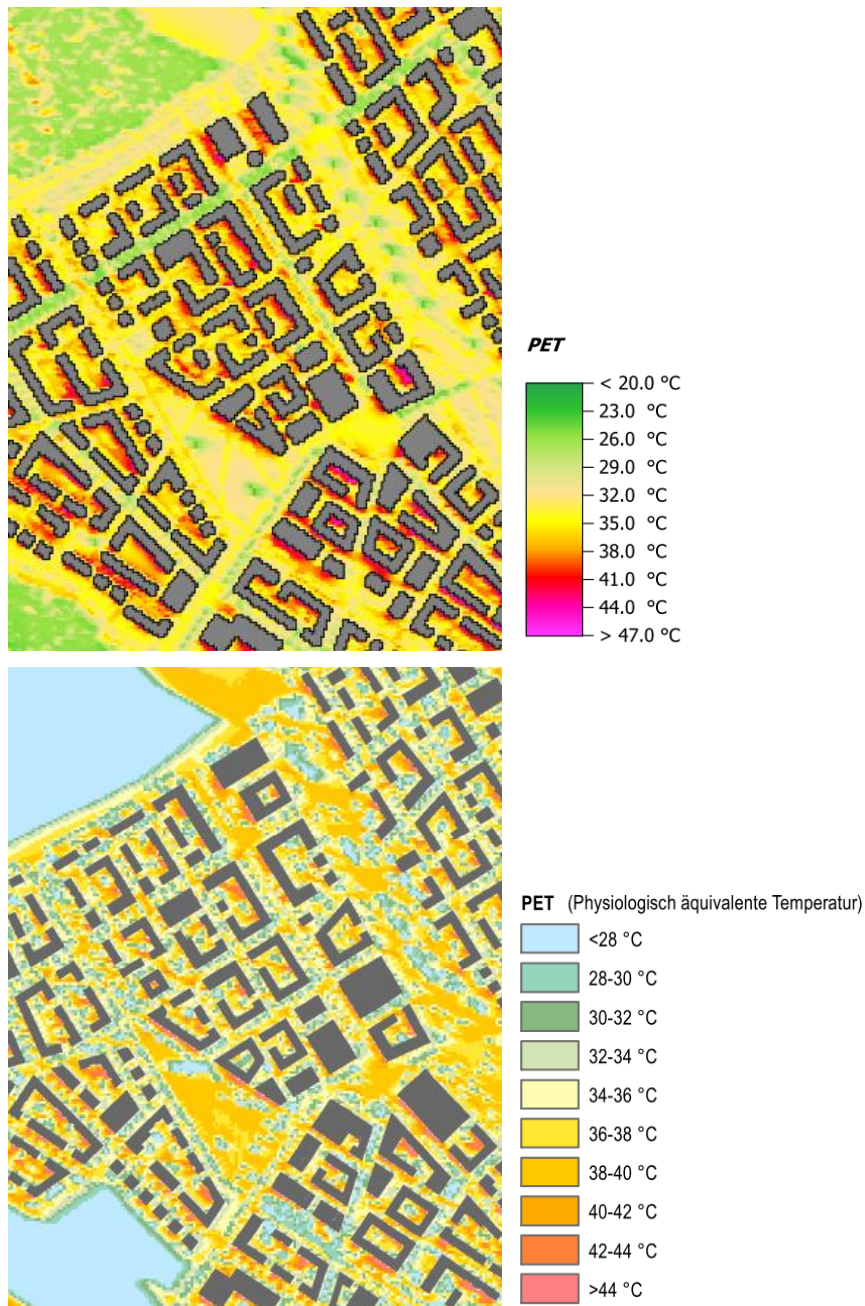


Abbildung 25: Vergleich PET Tagesmittel im Zentrum des 1. Bauabschnitts (oben: Rahmenplan 2019, unten: Rahmenplan 2021)

Die Aussagen und die räumliche Verteilung der Belastungsbereiche stimmen in den meisten Bereichen überein. Die Freiräume Dietenbachaua, Käserbachpark und Markt / Stadtteilmitte sind in der klimatischen Charakteristik im Tagesmittel unverändert. Die Umgestaltung einzelner Baublöcke hat keinen nennenswerten klimaökologischen Effekt.

Der Vegetationsanteil ist entscheidend für die Ausprägung der mikroklimatischen Bedingungen im Straßenraum / auf dem Stadtplatz oder im Innenhofbereich. Vor allem den Bäumen kommt eine hohe Bedeutung zu (Schattenspende und kühlende Wirkung). Die zusätzlichen Bäume im Bereich des Stichboulevard Nord des Rahmenplans 2021 werden einen positiven Effekt haben, während der Wegfall einzelner Bäume im Bereich des Ringboulevards zu einem leichten Anstieg des Temperaturniveaus führen wird.

Kleinräumige positive Effekte wurden erzielt, indem Baumreihen von der nordöstlichen auf die südwestliche Straßenseite verschoben wurden. Dadurch konnte ein Sonnenschutz der südexponierten Gebäudefronten erreicht werden.

Unumgänglich sind einzelne Belastungsschwerpunkte im Verkehrsbereich mit fehlender Beschattung und einem hohen Versiegelungsgrad. Diese sollten jedoch, auch vor dem Hintergrund der zukünftig steigenden klimatischen Belastungen, so kleinräumig wie möglich gehalten werden.

Der Simulation wurden die aktuellen Empfehlungen der VDI Richtlinie 3787 Blatt 8 (Städtebau im Klimawandel) hinterlegt.

Das Heranrücken des nördlichen Bereichs an die Waldgrenze hat keine direkten negativen Auswirkungen im Plangebiet.

Insgesamt wurden vereinzelte Verbesserungen des Kleinklimas durch die aktualisierte Planung im Bauabschnitt 1 erzielt. Hierzu gehören Veränderungen bzw. Erweiterungen von Baumstandorten oder die Verbreiterung des Straßenquerschnitts im Bereich der Vorhaltetrasse (Stadtbahn) Lehen. Der höchste klimaökologische Effekt wurde durch den weiteren Teilerhalt des Waldbestandes im Langmattenwäldchen erreicht.

4 Planungshinweise

4.1 Gesamter Stadtteil

Die Simulationen und vor allem der Vergleich der Simulationen des Rahmenplans 2019 und 2021 haben insbesondere die positive Wirkung der Straßenbäume aufgezeigt. Es wird empfohlen, möglichst viele Baumstandorte festzulegen, um Verschattung und Verdunstungskühlung zu forcieren. Da auch unversiegelte Freiräume (Wiesen) am Tag zu hohen Temperaturen neigen, werden weitere Baumstandorte auch für die Freiräume im neuen Stadtteil (insbesondere Dietenbachau und Käserbachpark) empfohlen.

Kleinräumige Belastungsareale wie im Bereich des Stadtteileingangs Nord, der Stadtteilmitte (Markt) oder versiegelte Quartiersplätze sollten im Detail betrachtet werden. Planungshinweise wie beispielsweise zu Fassadenbegrünung, Verschattung durch Solar- oder Sonnensegel mit möglicher Begrünung der Stützen / Tragkonstruktion oder zur Bodenbeschaffenheit können in der vorliegenden Simulationsauflösung nur allgemein formuliert werden.

4.1.1 Hinweise Windfeld

Die zukünftige komplexe Bebauungsstruktur sorgt für ein sehr heterogenes Windfeld in Bodennähe. Es werden sich sowohl windstille (z.B. Innenhöfe) als auch gut belüftete Bereiche (z.B. entlang des Dietenbachs und der Freifläche Käserbachpark, aber auch entlang der Straßen in Ausrichtung der jeweiligen Anströmung zur Tages- und Nachtzeit) ergeben. Die Struktur des neuen Stadtteils nimmt die unterschiedlich wirkenden Anströmungen (Tag und Nacht) gut auf. Die Wirksamkeit zeigt sich in den Simulationsergebnissen. Einzelne Bereiche mit stark reduzierter Windgeschwindigkeit sollten hinsichtlich einer Optimierung überprüft werden. Die Hofbereiche sind diesbezüglich häufig durch Windstille geprägt. Geprüft werden sollte eine Optimierung der Anordnung von Lücken und Versprünge zur Anbindung an das Windfeld oder kleinräumige Kompensationsmaßnahmen, die den Hitzeeintrag und -abbau begünstigen, wie beispielsweise Vegetation (weitere Maßnahmen siehe KLAK „Hitze“).

4.1.2 Hinweise Hitzebelastung

Großflächig unbeschattete Freiflächen führen in den Tagstunden zu thermischen Belastungssituationen und sollten durch Schatten abgemildert werden. Aus human-bioklimatischer Sicht ist dabei natürlicher Vegetationsschatten (insbesondere durch Bäume) künstlichem (z.B. durch Sonnensegel) stets vorzuziehen.

Es sollte also darauf geachtet werden, eine ausreichende Anzahl von Baumstandorten in den Freibereichen zu realisieren, vor allem in den Sitz- und Aufenthaltsbereichen. Die in der Simulation berücksichtigten Baumstandorte wurden aus dem zugrundeliegenden Rahmenplan übernommen. Planerisch sollte nun auf die berechneten Hot-Spots (siehe Karte 6 „Simulation 2021 PLAN“ im Anhang) eingegangen werden, um diese Bereiche zu entlasten.

Bei der Auswahl der Baumarten ist unbedingt auf Resilienz gegenüber Trocken- und Hitzestress zu achten, der schon heute den Baumbeständen in Deutschland stark zusetzt. Empfehlungen sind der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 8 zu entnehmen. Zudem sollten Baumarten gewählt werden, die eine große Krone ausbilden, da nur solche Bäume ausreichend Schatten spenden und damit Kühlung bewirken können. Falls gleichzeitig möglich, sind dabei gebietsheimische oder zumindest aus angrenzenden Gebieten stammende Arten zu bevorzugen, um positive Effekte auf das ökologische Gleichgewicht zu erzielen.

Unversiegelte Flächen und Dachbegrünung sind in der Klimawandelanpassung ebenfalls ausgesprochen wichtig, um durch Verdunstungskühlung und die Reduktion wärmespeichernder Materialien

Hitzebelastung zu reduzieren und die Folgen von Starkregenereignissen zu vermindern. Die Bodenbeläge sollten deshalb so durchlässig wie möglich gewählt werden und die Innenhöfe weitgehend unversiegelt bleiben.

Die geplanten Wasserspiele im neuen Stadtteil haben eine potenziell positive Wirkung, da sie über die modellierbare PET hinaus Abkühlung durch direkten Kontakt mit dem Wasser bringen können. Hier ist bei Realisierung darauf zu achten, dass eine Frischwasserversorgung gewährleistet ist.

Fassadenbegrünung führt im Außenraum durch die Vegetation und den positiven Einfluss auf den Strahlungshaushalt zu angenehmen Verhältnissen. Darüber hinaus kann Fassadenbegrünung eine wertvolle Möglichkeit der Gebäudeverschattung sein, die nicht nur weitere Vorteile für die Biodiversität, die Aufenthaltsqualität und Umfeldverschönerung mit sich bringt, sondern durch eine angenehmere Raumtemperatur im Gebäude-Inneren den Bedarf an energetischer Kühlung mindert (wichtiger Beitrag zum Klimaschutz). Diese positiven Wirkungen können nur durch eine ausreichende Wasserversorgung gewährleistet werden. Auf ausreichende Bewässerung ist dementsprechend zu achten. Hierbei sind auch sinnvolle Kombinationen z.B. mit der geplanten Regenwasserretention auf den (Grün-)Dächern oder für bodengebundene Fassadenbegrünungen ein ausreichend großer, teil- oder unversiegelter Pflanzbereich zur Wasserversorgung mit Niederschlag möglich. Weitere allgemeine Maßnahmen zur Klimawandelanpassung sind dem KLAK „Hitze“ zu entnehmen.

4.2 Erster Bauabschnitt

Wie in Bezug auf das gesamte Plangebiet angesprochen, sind thermische Hotspots im Bereich größerer versiegelter Flächen zu finden. Plätze wie der zentrale Marktplatz, der Quartiersplatz und der Stadtteileingang Nord mit angrenzender Endhaltestelle der Straßenbahn sind hochfrequentiert und sollten hinsichtlich Überwärmung, Optimierung der Baumstandorte und Fassadenbegrünung näher betrachtet werden. Die Verschattung der Platzbereiche durch zusätzliche Baumstandorte ist zu empfehlen. Dies sollte bei der Auslobung der freiraumplanerischen Wettbewerbe bzw. generell bei der Gestaltung der Platzbereiche im neuen Stadtteil berücksichtigt werden.

Die nördliche Bebauungsfront des Käserbachparks (überwiegend Wohnen, aber auch Pflegeheim bis Restaurant) ist geprägt von einem hohen Belastungsniveau. Hierauf muss, vor allem aufgrund der Nutzung, reagiert werden. Die Pflanzung größerer, schattenspendender Bäume am Rande des Parks oder auch Fassadenbegrünungen sind unbedingt zu empfehlen und weitere im KLAK „Hitze“ beschriebene Maßnahmen sollten im neuen Stadtteil Anwendung finden. Auch hier empfiehlt sich eine entsprechende Berücksichtigung bei der Wettbewerbsauslobung, in diesem Fall des Käserbachparks.

Um die Hitze-Belastung innerhalb einzelner Baublöcke zu reduzieren, sollten Baumstandorte mit den Klimakarten abgeglichen und Lücken oder Versprünge hinsichtlich der Durchströmbarkeit überprüft werden. Alternativ sind weitere Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel im Detail für die Baublöcke zu überprüfen, so dass die klimaökologische Wirksamkeit (z.B. durch Fassadenbegrünung oder großkronige Bäume am richtigen Standort) gegeben ist.

5 Fazit

Das Fazit des Klimagutachtens 2019 hat weiterhin Bestand, dies wurde durch die Simulationen des aktuellen Rahmenplans 2021 bestätigt. Es wird daher an dieser Stelle mit Ergänzungen nochmals wiedergegeben:

Insgesamt betrachtet ist die Lage des neuen Stadtteils Dietenbach im Kontext des Freiburger Stadtklimas und der Auswirkungen der neuen Bebauung auf das Stadtgebiet Freiburg sowie die umliegenden Viertel als unbedenklich zu bewerten. Vor allem die verdichteten Stadträume der Innenstadt werden nicht weiter belastet, und auch die direkt angrenzenden, bereits bestehenden Nachbarschaften werden keine klimatischen Nachteile erfahren. Voraussetzung hierfür ist die stadtklimatische Lage ohne direkte Wechselwirkungen mit den Innenstadtbereich sowie der ausreichende Abstand (Pufferzone Langmattenwäldchen) zu angrenzender Bebauung.

Das Gebiet nimmt die lokalen Zirkulationen durch eine geeignete Baustruktur sowohl am Tag als auch bei der Nachtanströmung gut auf. Das Gebiet ist also insgesamt gut belüftet. Windstille Orte sind jedoch bei großflächigen Bebauungen nie in Gänze zu verhindern und finden sich im neuen Stadtteil vor allem in den (semi-) geschlossenen Baublöcken. Hier sollten für Verschattung oder alternative Blocköffnungen weitere Detailuntersuchungen angefertigt werden, um eine Optimierung anzustreben.

Die thermische Belastung während der Tagstunden wird sich vor allem auf versiegelten Flächen und/oder Flächen mit einer herabgesetzten Belüftung einstellen. Eine grafische Darstellung aller belasteten Bereiche im neuen Stadtteil findet sich im Anhang in den beiden Simulationskarten des Bioklimas (PET-Werte) für die PLAN-Situation 2021, ermittelt für einen heißen 21. Juni, zum einen für die heißeste Tagesstunde (14:00 Uhr) in Karte 6 und zum anderen für den Tagesmittelwert (10-18 Uhr) in Karte 8. Für die Beurteilung von Klimaanpassungsmaßnahmen ist insbesondere die Karte 8 von Relevanz, da die hier aufgezeigten "heißen" Bereiche nicht nur kurzfristig auftreten, sondern den ganzen Tag lang eine erhöhte Hitzebelastung aufweisen. Anpassungsmaßnahmen z.B. in Form von Vegetation – insbesondere großkronige Bäume – bringen mehrere Vorteile. Insbesondere in den thermisch belasteten Bereichen sollten Anpassungsmaßnahmen zur Minderung von Hitzeinseln wenn möglich umgesetzt werden. Vegetationsschatten ist Gebäudeschatten aus bioklimatischer Sicht zudem stets vorzuziehen.

Die nächtliche Situation im neuen Stadtteil ist vergleichbar mit anderen, ähnlichen Gebieten wie dem angrenzenden Stadtteil Rieselfeld. Das Rieselfeld gilt jedoch als HotSpot der Hitzebelastung (Tag und Nacht-HotSpot gem. KLAK „Hitze“). Um die Entstehung eines weiteren HotSpots im neuen Stadtteil Dietenbach zu verhindern, ist demnach die konsequente Umsetzung empfohlener Maßnahmen von entscheidender Bedeutung für die Schaffung eines bioklimatisch angenehmen, lebenswerten Stadtteils. Nachteilige Entwicklungen durch die Neuplanung in bereits bestehenden Siedlungen sind nicht zu befürchten. Dies gilt auch für die geplante Siedlungsentwicklung „Zinklern“.

6 Literatur

Brandenburg, C., Matzarakis, A. (2007)

Das thermische Empfinden von Touristen und Einwohnern der Region Neusiedler See. In: Matzarakis, A., Mayer, H. (Eds.), Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 16, 67-72

Bruse, M.; Fler, H. (1998)

Simulating surface- plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model, Environmental Modelling and Software, 13, 373–384.

Höppe, P. (1999)

The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int. J. Biometeorol. 43, 71-75.

Jendritzky, G.; Menz, G.; Schirmer, H.; Schmidt-Kessen, W. (1990):

Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). Beitr. ARL Band 114.

Katzschner, L.; Katzschner, A.; Kupsi, S. (2010)

Abschlußbericht des BMBF Verbundprojekts KLIMES. Teilvorhaben Planerische Bewertung der kleinräumigen Stadtklimaanalyse zur Umsetzung der Maßnahmen „Anpassung an Klimaextreme“, Universität Kassel.

KLAK „Hitze“ – Klimaanpassungskonzept Freiburg im Breisgau (2019):

Stadt Freiburg i. Br., Stadtplanungsamt, www.freiburg.de/klimaanpassungskonzept

VDI Richtlinie 3787 Blatt 1 (2015):

Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

VDI Richtlinie 3787 Blatt 8 (2019):

Umweltmeteorologie - Stadtentwicklung im Klimawandel. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

7 Anhang

- Karte 1: WINDFELD Freiburg Dietenbach – Bestand 12 Uhr
- Karte 2: WINDFELD Freiburg Dietenbach – Plan 12 Uhr
- Karte 3: WINDFELD Freiburg Dietenbach – Bestand 0 Uhr
- Karte 4: WINDFELD Freiburg Dietenbach – Plan 0 Uhr
- Karte 5: PET Freiburg Dietenbach – Bestand 14 Uhr
- Karte 6: PET Freiburg Dietenbach – Plan 14 Uhr
- Karte 7: PET Freiburg Dietenbach – Bestand Tagesmittel
- Karte 8: PET Freiburg Dietenbach – Plan Tagesmittel
- Karte 9: Nächtliche Lufttemperatur Freiburg Dietenbach – Bestand 4 Uhr
- Karte 10: Nächtliche Lufttemperatur Freiburg Dietenbach – Plan 4 Uhr
- Karte 11: Differenz nächtliche Lufttemperatur Freiburg Dietenbach – Bestand <> Plan 4 Uhr