

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE  
LUFTHYGIENE  
UMWELTPLANUNG

## KLIMAEXPERTISE ZUM BEBAUUNGSPLAN „SOLARPARK HELLERHOF“ GEMARKUNG KNITTLINGEN



**Auftraggeber:**

Stadt Knittlingen  
Marktplatz 17  
75438 Knittlingen

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst  
M.Sc. Geogr. Patrick Burst

Mannheim, 08. Mai 2025

ÖKOPLANA  
Seckenheimer Hauptstraße 98  
D-68239 Mannheim  
Telefon: 0621/474626 · Telefax 475277  
E-Mail: info.oekoplana@t-online.de  
www.oekoplana.de

Geschäftsinhaber:  
Dipl.-Geogr. Achim Burst

Gemeinsam engagiert in der



Metropolregion  
Rhein-Neckar

Deutsche Bank Mannheim  
IBAN:  
DE73 6707 0024 0046 0600 00  
BIC: DEUTDE33

Steuernummer: 37137/44979

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Planungsgebiet und Bebauungsplanentwurf</b>	<b>4</b>
<b>3 Untersuchungsmethodik</b>	<b>12</b>
<b>4 Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Knittlingen und ihre prognostizierten zukünftigen Entwicklungen</b>	<b>13</b>
4.1 Ortsspezifische klimatische Verhältnisse	14
4.2 Klimawandelfolgen im Raum Knittlingen	<b>23</b>
<b>5 Potenzielle Auswirkungen der geplanten Photovoltaik- Freiflächenanlage im Bebauungsplangebiet „Solar- park Hellerhof“</b>	<b>25</b>
<b>6 Kurzbewertung und Planungsempfehlungen</b>	<b>28</b>
<b>7 Quellenverzeichnis, weiterführende Schriften</b>	<b>29</b>

---

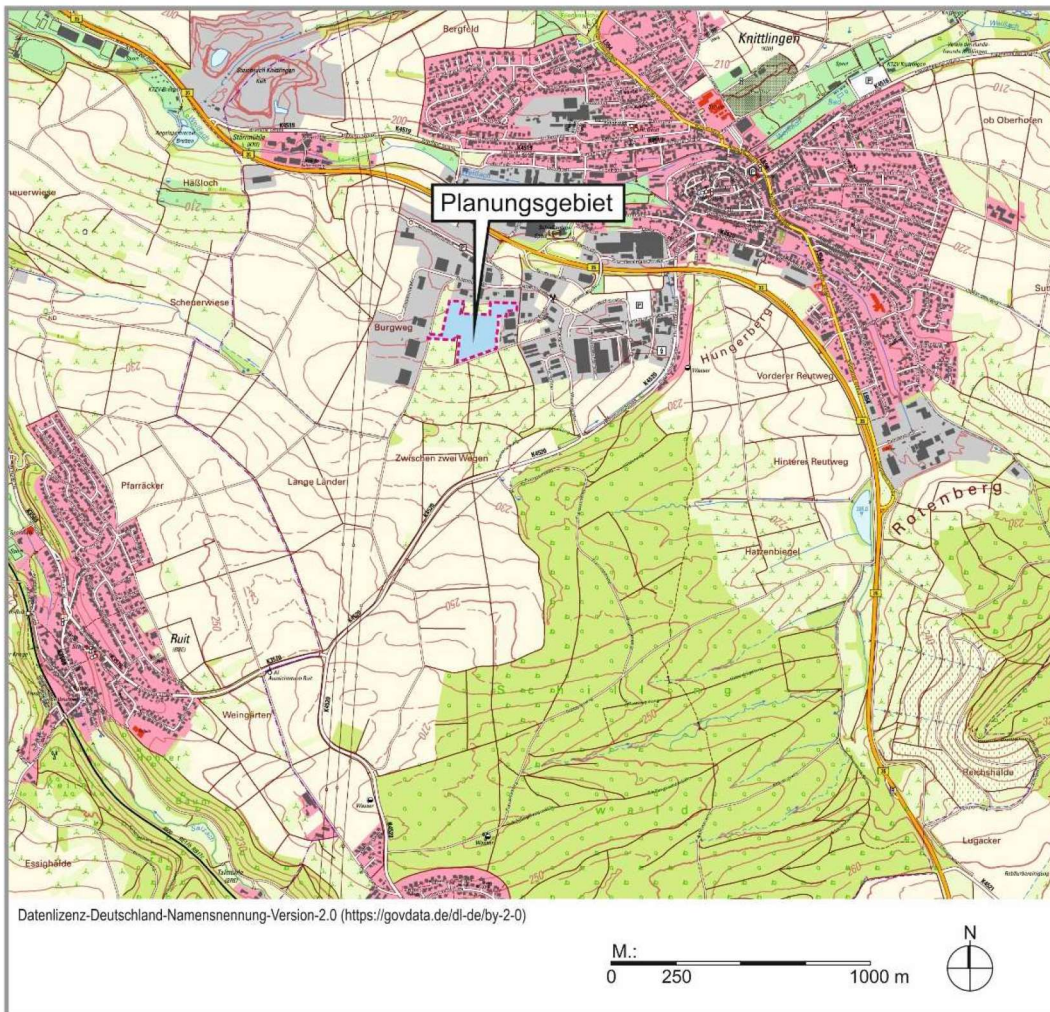
## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

---

- Abb. 1:** Lage des Planungsgebiets „Solarpark Hellerhof“ im Stadtgebiet von Knittlingen. Ausschnitt aus der TK 1:10.000
- Abb. 2:** Topografische Lagesituation des Planungsgebiets
- Abb. 3:** Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
- Abb. 4:** Planungsgebiet – Fotografische Dokumentation
- Abb. 5:** Nutzungstypen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld (Stand: 2018)
- Abb. 6:** Ausschnitt aus der Raumnutzungskarte / Regionalplan 2015 der Region Nordschwarzwald
- Abb. 7:** Bebauungsplanentwurf vom 27.05.2025
- Abb. 8:** Modulbelegungsplan vom 22.05.2024
- Abb. 9:** Berechnete Windrichtungsverteilung für den Planungsstandort in Knittlingen. Zeitraum 2011 – 2020
- Abb. 10:** Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte Hitze und Kaltluft Baden-Württemberg. Ergebnisse mesoskaliger Klimasimulationen – Rasterauflösung 50 x 50 m
- Abb. 11:** Kaltluftfließgeschwindigkeit und Kaltluftfließrichtung (2 m ü. G.) im Planungsumfeld in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht 2 Std. nach Sonnenuntergang
- Abb. 12:** Kaltluflhöhe im Planungsumfeld in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht 2 Std. nach Sonnenuntergang
- Abb. 13:** Kaltluftvolumenstromdichte im Planungsumfeld in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht 2 Std. nach Sonnenuntergang
- Abb. 14:** Mittlere Tagesoberflächentemperaturen 2019 - 2024
- Abb. 15:** Bioklimatische Situation. Ausschnitt aus dem Landschaftsrahmenplan Region Nordschwarzwald 2015
- Abb. 16:** Temperaturanomalien (in °C) für Baden-Württemberg (1881-2022)
- Abb. 17:** Anthropogener Strahlungsantrieb der verschiedenen IPCC-Klimaszenarien
- Abb. 18:** IR-Aufnahme (Oberflächentemperaturen) von PV-Modulen an einem Sommertag ( $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ )
- Tab. 1:** Bewertungskriterien für das Schutzgut Klima / Luft

## 1 Aufgabenstellung

In der Stadt Knittlingen ist im Gewann Spreitich südlich der Zeppelinstraße der Bau eines Solarparks geplant (Lage siehe **Abbildung 1**). Auf einer Fläche von ca. 3.6 ha sollen in 45 Reihen insgesamt 5.544 Solarmodule aufgestellt werden. Im Bebauungsplanentwurf wird hierfür eine max. Höhe von 3.2 m ü. G. festgesetzt.



**Abbildung 1:** Lage des Planungsgebiets „Solarpark Hellerhof“ im Stadtgebiet von Knittlingen. Ausschnitt aus der TK 1:10.000

Nach GERST INGENIEURE (2025a) weist der rechtsverbindliche Flächennutzungsplan 2020 der Stadt Knittlingen das Plangebiet als landwirtschaftliche Fläche aus. Aktuell erfolgt die Fortschreibung des Flächennutzungsplans der Stadt Knittlingen. In der Fortschreibung ist die Fläche als Sondergebiet Photovoltaik-Freiflächenanlage vorgesehen.

Laut Landschaftsrahmenplan 2018 des REGIONALVERBANDS REGION NORDSCHWARZWALD<sup>1</sup> wird das Planungsgebiet mit seinen Wiesen/Landwirtschaftsflächen als „Freifläche mit hohem bioklimatischen Einfluss“ eingestuft. Die Gunstfunktion ist dabei im Wesentlichen auf die lokale Kaltluftbildung und die damit einhergehende Belüftungsfunktion zurückzuführen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass das angrenzende Siedlungsgebiet größtenteils als klimatisch „gering belastet“ einzustufen ist.

Mit der Überstellung der Wiesenflächen ist durch die Einschränkung der nächtlichen Ausstrahlung mit einer Minderung der örtlichen Kaltluftbildung zu rechnen. Es ist nicht auszuschließen, dass der Verlust eines Teils der Kaltluftentstehungs- und Kaltluftleitfunktion im Planungsgebiet zu weitreichenden klimatischen Negativwirkungen führt.

Im Rahmen des eingeleiteten Planungsprozesses sind daher die lokalen Einflüsse des vorgesehenen Solarparks „Hellerhof“ auf das Kaltluftprozessgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld zu analysieren.

Angesichts der prognostizierten Klimawandelfolgen, die in Baden-Württemberg in den nächsten Jahrzehnten einen deutlichen Anstieg der sommerlichen Wärmebelastung erwarten lassen, sind auch Aussagen zu möglichen planungsbedingten bioklimatischen Zusatzbelastungen zu treffen.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation werden auf Grundlage vorhandener Klimadaten und mit Hilfe einer ergänzenden mesoskaligen Modellstudie die lokalklimatischen Funktionsabläufe analysiert und bewertet. Zur Bewertung der kleinklimatischen Folgeerscheinungen des geplanten Solarparks wird auf Ergebnisse vorliegender Studien zurückgegriffen.

Für die Klimauntersuchung sowie für die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in planungsbezogene Bewertungen werden somit folgende Schwerpunkte gesetzt:

- 1 Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Kaltluftströmungsgeschehens. Auswertung vorhandener Klimadaten und Prognosen zum Klimawandel.

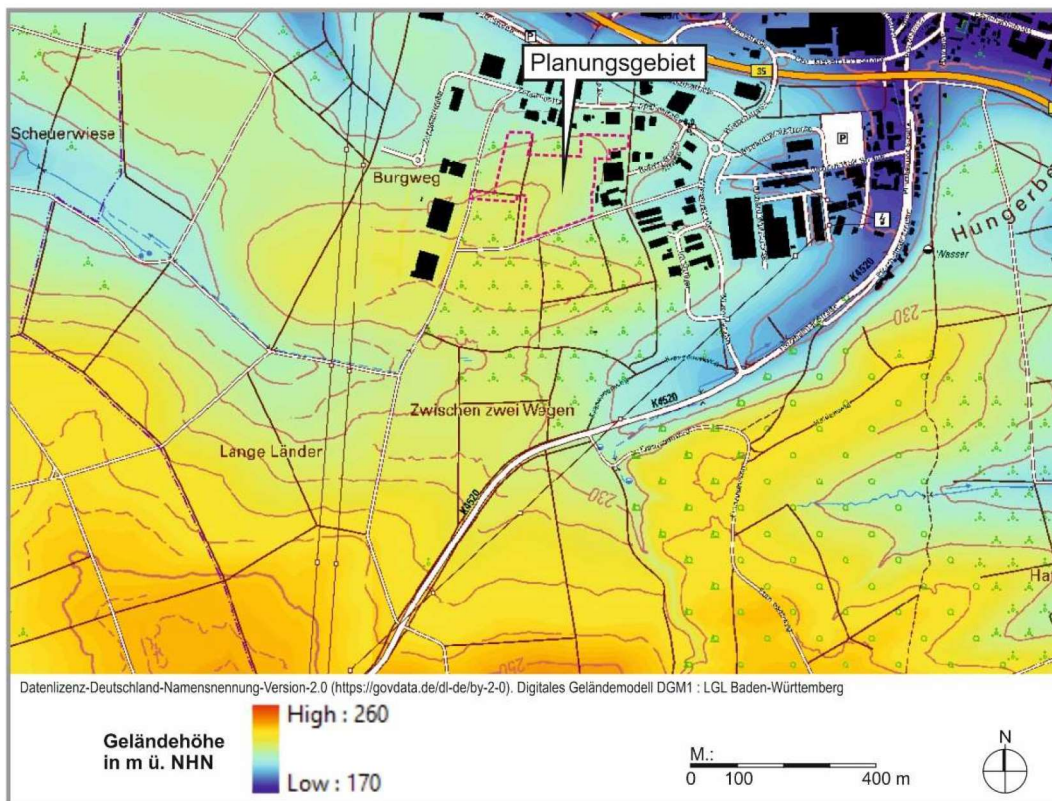
---

<sup>1</sup> **REGIONALVERBAND NORDSCHWARZWALD (2018)**: Landschaftsrahmenplan Nordschwarzwald. Pforzheim.

- 2 Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen dem Planungsgebiet und dessen Umfeld sowie der zu erwartenden planungsbedingten klimatischen Veränderungen (Kaltluftdynamik, Belüftungsintensitäten, thermische / bioklimatische Umgebungsbedingungen).
- 3 Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer/bioklimatischer Umgebungsbedingungen.

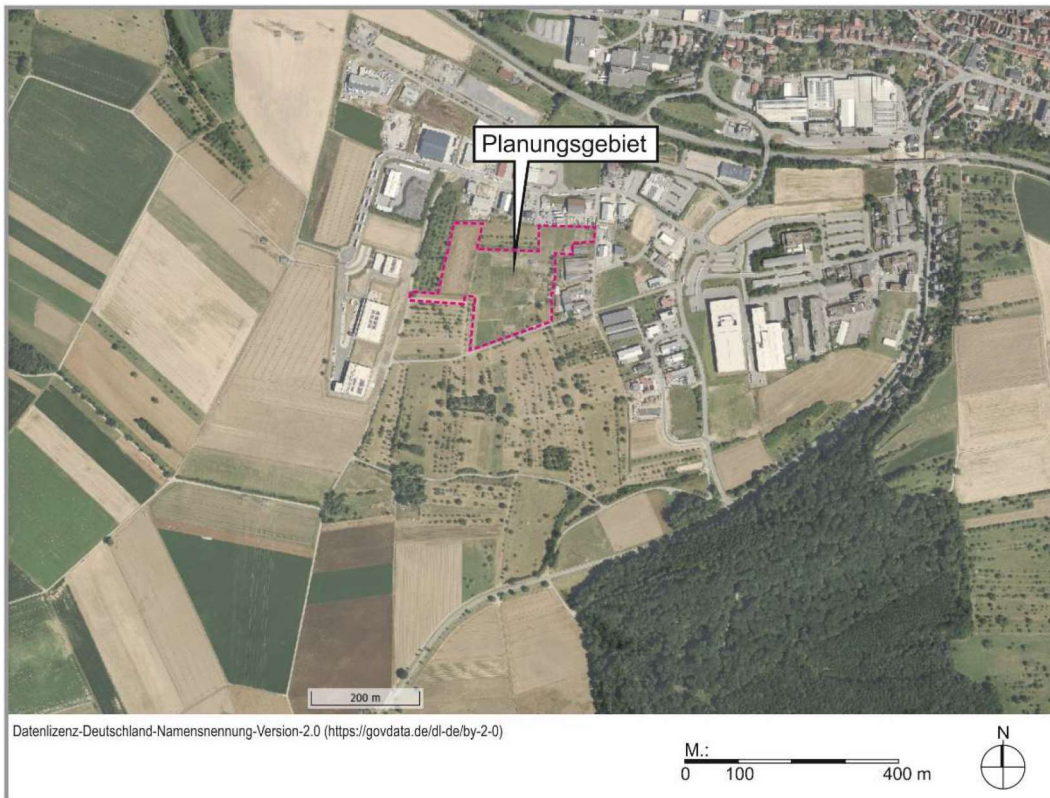
## 2 Planungsgebiet und Bebauungsplanentwurf

Das ca. 3.6 ha große Bebauungsplangebiet „Solarpark Hellerhof“ befindet sich am südwestlichen Ortsrand von Knittlingen, südlich der Bebauung Zeppelinstraße 7 bis 13, östlich der Bebauung Zeppelinstraße 15 bis 21, nördlich des Feldwegs/Wassergrabens Flurstück Nr. 13459 im Gewinn Spreitich und westlich der Bebauung Robert-Bosch-Straße 1 (Hellerhof) – vgl. GERST INGENIEURE (2025a). Wie **Abbildung 2** dokumentiert, liegt das Planungsgebiet mit seiner spornartigen Lage zwischen den Hangeinschnitten entlang der Pforzheimer Straße im Osten und dem Gewinn Scheuerwiese im Westen in einer Höhenlage von ca. 223 – 231 m ü. NHN. Der Bachlauf der Weißbach nördlich der B 35 befindet sich in einer Höhenlage von ca. 187 m ü. NHN.



**Abbildung 2:** Topografische Lagesituation des Planungsgebiets.

Wie den **Abbildungen 3** und **4** entnommen werden kann, bestehen im Planungsgebiet größtenteils Wiesenflächen, die als Pferdewiese genutzt werden. Allein im Westen wird ein Teilbereich noch landwirtschaftlich genutzt. Im Nahbereich des Planungsgebiets befinden sich zudem noch Streuobstwiesen.

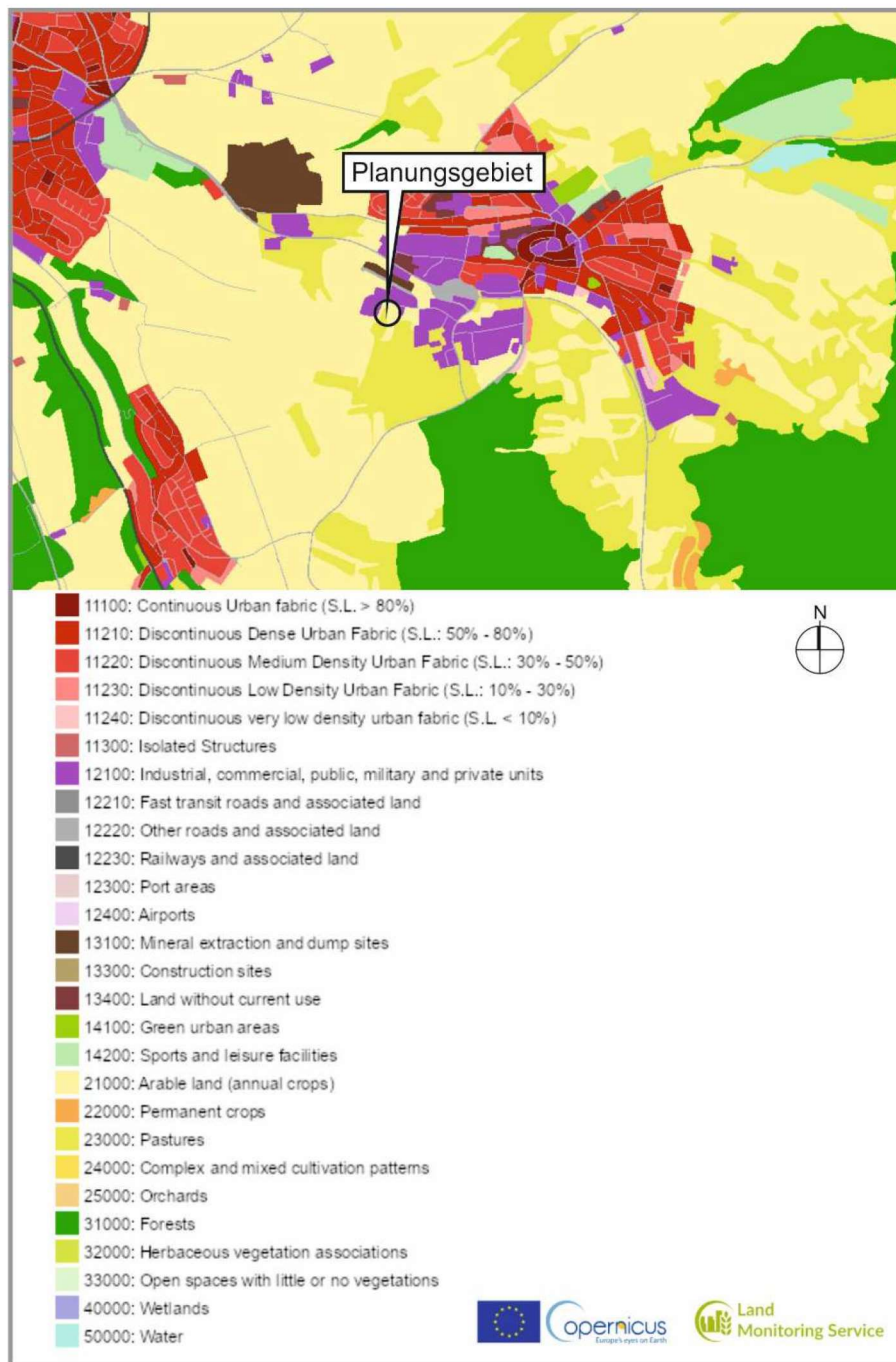


**Abbildung 3:** Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld.  
Bildquelle: LGL Baden-Württemberg



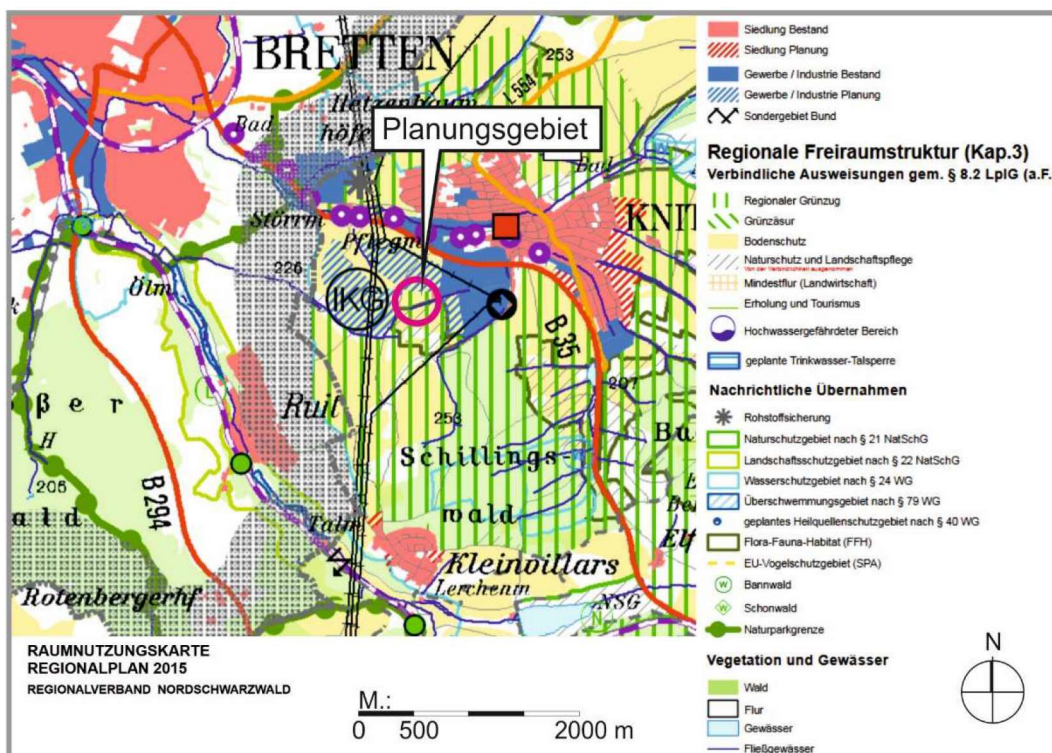
**Abbildung 4:** Planungsgebiet – Fotografische Dokumentation.  
Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA 05/2025. Luftbild: LGL Baden-Württemberg

Im Westen, Norden und Osten grenzt das Planungsgebiet an Gewerbegebietsflächen bzw. an den Hellerhof an (siehe **Abbildung 5**). In südlicher Richtung schließt freie Landschaft mit Wiesen und Landwirtschaftsflächen an. Wohngebiete befinden sich nicht im Nahbereich des Planungsgebiets.



**Abbildung 5:** Nutzungstypen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld (Stand: 2018)  
Bildquelle: <https://land.copernicus.eu/en/products/urban-atlas>

Der Regionalplan der Region Nordschwarzwald (**Abbildung 6**) zeigt, dass sich das Planungsgebiet „Solarpark Hellerhof“ in einem Regionalen Grünzug und in einem Vorbehaltsgebiet für Bodenschutz befindet. Laut Textteil zum Regionalplan (PS 3.2.1 Z [5]) sind in diesem Einzelvorhaben für Anlagen zur Erzeugung regenerativer Anlagen gestattet, sofern sie keine zusätzliche Zerschneidung der Landschaft bewirken. Regionale Grünzüge dienen der Freiraumsicherung und Freiraumentwicklung. Sie sind multifunktional, da sie unterschiedliche Landschaftsfunktionen bündeln. Klimaökologisch dienen sie der Kalt- und Frischluftbildung (= Vermeidung hoher nächtlicher Wärmebelastungen) und fungieren als lokal/regional bedeutsame Ventilationsachsen und Luftleitbahnen.

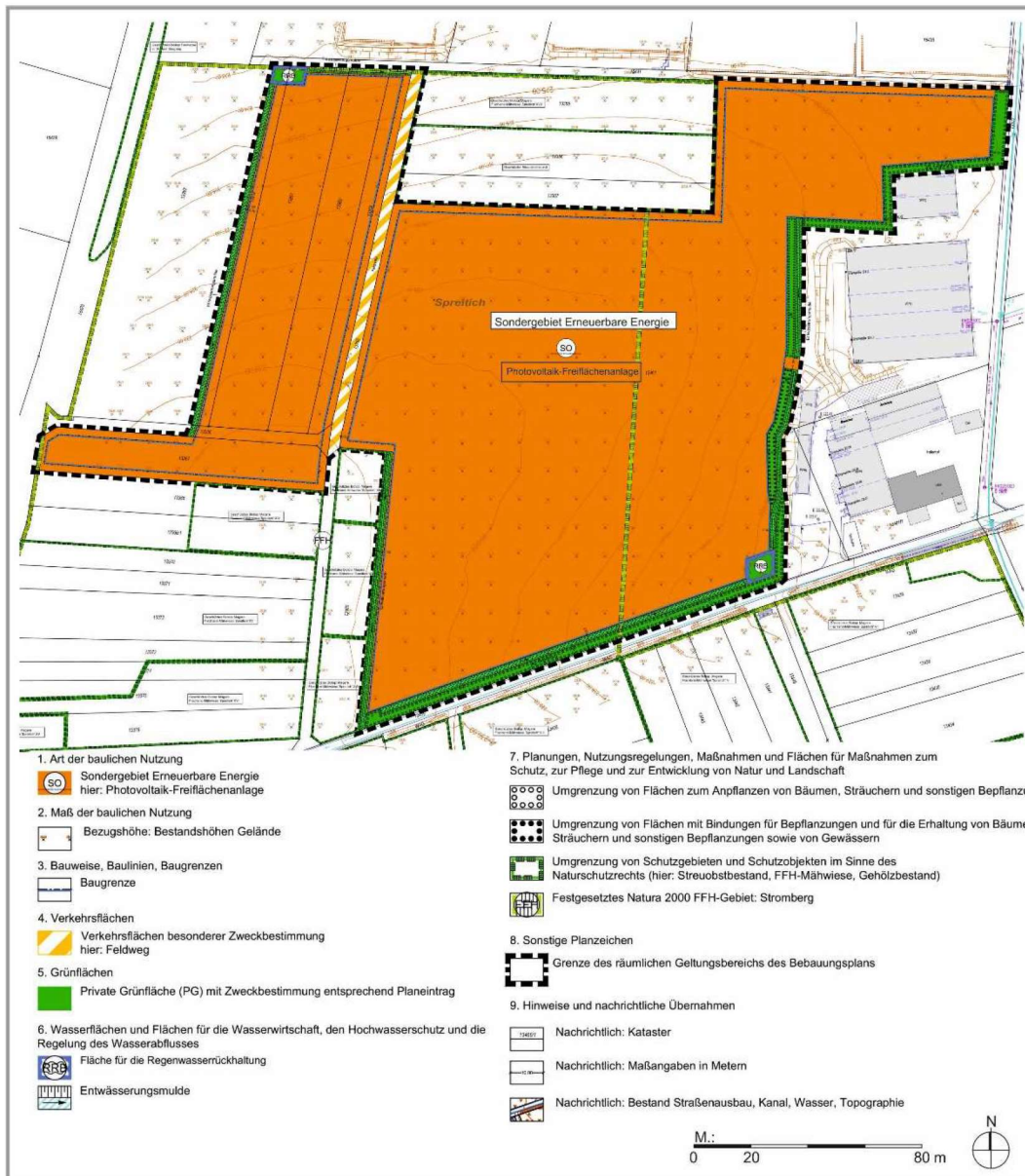


**Abbildung 6:** Ausschnitt aus der Raumnutzungskarte / Regionalplan 2015 der Region Nordschwarzwald.

Bildquelle: [https://nordschwarzwald-region.de/wp-content/uploads/2023/12/mnk\\_layout\\_A1-16102017.pdf](https://nordschwarzwald-region.de/wp-content/uploads/2023/12/mnk_layout_A1-16102017.pdf)

Der rechtsverbindliche Flächennutzungsplan 2020 der Stadt Knittlingen weist das Planungsgebiet als landwirtschaftliche Fläche aus. Im Vorentwurf zur 1. Änderung wird das Planungsgebiet bereits als Sondergebiet für eine Freiflächen-Photovoltaikanlage vorgesehen (GERST INGENIEURE 2025a).

Der vom Auftraggeber vorgelegte Bebauungsplanentwurf „Solarpark Hellerhof“ (**Abbildung 7**) für das c. 3.6 ha große Gelände umfasst die Flurstücke Nr. 13359 bis 13362, 13367 sowie Teile von 13358, 13366 und 13461 auf der Gemarkung Knittlingen.



**Abbildung 7:** Bebauungsplanentwurf vom 27.05.2025. Grafik bereitgestellt von: GERST INGENIEURE

Als Art der baulichen Nutzung ist ein Sondergebiet Erneuerbare Energie „Photovoltaik-Freiflächenanlage“ festgesetzt. Die durch bauliche Anlagen versiegelte Grundfläche innerhalb des Sondergebiets darf in Summe 500 m<sup>2</sup> nicht überschreiten (GERST INGENIEURE 2025b).

Der Abstand zwischen den einzelnen Modultischen wird mit mindestens 3.0 m (lichtes Maß) festgelegt. Die lichte Höhe der Photovoltaik-Modultische wird mit mindestens 0.8 m zwischen Modultischunterkante und dem entsprechend Planeintrag höchsten Punkt des natürlichen Geländes am Modultisch festgesetzt. Die maximale Höhe der Modultische beträgt 3.5 m.

Für Betriebsgebäude und sonstige bauliche Anlagen, deren Dachflächen möglichst extensiv zu begrünen sind, ist eine maximale Gebäudehöhe von 5.0 m festgesetzt, gemessen zwischen dem höchsten Punkt des Bauwerks und dem natürlichen Gelände entsprechend Planeintrag in der Mitte der baulichen Anlage.

Als Verkehrsflächen werden der bestehende Feldweg, unbefestigte Wege zur Erschließung des Solarparks sowie die erforderliche Zufahrt für die Feuerwehr zugelassen.

Die Ableitung des Niederschlagswassers erfolgt über offene Gräben an den Plangebietsrändern. Innerhalb des Plangebiets werden zudem zwei offene Regenrückhaltebecken hergestellt.

Als grünordnerische Maßnahmen ist im Bebauungsplanentwurf festgelegt, dass die als private Grünflächen ausgewiesenen Bereiche flächenhaft zu begrünen sind. An den Plangebietsrändern ist als Sichtschutz eine Feldhecke mit einer Endwuchshöhe von 3 m anzulegen.

Zur Sicherung der Bodenfunktion sind die unversiegelten Flächen im Bereich der Photovoltaik-Freiflächenanlage als artenreiche Wiese herzustellen. Vorhandene Bäume im Planungsgebiet sind zu erhalten.

**Abbildung 8** zeigt einen möglichen Modulbelegungsplan. Demnach sind im Planungsgebiet 5.544 Module in 45 Reihen installiert. Die Neigung der Modultische beträgt 15°. Die Modulfläche umfasst eine Größe von ca. 1.5 ha (~42% der Planungsgebietsgröße von 3.6 ha).



Abbildung 8: Modulbelegungsplan vom 22.05.2024. Grafik bereitgestellt von: GERST INGENIEURE

### **3 Untersuchungsmethodik**

---

Zur Beurteilung der lokalklimatischen Situation und zur Erarbeitung klimatisch relevanter Planungsempfehlungen erfolgt zunächst eine Bestandsaufnahme der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe. Hierbei wird u.a. auf Klimadaten der LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG) zurückgegriffen. Ergänzend werden räumlich verfeinerte Kaltluftströmungssimulationen für den Ist-Zustand durchgeführt.

Zur Darstellung der lokalklimatischen Auswirkungen des Planungsvorhabens wird auf Erkenntnisse aus klimaökologischen Studien zu Photovoltaik-Freianlagen zurückgegriffen.

Abschließend erfolgt auf Grundlage der klimaökologischen Analysen eine Bewertung.

## **4 Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Knittlingen und ihre prognostizierten zukünftigen Entwicklungen**

---

Die Region Knittlingen / Enzkreis befindet sich in der warmgemäßigten, feuchten Westwindzone. Das Klima wird überwiegend von milden, feuchten und damit wolkenreichen Luftmassen geprägt, die mit den am häufigsten vorkommenden Südwest- bis Westwinden herangeführt werden.

Die Jahressumme des Niederschlags beläuft sich im Enzkreis mit dem Stadtgebiet von Mühlacker im 30-jährigen Mittel (1971 - 2000) auf ca. 855 mm (GERICS<sup>2</sup> 2021), wobei der Monat Juni die größte Niederschlagshöhe (ca. 92 mm) aufweist. In diesem Monat kommt es durch hohe Einstrahlungsintensität und der daraus folgenden Konvektion mit Wolkenbildung verstärkt zu Schauern und Gewittern. Die geringsten Niederschläge treten mit einer monatlichen Niederschlagsmenge von durchschnittlich ca. 58 mm im Februar auf.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt im Raum Knittlingen nach (LUBW - <https://www.klimaatlas-bw.de/klimaatlasbw>) für den Zeitraum 1991 – 2020 ca. 10.2°C.

Laut LUBW-Statistik sind im Raum Knittlingen im 30-jährigen Mittel (1991 – 2020)

- 76 Frosttage/Jahr ( $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ )
- 14 heiße Tage/Jahr ( $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ )
- 0.0 Tropennächte/Jahr ( $T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ )

pro Jahr zu registrieren.

Mit Starkniederschlagsereignissen (> 20 mm/Tag) ist im langjährigen Mittel (1991 – 2020) an 4 Tagen/Jahr zu rechnen. Die Dauer der längsten Trockenperiode beträgt im Zeitraum 1991 – 2020 22 Tage.

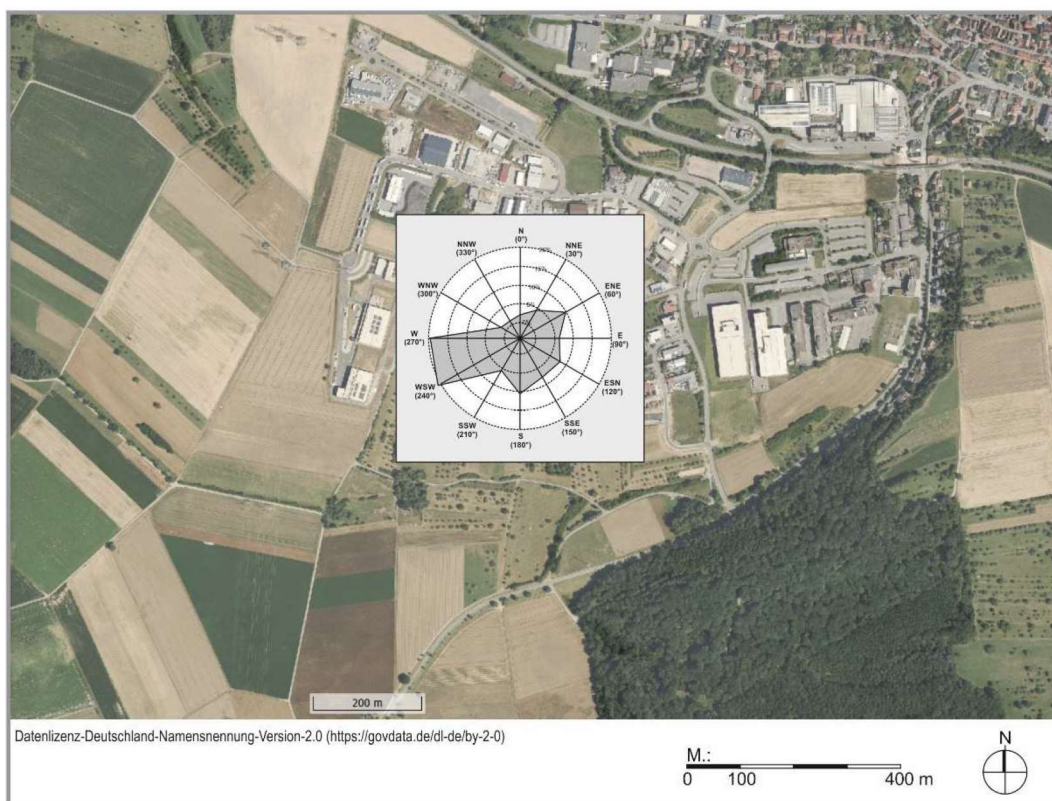
---

<sup>2</sup> GERICS = Climate Service Center Germany mit Sitz in Hamburg  
[https://gerics.de/products\\_and\\_publications/fact\\_sheets/landkreise/index.php.de](https://gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de)

## 4.1 Ortsspezifische klimatische Verhältnisse

Analysiert man die mehrjährigen Winddaten (2011 – 2020) für das Planungsgebiet „Solarpark Hellerhof“ (**Abbildung 9**), so überwiegen im Jahresverlauf westliche bis westsüdwestliche Winde, wobei mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2.4 m/s zu erwarten sind.

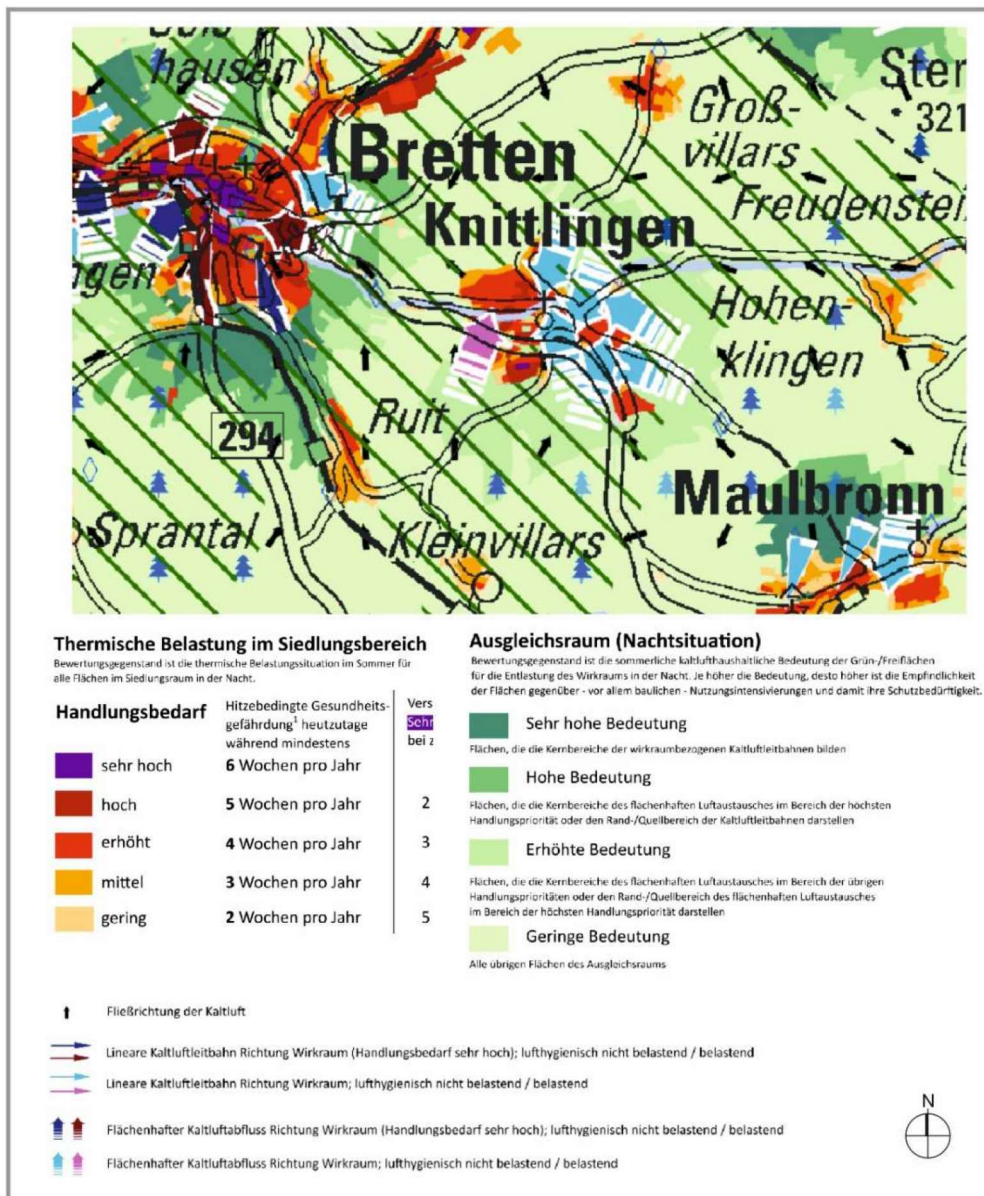
Intensive Belüftung mit mittleren Windgeschwindigkeiten von über 3.0 m/s ist zu- meist mit Südwest- bis Westwinden verbunden. Schwachwinde mit mittleren Wind- geschwindigkeiten von unter 1.5 m/s treten gehäuft bei Winden aus östlichen Rich- tungssektoren auf.



**Abbildung 9:** Berechnete Windrichtungsverteilung für den Planungsstandort in Knittlingen. Zeit- raum 2011 – 2020. Datenquelle: Windrosenatlas der LUBW.

In sommerlichen Strahlungs Nächten mit geringer Bewölkung (ca. 30% der Nächte zwischen Mai und September) häufen sich im Planungsgebiet schwache Kaltluft- bewegungen aus südlichen Richtungen. Wie die Ergebnisse mesoskaliger Kaltluft- strömungssimulationen belegen (**Abbildung 10**), entwickeln sich in der nach Nor- den exponierten Hangzone zwischen Schillingswald / Ruit und Knittlingen schwa- che nach Nordnordosten ausgerichtete Kaltluftbewegungen, wobei das Planungs- gebiet mit seinen Wiesenflächen als rauigkeitsarme Luftleitbahn fungiert.

Durch die angrenzenden Gewerbegebietsflächen mit hohem Versiegelungsgrad bleibt die thermische/strömungsdynamische Gunstwirkung der lokalen Kaltluftbewegungen allerdings räumlich eng begrenzt. In **Abbildung 10** erfolgt die Kennzeichnung des flächenhaften Kaltluftabflusses zudem mit der Farbe Rosa, was darauf hinweist, dass die lufthygienische Gunstfunktion der Kaltluft durch die Gewerbegebietsflächen eingeschränkt ist. Für die Ortslage Knittlingen sind die Belüftungseffekte und thermischen Entlastungswirkungen über die Kaltluftbewegungen entlang der Weißbach und des Esselbachs von deutlich größerer siedlungsklimatischer Bedeutung.



**Abbildung 10:** Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte Hitze und Kaltluft Baden-Württemberg. Ergebnisse mesoskaliger Klimasimulationen – Rasterauflösung 50 x 50 m. Datenquelle: <https://www.klimaatlas-bw.de/klimaatlasbw>. „Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0“ oder „dl-de/by-2-0“, [www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Da die landesweiten Kaltluftströmungssimulationen (Klimaatlas Baden-Württemberg) auf einem 50 x 50 m Raster beruhen, wurden im Rahmen der vorliegenden Klimaexpertise für einen planungsrelevanten Gebietsausschnitt mit dem anerkannten Kaltluftabflussmodell KLAM\_21 des Deutschen Wetterdienstes verfeinerte Berechnungen im 5 x 5 m Raster durchgeführt (**Abbildungen 11 – 13**).

Vorausgesetzt wird eine siedlungsklimatisch besonders relevante sommerliche Strahlungsnacht mit extrem schwacher westsüdwestlicher Regionalströmung (210°, 0.5 m/s in einer Höhe von 40 m ü.G.), wodurch die Kaltluftbewegungen im Planungsgebiet leicht intensiviert werden.

Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert.

Es werden neun Landnutzungsklassen berücksichtigt:

- Siedlung / dichte Bebauung,
- Siedlung / lockere Bebauung,
- Wald / Gehölze,
- Bahnlinie,
- Gewerbegebiete,
- Buschflächen,
- unversiegelte Freiflächen (z.B. Wiesen, Landwirtschaftsflächen),
- Wasserflächen,
- versiegelte Flächen/Straßen.

Siedlungsgebiete werden als teilweise durchströmbare (poröse) Hindernisse im Modell berücksichtigt (DEUTSCHER WETTERDIENST 2008). Damit gelingt es, die Strömungsverdrängung durch die Baukörper sowie die bremsende Wirkung der Gebäude in Übereinstimmung mit Beobachtungen zu modellieren.

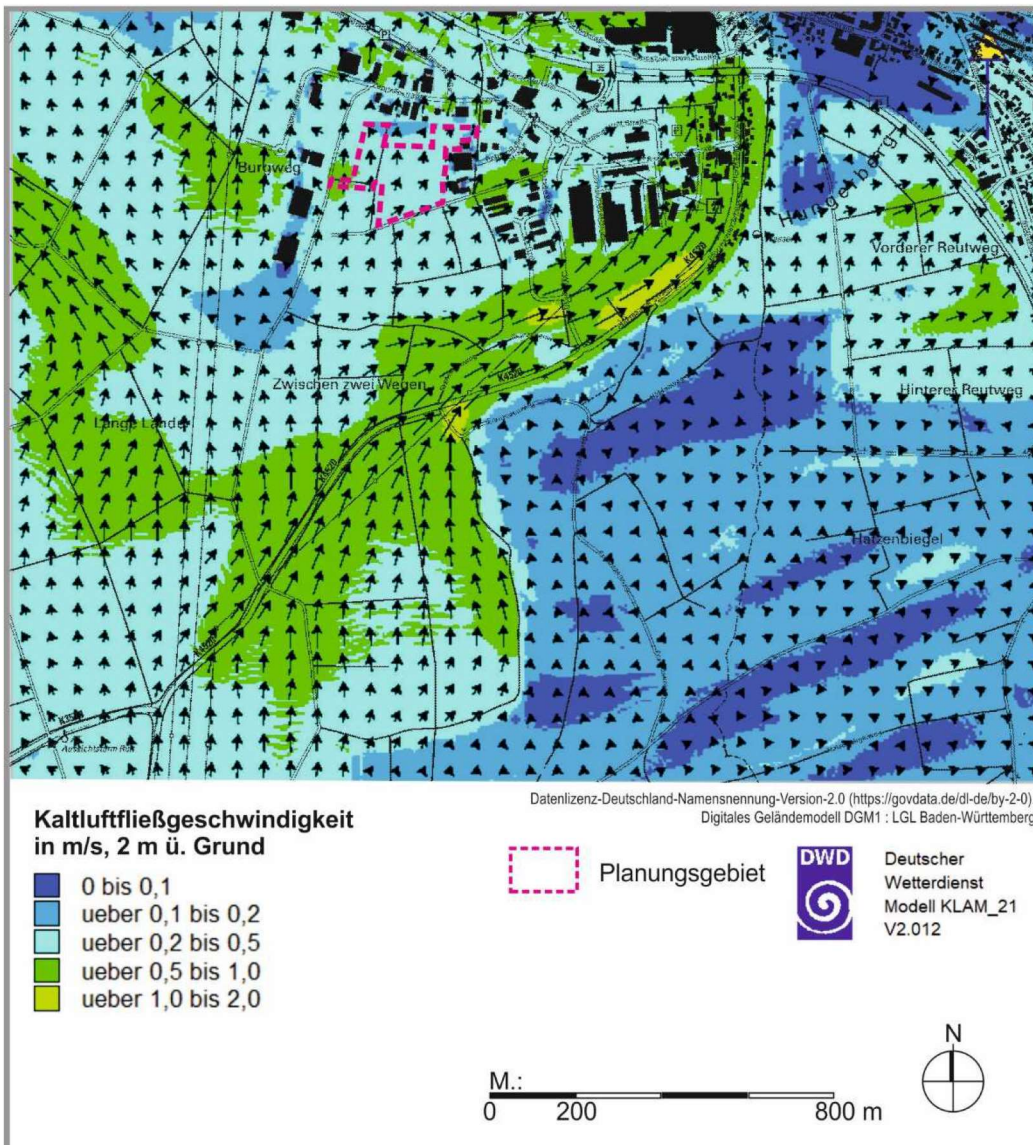
Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen werden für den Zeitpunkt 2 Std.<sup>3</sup> nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt.

Siedlungsklimatisch ist in warmen Sommernächten besonders die Abkühlungsleistung der Kaltluft in der ersten Nachthälfte von Bedeutung, da in der Regel in dieser Phase die Wohnungen vor dem Schlafengehen nochmals gelüftet werden.

---

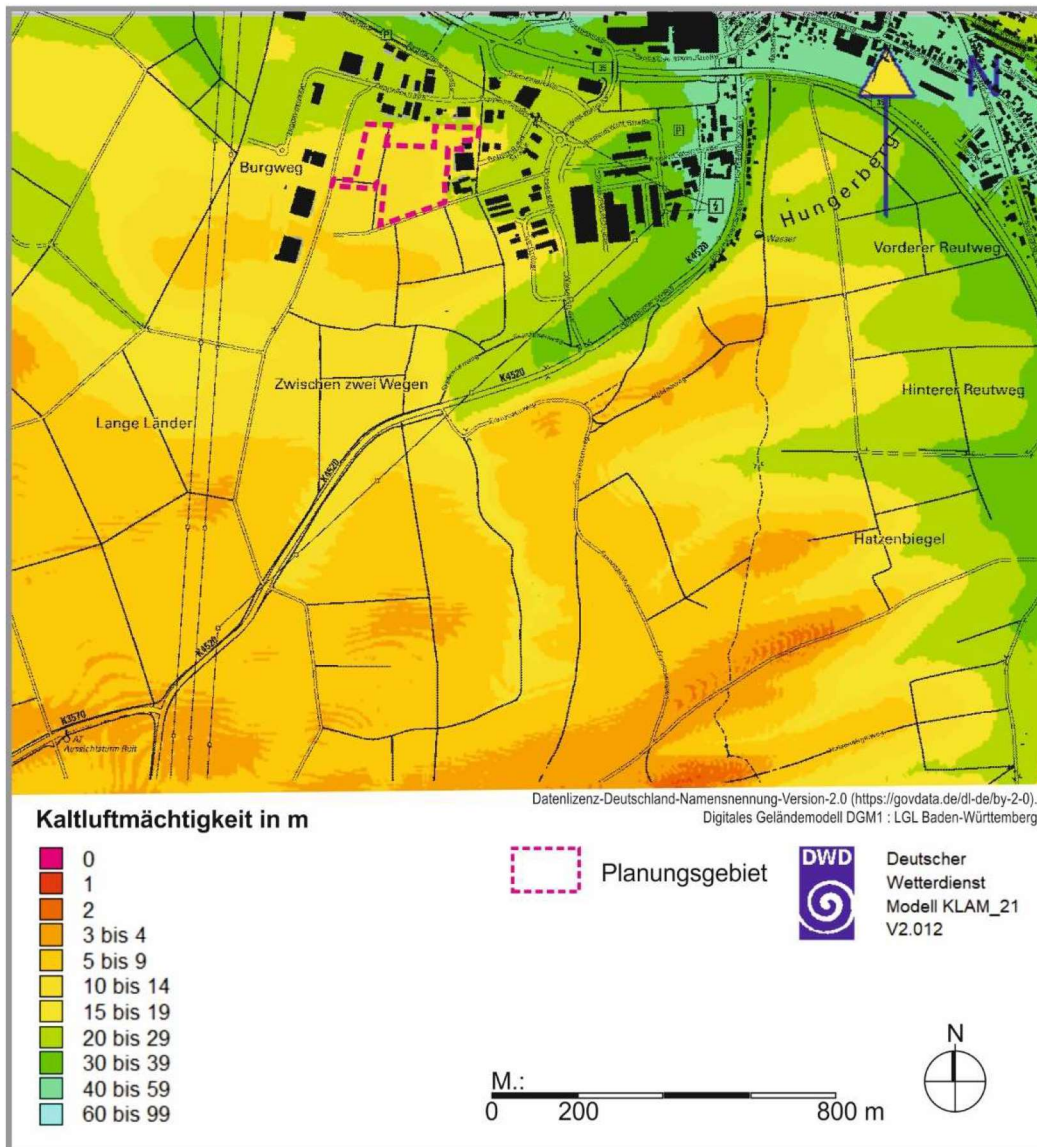
<sup>3</sup> In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 22:15 – 22:45 Uhr (MEZ)

Wie **Abbildung 11** dokumentiert, fließt die über der Hangzone zwischen Schillingswald im Südosten und Ruit im Südwesten entstehende bodennahe Kaltluft dem Gefälle folgend, entlang der K 4520 (Pforzheimer Straße) und entlang des Gewanns Burgweg (westlich der Zeppelinstraße) in Richtung der Ortslage Knittlingen. Dort erreicht die Kaltluftfließgeschwindigkeit Werte bis ca. 1.0 m/s. Im Planungsgebiet „Solarpark Hellerhof“ sind über den Wiesenflächen Windgeschwindigkeiten bis ca. 0.5 m/s zu bilanzieren.



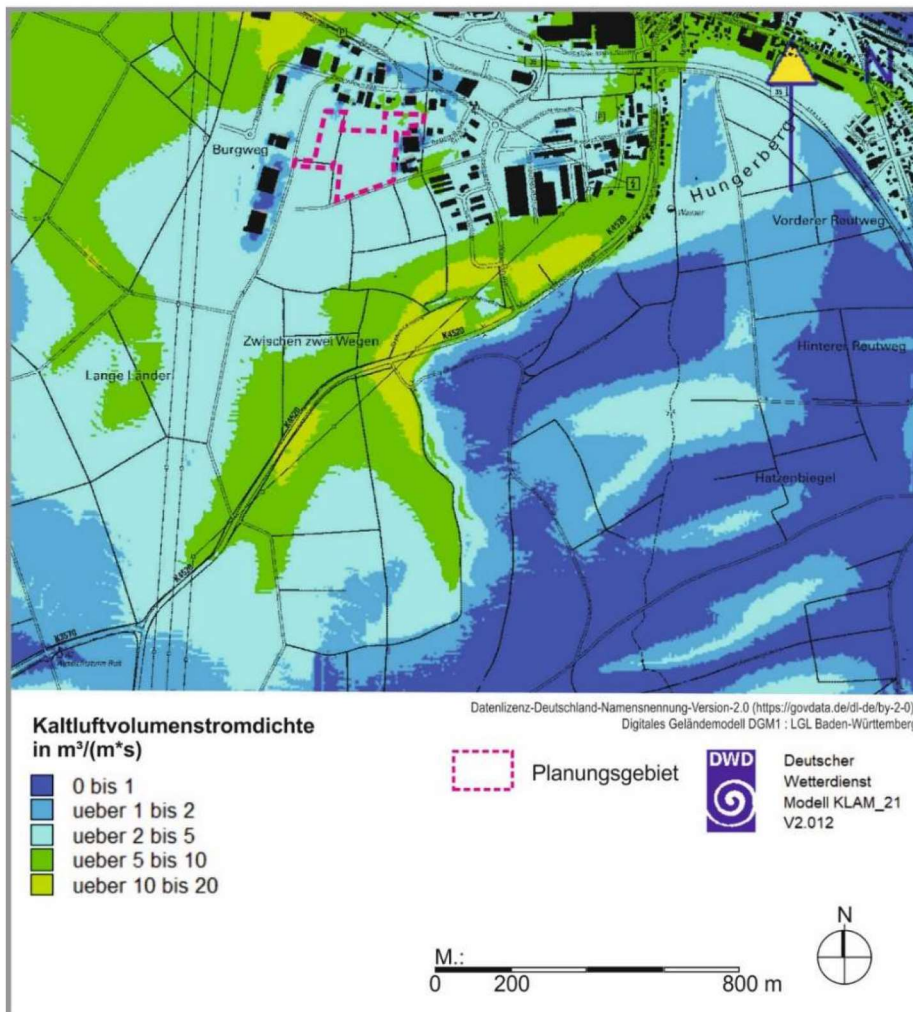
**Abbildung 11:** Kaltluftfließgeschwindigkeit und Kaltluftfließrichtung (2 m ü. G.) im Planungsumfeld in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht 2 Std. nach Sonnenuntergang.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt im Planungsgebiet in der ersten Nachthälfte ca. 10 - 19 m, so dass die geplanten PV-Module mit ihren Höhen bis ca. 3 m ü.G. von den lokalen Kaltluftabflüssen deutlich überströmt werden können.  
Entlang der K 520 (Pforzheimer Straße) und im Gewann Burgweg westlich des Planungsgebiets sind in der ersten Nachthälfte Kaltluftmächtigkeiten von über 20 m zu bestimmen.



**Abbildung 12:** Kaltflughöhe im Planungsumfeld in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht 2 Std. nach Sonnenuntergang.

Entsprechend der berechneten Kaltluftfließgeschwindigkeiten und Kaltluflhöhen werden auch bzgl. der Kaltluftvolumenstromdichte<sup>4</sup> entlang der K 4520 (Pforzheimer Straße) und des Gewanns Burgweg deutlich höhere Kaltluftvolumenströme berechnet als über dem Planungsgebiet. Während im Planungsgebiet Kaltluftvolumenstromdichten von ca. 2 – 5 m<sup>3</sup>/(m·s) zu bilanzieren sind, stellen sich bspw. entlang der K 4520 Kaltluftvolumenstromdichten von 5 – 20 m<sup>3</sup>/(m·s) ein. Laut VDI Richtlinie 3787, Blatt 5 [Entwurf 2024 „Lokale Kaltluft“, S. 16] sind Kaltluftvolumenstromdichten von unter 7.5 m<sup>3</sup>/(m·s) nur mit geringen Belüftungseffekten verbunden.



**Abbildung 13:** Kaltluftvolumenstromdichte im Planungsumfeld in einer windschwachen sommerlichen Strahlungsnacht 2 Std. nach Sonnenuntergang.

<sup>4</sup> Die Leistung von Kaltluftabflüssen wird durch die Kaltluftvolumenstromdichte angegeben. Mit dieser Größe wird diejenige Kaltluftmenge in m<sup>3</sup> beschrieben, welche pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen Oberfläche und Obergrenze der Kaltluftschicht fließt. Bestimmend sind dabei einerseits die Windgeschwindigkeit und andererseits die vertikale Mächtigkeit der Strömung.

Nach KÜPFER (2005) wird das Planungsgebiet zusammenfassend als ein klima-ökologischer Ausgleichsraum mit mittlerer bis hoher Bedeutung für das lokale Kaltluftprozessgeschehen eingestuft (Bewertungsstufen B und C, siehe **Tabelle 1**), da das Kaltluftentstehungspotenzial zwar sehr hoch ist, die Belüftungsintensität allerdings als eher gering einzustufen ist.

Einstufung	Bewertungskriterien
<b>(Stufe A) sehr hoch</b>	siedlungsrelevante Kaltluftleitbahnen Steilhänge in Siedlungsnähe (>5° bzw. 8,5% Neigung) Lufthygienisch und/oder bioklimatisch besonders aktive Flächen (z.B. Wald, große Streuobstkomplexe); Klimaschutzwald, Immissionsschutzwald
<b>(Stufe B) hoch</b>	siedlungsrelevante Kaltluftentstehungsgebiete (Neigung 2° bis 5° bzw. 3,5 bis 8,5%, dort gebildete Kaltluft kann direkt in die Siedlungen einströmen oder wird über Kaltluftleitbahnen gesammelt und dabei in Siedlungsflächen fortgeleitet) alle übrigen Kaltluftleitbahnen (ohne direkte Siedlungsrelevanz); lufthygienisch und/oder bioklimatisch aktive Flächen (z.B. kleine Waldflächen, vereinzelt Streuobstwiesen); Immissionsschutzpflanzungen
<b>(Stufe C) mittel</b>	Kaltluftentstehungsgebiete mit geringer Neigung (nicht siedlungsrelevante Kaltluftentstehungsgebiete) Flächen, auf denen weder eine nennenswerte Kalt- bzw. Frischluftentstehung gegeben ist noch wesentliche Belastungen bestehen
<b>(Stufe D) gering</b>	klimatisch und lufthygienisch wenig belastete Gebiete, z.B. durchgrünte Wohngebiete
<b>(Stufe E) sehr gering</b>	klimatisch und lufthygienisch stark belastete Gebiete, von denen Belastungen auf angrenzende Bereiche ausgehen, z.B. Industriegebiete, belastende Gewerbegebiete

**Tabelle 1:** Bewertungskriterien für das Schutzgut Klima / Luft (AUS: KÜPFER 2005)

Die thermische Situation an warmen / heißen Sommertagen, die siedlungsklimatisch von besonderer Relevanz ist, wird im Wesentlichen durch die örtlichen Oberflächentemperaturen bestimmt.

Wie Ergebnisse satellitengebundener Infrarotaufnahmen (**Abbildung 14**) anhand der sommerlichen Mitteltemperaturen der Jahre 2019 – 2024 dokumentieren, zeigen Waldflächen (z.B. Schillingswald) und vermehrt gehölzüberstellte Freiflächen mit Oberflächentemperaturen von ca. 27 – 30°C die niedrigsten Werte.

Wiesenflächen ohne Baumschatten (z.B. Planungsgebiet) weisen mittlere Oberflächentemperaturen von ca. 30 – 36°C auf. In den benachbarten Gewerbegebietsflächen dominieren Oberflächentemperaturen von ca. 36°C bis über 42°C. In der Ortslage Knittlingen werden im Bereich verdichteter Baustrukturen Oberflächentemperaturen bis über 39°C erfasst.

Die thermische Gunst von Gehölz- und Wiesenflächen wird damit offensichtlich.

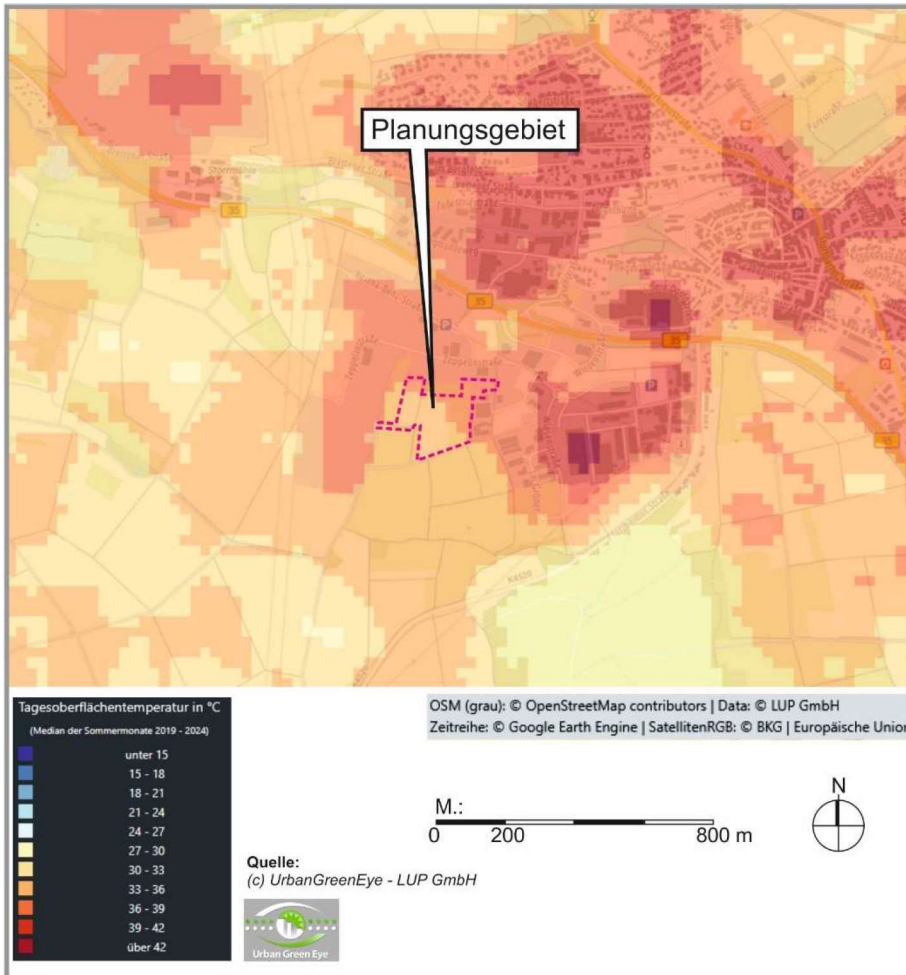


Abbildung 14: Mittlere Tagesoberflächentemperaturen 2019 - 2024

Der Ausschnitt aus der Karte „Bioklima“ des Landschaftsrahmenplans Nordschwarzwald (**Abbildung 15**) fasst die ortsspezifischen siedlungsklimatischen Bedingungen im Planungsumfeld zusammen.

Demnach ist das Planungsgebiet mit seinen Wiesenflächen eine Freifläche mit hohem Einfluss auf Siedlungsgebiete. Dabei ist anzumerken, dass nördlich und westlich des Planungsgebiets seit Kartenerstellung 2015 weitere Bebauung hinzugekommen ist. Die o.a. Analysen weisen darauf hin, dass der klimaökologische Wirkungsbereich der Wiesenflächen (Ventilationsfläche, Kaltluftentstehungsgebiet und Kaltluftleitbahn) in der aktuellen Situation weitgehend auf die angrenzenden Gewerbegebietsflächen begrenzt bleibt.

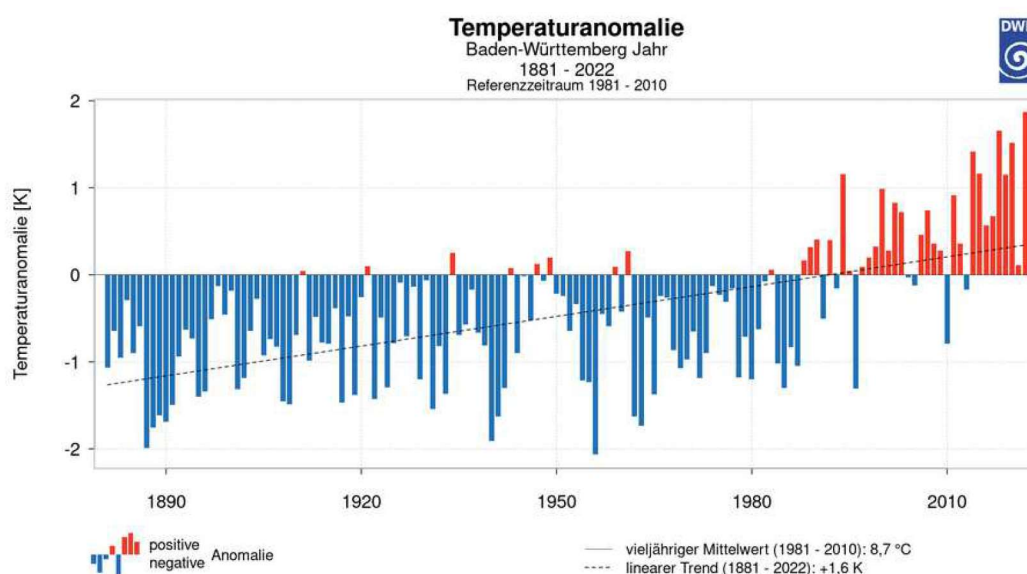


**Abbildung 15:** Bioklimatische Situation. Ausschnitt aus dem Landschaftsrahmenplan Region Nordschwarzwald 2015. Bildquelle: [https://nordschwarzwald-region.de/wp-content/uploads/2023/11/8\\_1\\_Bioklima-min.pdf](https://nordschwarzwald-region.de/wp-content/uploads/2023/11/8_1_Bioklima-min.pdf)

## 4.2 Klimawandelfolgen im Raum Knittlingen

Die Sicherstellung ausreichender Belüftungseffekte und günstiger thermischer / bioklimatischer Umgebungsverhältnisse wird zukünftig an Bedeutung zunehmen, da die sommerliche Wärmebelastung auch in Knittlingen infolge des globalen Klimawandels weiter ansteigen wird.

Bereits heute dokumentieren langjährige Daten von Klimamessstationen in Baden-Württemberg einen zu beobachtenden Lufttemperaturanstieg. Im Jahresmittel ist die Lufttemperatur in Baden-Württemberg zwischen den Jahren 1881 und 2022 bereits um 1.6°C angestiegen. 2022 lag die Jahresdurchschnittstemperatur ca. 2.2°C über dem Mittel des Referenzzeitraums 1971 – 2000. **Abbildung 16** zeigt, dass insbesondere in den letzten beiden Jahrzehnten die Lufttemperaturen deutlich angestiegen sind.

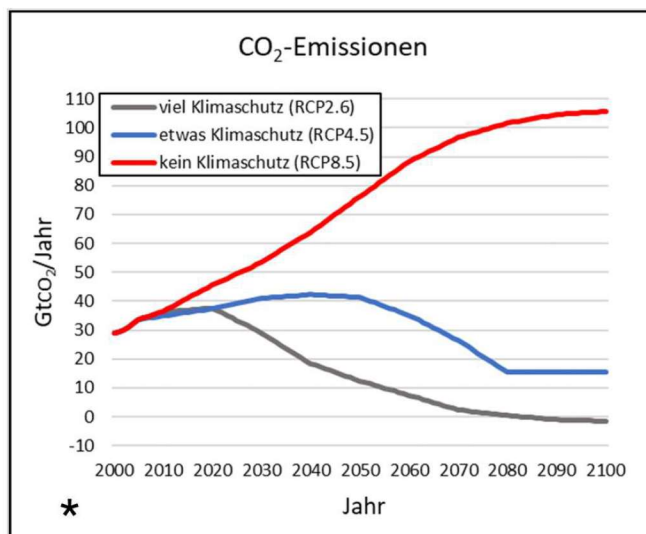


**Abbildung 16:** Temperaturanomalien (in °C) für Baden-Württemberg (1881-2022).  
Grafikquelle: <https://www.dwd.de>

Hauptverantwortlich für den Anstieg der globalen Mitteltemperaturen sind anthropogen freigesetzte CO<sub>2</sub>-Emissionen. Da aktuell nicht detailliert vorhergesagt werden kann, wie sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen zukünftig entwickeln, werden diese in Klimamodellen in Form von Szenarien mit unterschiedlicher CO<sub>2</sub>-Entwicklung über die Zeit berücksichtigt, die bis zum Ende des Jahrhunderts einen bestimmten Strahlungsantrieb hervorrufen.

Für Europa ist aktuell das Klima-Szenario RCP 8.5 (RCP = *Representative Concentration Pathways*) als wahrscheinlich anzunehmen.

Das RCP-Szenario 8.5 weist den einen starken Anstieg des Strahlungsantriebes auf, der sich bis zum Ende des Jahrhunderts nicht abschwächt und eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur um ca. 4°C gegenüber dem Zeitraum 1985 – 2005 bewirken würde (**Abbildung 17**). Das RCP8.5-Szenario wird auch als „Weiter wie bisher-Szenario“ bezeichnet. Selbst ein abrupter weltweiter Rückgang des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes würde, aufgrund der Trägheit des Klimasystems, in Kürze keine signifikante Änderung herbeiführen. Die nachfolgenden Werte zu Klimaänderungen basieren auf dem RCP-Szenario 8.5.



**Abbildung 17:** Anthropogener Strahlungsantrieb der verschiedenen IPCC-Klimaszenarien (nach CUBASCH ET AL. 2013, Grafik: GERICS 2021)

Laut GERICS (2021) wird die mittlere Jahresmitteltemperatur im Enzkreis gegenüber der Zeitspanne 1971 – 2000 im Zeitraum 2036 – 2065 (= nahe Zukunft) um ca. 1.9°C (Median der Simulationsrechnungen) zunehmen. Die Anzahl der bioklimatisch besonders relevanten heißen Tage und Sommertage wird um ca. 6.8 Tage/Jahr bzw. 15.0 Tage/Jahr ansteigen.

Da zugleich die Anzahl der Tropennächte (+3.6 Tage/Jahr) zunimmt, steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen. Die erhöhte Wärmebelastung führt insbesondere bei alten und kranken Menschen sowie Kleinkindern zu gesundheitsgefährdendem Hitzestress.

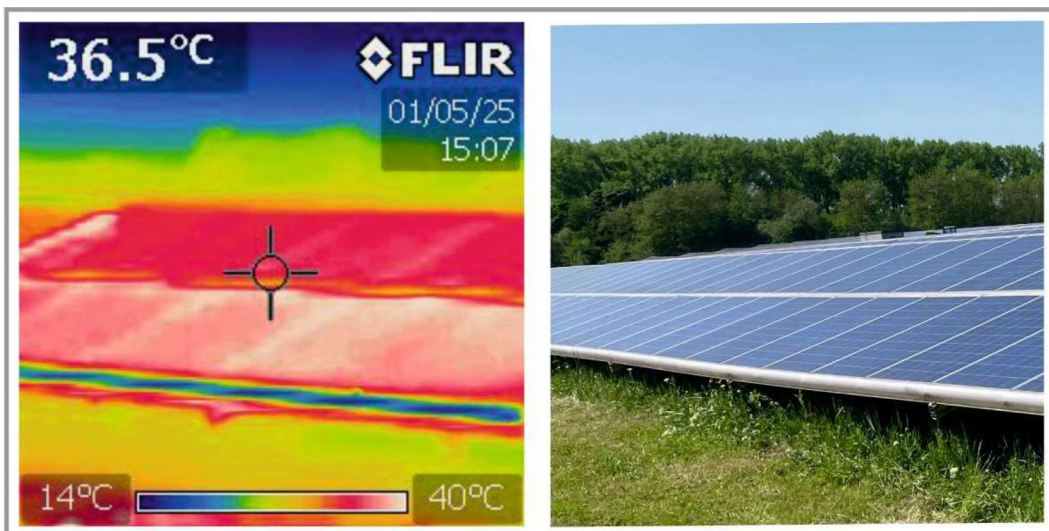
Durch die o.a. thermisch wirksamen Klimawandelfolgen wird die Sicherstellung günstiger thermischer Umgebungsverhältnisse zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen.

Die Anzahl der Tage mit Starkniederschlag ( $\geq 20$  mm/Tag) wird von 5.5 Tage/Jahr (1971 – 2000) auf ca. 6.6 Tage/Jahr (2036 – 2065) zunehmen, weshalb bei Baumaßnahmen ausreichende Retentionsmöglichkeiten zu berücksichtigen sind.

## 5 Potenzielle Auswirkungen der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage im Bebauungsplangebiet „Solarpark Hellerhof“

Das Planungsgebiet ist mit seinen Wiesen-/Landwirtschaftsflächen von deutlichen Temperaturschwankungen geprägt, die sich an siedlungsklimatisch besonders relevanten heißen Sommertagen ( $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ ) in einer starken Erwärmung der oberen Bodenschichten ausdrücken, vor allem in Strahlungs Nächten, aber auch zur Produktion von Kaltluft führen. Durch die gegebene Topografie fließt die Kaltluft in nördlicher Richtung zu den benachbarten Gewerbebegebietsflächen ab.

Am Tag können sich, je nach Bauweise, PV-Moduloberflächen an heißen Sommertagen auf ca.  $50 - 60^{\circ}\text{C}$  erhitzen. Wie **Abbildung 18** belegt, können bereits bei Lufttemperaturen von ca.  $26^{\circ}\text{C}$  auf den PV-Modulen Oberflächentemperaturen bis  $40^{\circ}$  gemessen werden, während besonnte Wiesenflächen Oberflächentemperaturen von max.  $30^{\circ}\text{C}$  zeigen.



**Abbildung 18:** IR-Aufnahme (Oberflächentemperaturen) von PV-Modulen an einem Sommertag ( $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ ). Messung und Fotoaufnahme: ÖKOPLANA

Demnach muss mit einer zusätzlichen Erwärmung der Luftschichten über den Modulen gerechnet werden. Gleichzeitig ist im Schatten der Modulflächen die Lufttemperatur reduziert. Am Tag können die Lufttemperaturen unter den Modulen durch deren Schattenwirkung um ca.  $3 - 4^{\circ}\text{C}$  niedriger sein (ÖKOPLANA 2020).

Eine Untersuchung der IE LEIPZIG ET AL. (2011) weist darauf hin, dass es einen Luftaustauscheffekt zwischen den besonnten und beschatteten Teilbereichen der Modulfelder gibt, weshalb in der Gesamtbilanz im direkten Planungsumfeld am Tag keine gravierenden Lufttemperaturdifferenzen zum Ist-Zustand (Wiesenflächen ohne PV-Module) zu erwarten sind. Zudem sorgt am Tag der meist intensive vertikale Luftaustausch über den PV-Modulen für einen raschen Lufttemperaturausgleich mit der Umgebungsluft.

Ein erheblicher Einfluss auf die thermischen Umgebungsbedingungen im Planungsumfeld ist daher am Tag nicht zu erwarten.

Durch die geringe Höhe der Solarmodule (max. ca. 3.5 m ü. G.) und ihre glatte Oberfläche ist bei zumeist vorherrschenden Winden aus südwestlichen bis westlichen Richtungen auch keine nennenswerte Windabschwächung in der Umgebungsbebauung anzunehmen.

Mit der Inanspruchnahme des Bebauungsplangebiets „Solarpark Hellerhof“ für die Errichtung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage nimmt durch die großflächige Überdeckung der Bodenoberfläche mit Solarpanelen die nächtliche Ausstrahlung ab. Während über den freien Wiesenflächen mit einer Kaltluftproduktionsrate von ca. 15 -20 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>-h) zu rechnen ist, muss diese durch die verminderte Ausstrahlung im Plan-Zustand als reduziert (ca. -30 bis -40%) angenommen werden. Die zukünftige Kaltluftbildungsrate wird die mit PV-Modulen überstellte Fläche nicht mehr im heutigen Umfang leisten können. Zwar kühlen die technischen Anlagenteile in den Nachtstunden rasch ab, jedoch wird der flächige Eintrag von Niederschlag und Feuchtigkeit auf der Fläche eine verminderte Verdunstung zur Folge haben und eine reduzierte Abkühlung die Produktion kühlerer Luftmassen in der Gesamtbilanz einschränken. Die Versiegelung durch zusätzliche Bauwerke und Oberflächenbefestigungen wirkt hierbei nur unwesentlich ein. Um dies zu minimieren werden klimawirksame Festsetzungen in den Bebauungsplan aufgenommen. So darf durch bauliche Anlagen die versiegelte Grundfläche innerhalb des Sondergebiets in Summe 500 m<sup>2</sup> nicht überschreiten – siehe Kap. 2. Bei Umsetzung des Vorhabens kommt es damit zu keinem hohen Grad der Bodenversiegelung, was sich auch kleinklimatisch positiv auswirkt.

Mit der Umsetzung des Planvorhabens wird die derzeitige Funktion der Fläche als Kaltluftproduzent in der Qualität zwar herabgesetzt, der Kaltluftabfluss in Richtung Norden wird jedoch nicht gravierend reduziert. Wie die Ergebnisse der Modellrechnungen in Kap. 4.1 zeigen, erreicht die lokale Kaltluft durch den Kaltluftzustrom aus dem südlichen Freiraumgefüge bereits in der ersten Nachthälfte eine vertikale Mächtigkeit von ca. 10 – 19 m, so dass die Hangabwinde die PV-Module in deutlicher Weise überströmen können. Gleiches gilt für die geplanten 3 m hohen Feldhecken am Plangebietsrand.

Da zudem durch das geplanten Vorhaben die siedlungsklimatisch bedeutsameren Kaltluftabflüsse entlang der K 520 (Pforzheimer Straße) und im Gewann Burgweg westlich des Planungsgebiets nicht tangiert werden, ist eine bedeutsame Schwächung der kaltluftbedingten Belüftung von Knittlingen auszuschließen.

Aufgrund der lediglich kleinräumigen/ punktuellen Versiegelungen kann man davon ausgehen, dass durch die Photovoltaik-Freiflächenanlage das auf den Flächen auftreffende Niederschlagswasser trotz der Überdeckung mit Modulen größtenteils im Boden versickern kann. Auch selbst dann, wenn sich die Niederschlagsintensität zwischen den Modulen und unter den Modulen in Abhängigkeit von der Windstärke unterschiedlich darstellen wird. Eine gravierende Veränderung der relativen Luftfeuchtigkeit wird daher ebenfalls nicht zu bilanzieren sein.

Die lokalklimatischen Folgeerscheinungen des Planungsvorhabens (Belüftung, Wärmebelastung und Kaltluftprozessgeschehen) sind insgesamt gering und stehen damit einer Realisierung nicht entgegen.

Ein Einfluss des Planungsvorhabens auf die örtliche Niederschlagsverteilung ist auszuschließen. Die von den PV-Modulen ausgehende Auftriebsströmung (ca. 10 – 20 m) ist bei der geplanten Flächengröße von ca. 1.5 ha deutlich zu gering, um zu einer Wolkenmodifikation beizutragen. Bei Regenwolken (z.B. Nimbostratus) liegt die Basis der Wolke zwischen ca. 500 und 2.000 m (<https://www.dwd.de>).

## 6 Kurzbewertung und Planungsempfehlungen

---

Die durchgeführte projektbezogene Klimaanalyse belegt, dass die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage im ca. 3.6 ha großen Bebauungsplangebiet „Solarpark Hellerhof“ zu keinen siedlungsklimatisch bedenklichen Modifikationen führt.

Die Belüftungsintensitäten am Tag und in der Nacht werden allenfalls kleinräumig und in geringem Maße im unmittelbaren Nahbereich der benachbarten Gewerbegebietsflächen reduziert. In den nächstgelegenen Wohngebieten der Ortslage Knittlingen sind keine veränderten Windverhältnisse zu erwarten.

Auch bzgl. der thermischen / bioklimatischen Umgebungsbedingungen sind keine gravierenden Negativwirkungen zu erwarten. Im Planungsgebiet und in den unmittelbar benachbarten Gewerbegebietsflächen (bis in ca. 50 m Entfernung) kann insbesondere in den Nachtstunden durch den Verlust an Kaltluftproduktionsraten unter den PV-Modulen die Abkühlungsintensität abnehmen. Da aber durch das geplante Vorhaben die siedlungsklimatisch bedeutsameren Kaltluftabflüsse entlang der K 520 (Pforzheimer Straße) und im Gewann Burgweg westlich des Planungsgebiets nicht tangiert werden, ist eine bedeutsame Schwächung der kaltluftbedingten Belüftung von Knittlingen auszuschließen.

Die im Bebauungsplanentwurf festgesetzten grünordnerischen Ausgleichmaßnahmen und die Begrenzung der der Bodenversiegelung durch bauliche Maßnahmen (siehe Kap. 2) sind aus klimaökologischer Sicht zu begrüßen und geeignet, um die kleinräumigen klimatischen Negativeffekte der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage zu minimieren. Dies gilt insbesondere für die Randeingrünung.

Auch grünordnerische Maßnahmen an anderer Stelle im Stadtgebiet (z.B. geplante Obstbaumpflanzungen im Gewann Asperger Rain - Flst. Nr. 14152) im Norden von Knittlingen) sind geeignet, im Gesamtklimasystem von Knittlingen positiv zu wirken (→ örtliche Steigerung der Kaltluft- und Frischluftproduktivität).



.....  
gez. Achim Burst (Dipl.-Geogr.)  
ÖKOPLANA

Mannheim, 08. Mai 2025

## 7 Quellenverzeichnis, weiterführende Schriften

---

- BMBAU, BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- DWD DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM\_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a. M.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2010):** Leitfaden zur Berücksichtigung klimatischer Ausgleichsfunktionen in der räumlichen Planung am Beispiel der Regionen Mittlerer Oberrhein und Nordschwarzwald. Hannover.
- GERICS (2021):** Klimaausblick – Landkreis Enzkreis. Hamburg.
- GERST INGENIEURE (2025a):** Begründung mit Umweltbericht zum Bebauungsplan Entwurf „Solarpark Hellerhof“ Gemarkung Knittlingen. Mühlacker.
- GERST INGENIEURE (2025b):** Bebauungsplan Entwurf „Solarpark Hellerhof“ Gemarkung Knittlingen - Textteil. Mühlacker.
- IE LEIPZIG – LEIPZIGER INSTITUT FÜR ENERGIE GMBH, ZSW – ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG, FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WINDENERGIE UND ENERGIESYSTEMTECHNIK, BOSCH & PARTNER GMBH, SOKO-INSTITUT FÜR SOZIALFORSCHUNG UND KOMMUNIKATION (2011):** Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG – Endbericht des Vorhabens Ilc Solare Strahlungsenergie.
- KÜPFER, C. (2005):** Empfehlungen für die Bewertung von Eingriffen in die Natur und Landschaft in der Bauleitplanung sowie Ermittlung von Art und Umfang von Kompensationsmaßnahmen sowie deren Umsetzung (Teil A: Bewertungsmodell). Hrsg. LUBW. Karlsruhe.
- ÖKOPLANA (2020):** Klimaexpertise zur Begrünungsmaßnahme auf dem Gelände der Stadtwerke Mainz AG – Hauptverwaltung Rheinallee 41 Mainzer Netze GmbH in der Landeshauptstadt Mainz. Mannheim
- REGIONALVERBAND NORDSCHWARZWALD (2018):** Landschaftsrahmenplan Nordschwarzwald. Pforzheim.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003/2024-ENTWURF):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.