

Auftraggeber: Stadt-Land-plus GmbH
Am Heidepark 1a
56154 Boppard-Buchholz

Stellungnahme Lokalklima „Industriegebiet Boppard-Hellerwald I“

Projekt-Nr.: 24-04-04-FR-**ENTWURF**

Umfang: 13 Seiten

Datum: 14. Mai 2024

Bearbeiter: Dr. Christine Ketterer, M.Sc. Meteorologie
Marcel Gangwisch, M.Sc. Umweltwissenschaften
Dr. Rainer Röckle, Diplom-Meteorologe

IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg

Telefon: 0761/ 202 582 68

E-Mail: ketterer@ima-umwelt.de

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Boppard plant die 8. Änderung und Erweiterung des Bebauungsplans für das Industriegebiet „Boppard-Hellerwald I“ südwestlich von Boppard.

Die Lage kann der Abbildung 1-1 entnommen werden. Vorgesehen ist die Schaffung von zusätzlichen Industrieflächen im nordöstlichen Bereich des bisherigen Industriegebiets zwischen der Bundesautobahn A 61 und der Alten Römerstraße bzw. dem bestehenden Gewerbegebiet im Süden. Im südlichen Bereich sollen Teile der Waldfläche „Engelrödchen“ bebaut werden.

Die Bebauung von Waldflächen hat durch die geänderte Strahlungsumsetzung und die Speicherwirkung versiegelter und bebauter Areale Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse und die Kaltluftproduktion.

Im Industriegebiet ist die maximal zulässige Grundflächenzahl GRZ auf 0,8 und eine Baumassenzahl von 8,0 festgesetzt. Im nördlichen Teil des Geltungsbereiches des Bebauungsplans soll die maximale Gebäudehöhe auf 14,0 m (GI 1) bzw. 22,0 m (GI 2) festgelegt werden.

Auf den Flurstücken 1/52 und 5/107 werden begrünte Flächen für die Rückhaltung von Niederschlagswasser (Regenrückhaltebecken) und Reinigung von Niederschlagswasser (Regenklärbecken) entwickelt. Auf Flurstück 1/52 sollen zudem auf 50 m² zwei Teiche angelegt werden.

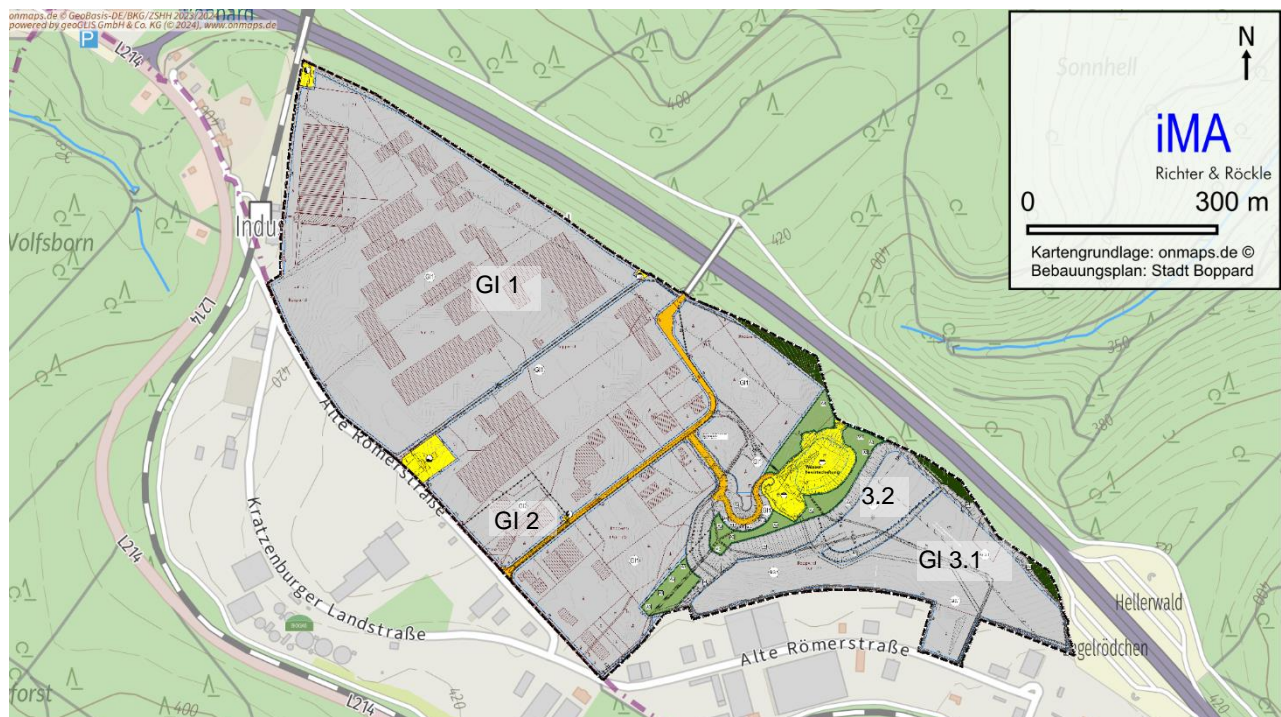


Abbildung 1-1: Bebauungsplanentwurf „Industriegebiets Boppard-Hellerwald I“. Grün dargestellt sind die geplanten Grünflächen. Im Nordosten ist die Fläche zur Wasserbewirtschaftung gelb dargestellt.

In dieser Stellungnahme werden die derzeitigen Verhältnisse dargestellt und die Auswirkungen einer Bebauung auf das lokale Klima abgeschätzt.

2 Örtliche Verhältnisse

Boppard liegt im oberen Mittelrheintal südlich der größten Rheinschleife Bopparder Hamm. Das Rheintal verläuft im Untersuchungsgebiet von Norden nach Süden und weist nur ein geringes Gefälle auf (vgl. Abbildung 2-1). Das Industriegebiet „Boppard-Hellerwald I“ liegt auf einer Hochebene südwestlich von Boppard. Von der Kuppenlage führen zahlreiche Seitentäler in das Rheintal (von Südost nach Nordwest: Mittelbachtal, Bruder-Michels-Tal, Fraubachtal, Burdenbachtal, Kalmuttal, sowie das Mühlthal). Am Fuße der einzelnen Täler liegt der Kernbereich der Stadt Boppard direkt am Rhein.

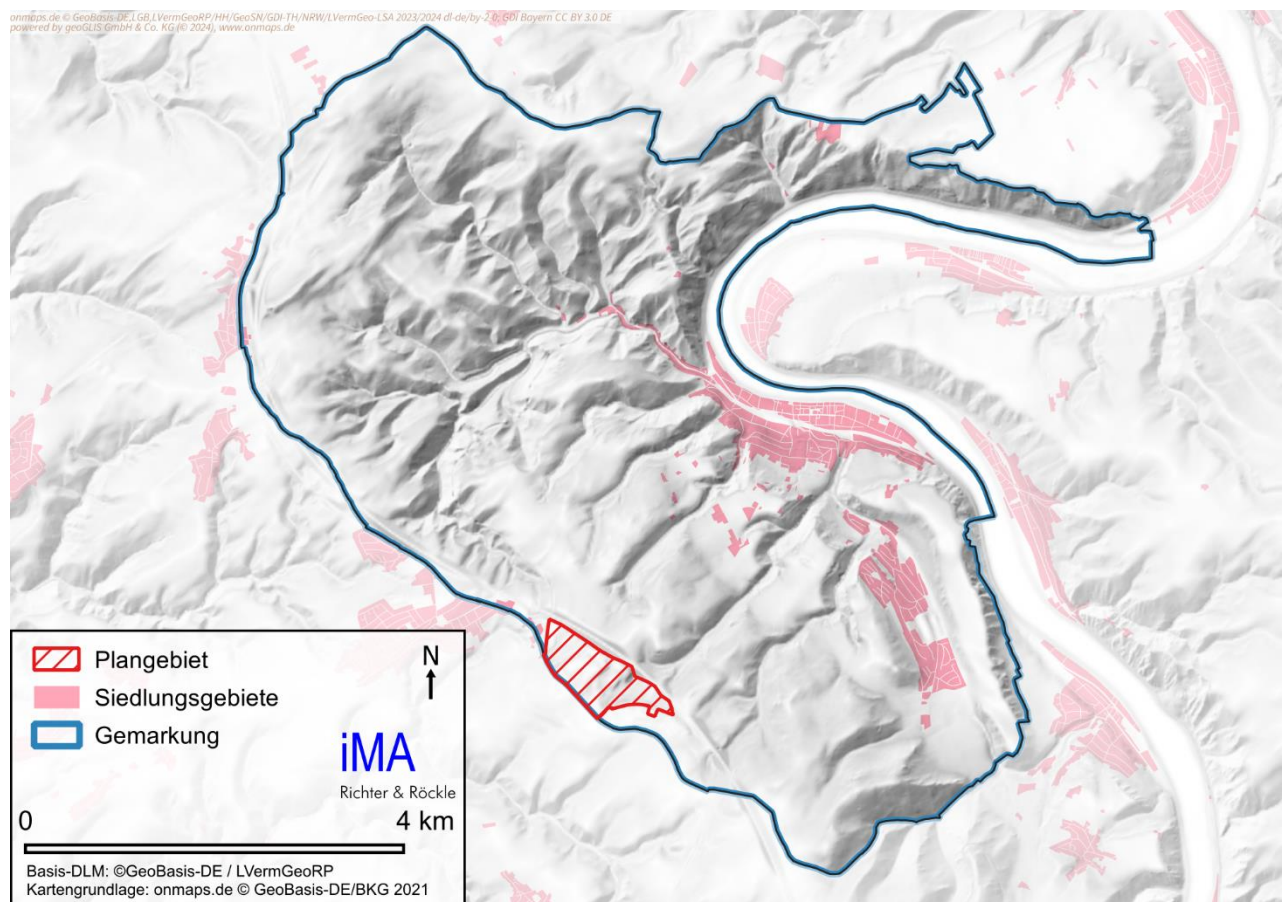


Abbildung 2-1: Geschumمرتetes Relief mit Lage des Plangebiets und der angrenzenden Siedlungsgebiete.

Die Abbildung 2-2 zeigt die Umgebung im Luftbild. Das Industriegebiet grenzt im Westen an die Nachbargemeinde Buchholz und im Norden an die Bundesautobahn A 61. Die Bundesautobahn liegt an dieser Stelle überwiegend unter dem Höhenniveau des Industriegebiets mit Ausnahme des geplanten Regenrückhaltebeckens. Im Süden, Westen und Osten des Industriegebiets sowie nördlich der Autobahn befinden sich große Waldgebiete.

Der Geltungsbereich des Bebauungsplans erstreckt sich über das bestehende Industriegebiet zwischen der A 61 und der Alten Römerstraße im Norden, sowie dem Waldgebiet „Engelrödchen“ zwischen der A 61 und dem bestehenden Industriegebiet im Süden.



Abbildung 2-2: Luftbild des Industriegebiets Boppard-Hellerwald I.

Das Plangebiet weist insbesondere Industrie- und Gewerbegebiete im Bereich der aktuell bewaldeten Fläche aus. Hier ist eine Versiegelung von bis zu 80 % und eine Gebäudehöhe von max. 434,0 m (ü. NHN) vorgesehen. Das entspricht im Plangebiet einer absoluten Gebäudehöhe von etwa 30 m über Grund.

3 Lokalklimatische Verhältnisse

3.1 Thermische Verhältnisse

Boppard befindet sich in der gemäßigten Klimazone. Ein Überblick und eine grobe Einordnung sind mithilfe von Indikatoren möglich. In Boppard werden routinemäßig keine Lufttemperaturen aufgezeichnet. Die nächstgelegenen Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes befinden sich Geisenheim und Blankenrath.

Zur Einordnung sind die Indikatoren von Hamburg, Köln und Frankfurt, sowie Geisenheim und Blankenrath (blau) in Tabelle 3-1 dargestellt.

Tabelle 3-1: Klima-Indikatoren der Klimaperiode 1991 – 2020 (Messdaten des Deutschen Wetterdienstes DWD)

| | Stations- höhe | Eistage | Frosttage | Sommer- tage | Heiße Tage | Nieder- schlag | Sonnen- schein- dauer |
|-------------------|-------------------|----------|-----------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------------------|
| | <i>m</i> | <i>d</i> | <i>d</i> | <i>d</i> | <i>d</i> | <i>mm</i> | <i>h</i> |
| Hamburg (Flgh.) | 11 | 13,3 | 64,9 | 29,8 | 5,9 | 771 | 1.617 |
| Köln-Bonn (Flgh.) | 91 | 6,2 | 60,8 | 46,8 | 11,2 | 802 | 1.589 |
| Frankfurt (Flgh.) | 100 | 10,3 | 64,1 | 59,6 | 16,4 | 599 | 1.725 |
| Geisenheim | 111 | 9,4 | 52,1 | 57,6 | 14,7 | 525 | 1.717 |
| Blankenrath | 417 | 19,1 | 75,0 | 32,2 | 6,1 | 745 | 1.603 |

Eistag $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ Sommertag $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$
 Frosttag $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ Heißer Tag $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$

Der Raum Boppard im Bereich des Mittelrheins gehört zu den Bereichen mit mäßiger thermischer Belastung in Deutschland. Lokalklimatische Belastungen treten in Boppard hauptsächlich durch sommerliche Hitze auf. Diese zeigt sich z. B. an der Zahl der *Sommertage*, d.h. Tage mit Höchsttemperaturen über 25 °C (siehe Abbildung 3-1).

Während in der Stadt Boppard im Mittel bis zu ca. 54 Sommertage im Jahr (1991 – 2020) auftreten, nimmt die Anzahl an Sommertagen in den höher gelegenen Waldflächen um das Gewerbegebiet auf ca. 35 Tage im Jahr ab (siehe Abbildung 3-1).

Lokal können die Verhältnisse leicht variieren. Im Lauf des Tages heizen sich insbesondere versiegelte Oberflächen aufgrund der kurzwelligen Sonneneinstrahlung auf. Nach Sonnenuntergang kühlen die Oberflächen infolge langwelliger Wärmeabstrahlung aus. Erwartungsgemäß treten die höchsten Temperaturen in stark versiegelten Bereichen auf. Besonnte Straßen und Dachflächen weisen in der Regel hohe Oberflächentemperaturen auf. In Vegetations-bestandenen Flächen treten dagegen die niedrigsten Temperaturen auf, da ein Teil der eingestrahlten Sonnenenergie zur Verdunstung benötigt wird und die Schattenwirkung der Vegetation die Aufheizung ebenfalls reduziert.

Die Lufttemperatur im Erlebensraum des Menschen (1,1 m über Grund) ist zwar nicht identisch mit den Oberflächentemperaturen, jedoch führen die Oberflächen zu einer Erwärmung oder Abkühlung der darüber liegenden Luft. Sie vermitteln daher, wenn auch weniger ausgeprägt, die Temperaturverhältnisse. Dies ist ein Grund dafür, dass die Lufttemperatur in den versiegelten Bereichen höher als in der vegetationsreicheren Umgebung ist.

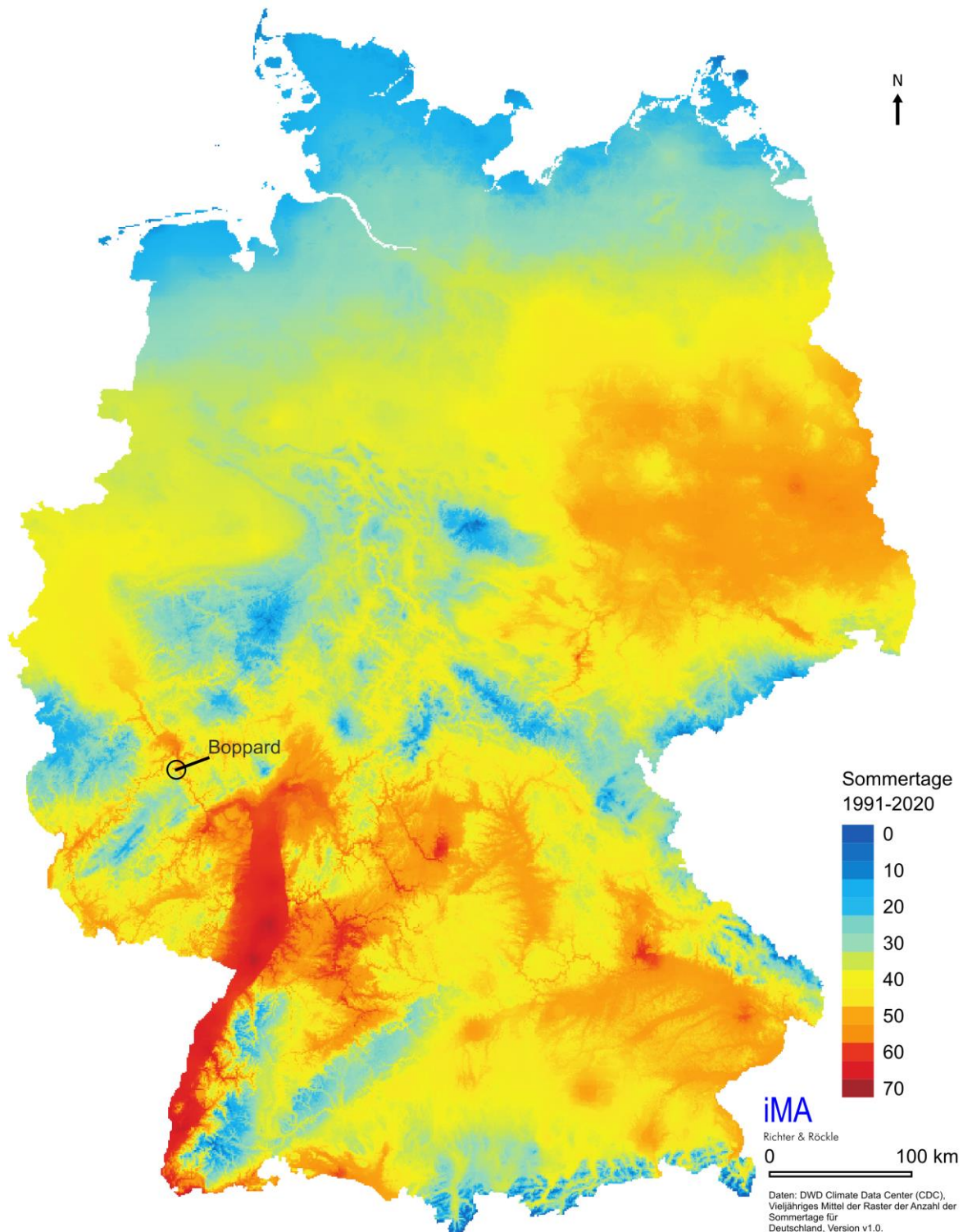


Abbildung 3-1: Zahl der Sommetrage in Deutschland im Zeitraum 1991 bis 2020 (Daten: DWD).

3.2 Kaltluftabflüsse

Boppard weist durch die rheinische Tallage auch Gunstfaktoren auf. So findet man dort in den Abend- und Nachtstunden Kaltluftabflüsse von den Hängen, Seitentälern und dem Rheintal, die in der Lage sind thermische und lufthygienische Belastungen zu reduzieren.

Bei Wetterlagen, bei denen die Witterung durch die großräumige Verteilung der Tiefdruckgebiete geprägt ist, herrschen in der Regel gute Austauschbedingungen. Lokal führt im Wesentlichen die Orographie zu Strömungsbeeinflussungen; in Tallagen treten z. B. Kanalisierungen der Strömung auf. Temperaturunterschiede zwischen bebauten und unbebauten Flächen sind vergleichsweise gering.

Hochdruckwetterlagen können dagegen mit geringen übergeordneten Windgeschwindigkeiten und geringer Bewölkung verbunden sein. Bei diesen so genannten autochthonen Wetterlagen stellt sich meist ein ausgeprägter Tagesgang der Lufttemperatur ein. Aufgrund des geringen großräumigen Luftaustausches prägen die lokalen topographischen Verhältnisse (sowohl das Geländere relief als auch die Realnutzung) das lokalklimatische Geschehen.

In reliefiertem Gelände bilden sich tagesperiodische Windsysteme aus. In den Tagstunden tal- und hangaufwärtsgerichtete, meist böige Winde, in den Nachtstunden dagegen Kaltluftabflüsse. In Ebenen sind insbesondere nachts nur geringe Strömungen vorhanden. Deshalb zählen Kaltluftabflüsse in gegliedertem Gelände zu den klimatischen Gunstfaktoren einer Region.

Die Simulationen der Kaltluft für das Untersuchungsgebiet wurde mit dem mesoskaligen thermodynamischen Modell FITNAH durchgeführt. Der abendliche Kaltluftabfluss 2 Stunden nach Sonnenuntergang wird in Abbildung 3-2 dargestellt.

Die Freiflächen und Wälder südlich von Boppard stellen Kaltluftproduktionsgebiete dar, so auch das Waldstück „Engelsrödchen“, welches Bestandteil des Bebauungsplans ist. Die Kaltluftgeschwindigkeit auf dem Plangebiet ist im Bestand sehr gering, ebenso die Kaltluftmächtigkeit. Ausnahme bildet hier die Senke, welche nun als Regenrückhaltebecken genutzt werden soll. Hier sammelt sich die lokal entstandene Kaltluft in einem Kaltluftsee. Ist die Senke mit Kaltluft gefüllt, so fließt diese stoßweise über die Autobahn in das Bruder-Michels-Tal in Richtung Boppard ab. Die Kaltluftvolumenstromdichte ist auf dem Plangebiet, auch im bisher unbebauten Waldstück nach VDI 3787 Blatt 5 (2024, im Gründruck) als gering einzustufen.

Der Kaltluftabfluss variiert je nach Rauigkeit des Geländes. Deshalb nimmt die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms über den Freiflächen auf den Höhenrücken zwischen den Tälern z.B. entlang der L210 stark zu, während in den Wäldern die Kaltluftströmung aufgrund der Hindernisse eher gering ist. Die Bebauung in Boppard verringert ebenfalls die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms.

Im Laufe der Nacht füllt sich das Rheintal, aber auch die angrenzenden Seitentäler mit Kaltluft auf. Während die Kaltluflhöhe ansteigt, wird die bodennahe Windgeschwindigkeit zumindest in den Seitentälern südlich von Boppard geringer.

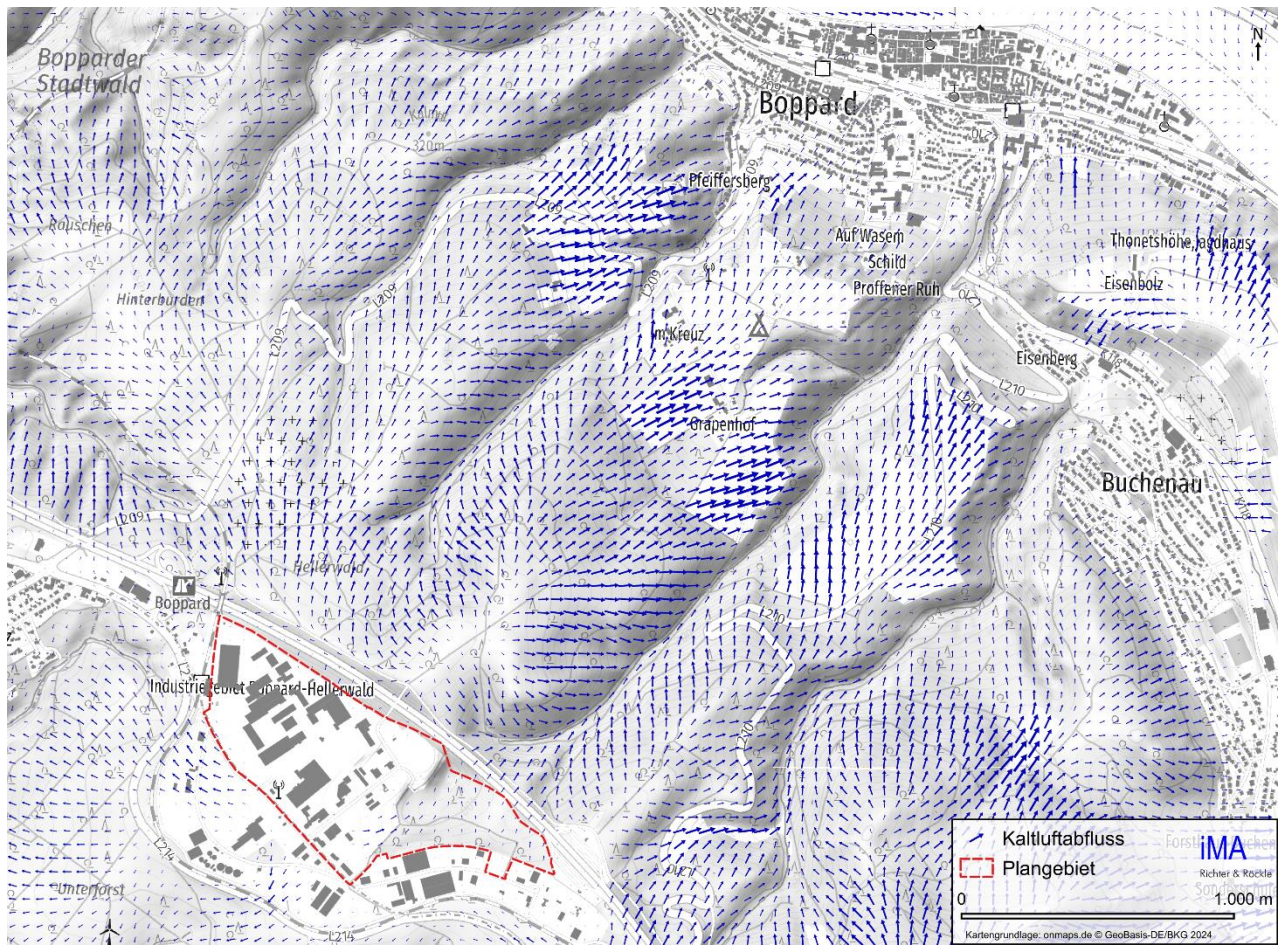


Abbildung 3-2: Berechnete bodennahe Kaltluftströmung 2 Stunden nach Sonnenuntergang.

4 Auswirkungen der Planung

4.1 Thermische Verhältnisse

An sonnigen Tagen findet die Strahlungsumsetzung an den Oberflächen statt. Die Vegetation, insbesondere Bäume, versucht ihre Oberflächentemperaturen durch Verdunstung niedrig zu halten. Dachflächen, Wände und versiegelte Bereiche heizen sich dagegen auf. Dabei spielen das Reflexionsvermögen, die Wärmeleitung und Speicherwirkung der besonnten Oberflächen eine wichtige Rolle.

Durch die Bebauung des Waldstückes nimmt die Lufttemperatur bei sonnigen Wetterlagen tagsüber und nachts zu. Aufgrund der Waldnähe ist von einer abendlichen Erwärmung von ca. 2 bis 3 K auszugehen. Tagsüber wird die Tageshöchsttemperatur im Vergleich zum nahegelegenen Waldstück ebenfalls ansteigen, da die Abschattung entfällt.

4.2 Kaltluftverhältnisse

Durch die Bebauung des Bebauungsplangebiets Boppard-Hellerwald I geht Kaltluftproduktionsfläche verloren. Die Auswirkungen einer Bebauung mit einer GRZ von 0,8 und maximal erlaubter Gebäudehöhe beschränken sich auf das Plangebiet und den angrenzenden Nahbereich bis etwa 500 m Entfernung vom Plangebiet (Abbildung 4-1).

Die Reduktion der Kaltluftproduktion im Industriegebiet Boppard-Hellerwald I führt nicht zu einer Verringerung des Kaltluftstroms, der Boppard belüftet, da diese Kaltluft in einem großen Einzugsgebiet über mehrere Täler hinweg produziert wird und der prozentuale Wegfall dieser Fläche nicht bedeutend ist. Die lokale Reduktion der bodennahen Kaltluftströmung hat keine Auswirkungen auf die Durchlüftung von Boppard und die dortigen thermischen Verhältnisse. Durch die Verringerung der Kaltluftströmung aus dem Plangebiet heraus, reduziert sich auch der Eintrag der Luftschadstoffe aus dem Industriegebiet und der angrenzenden A61 in den Kaltluftstrom.

Definition „Volumenstromdichte“

Für planerische Zwecke interessiert der Kaltluftvolumenstrom bzw. die Volumenstromdichte der Kaltluft als Maß für die Durchlüftung. Die Volumenstromdichte ist das Produkt aus Geschwindigkeit und Mächtigkeit der Strömung. Sie gibt an, wie viel Kaltluft durch einen 1 m breiten Querschnitt mit vorzugebender Höhe (z.B. Höhe der fließenden Kaltluft) strömt. Die Volumenstromdichte ist vom Ort der Betrachtung abhängig und eignet sich dadurch für eine ortsabhängige Bewertung beispielsweise für das Kaltluftdurchlüftungspotenzial.

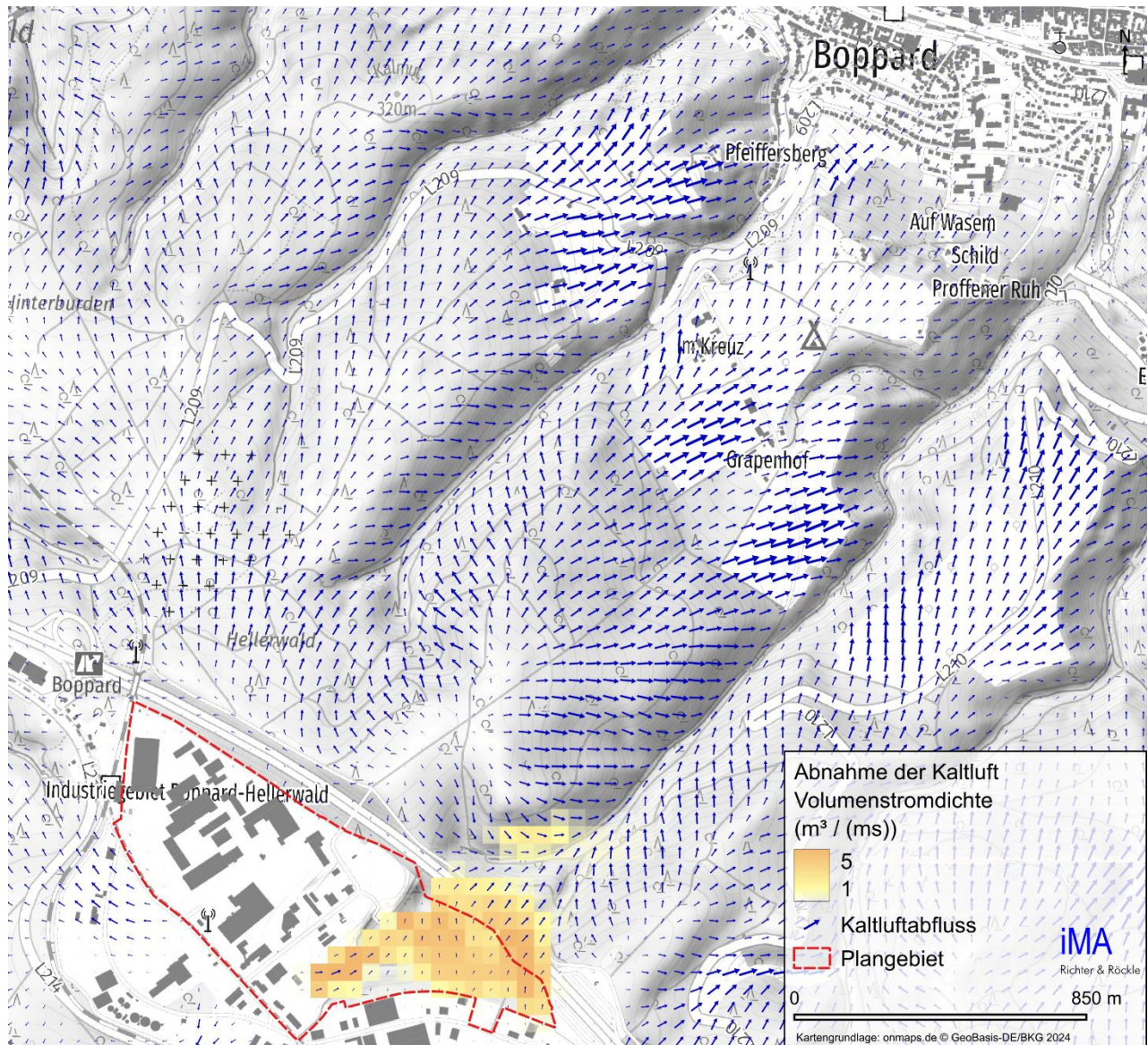


Abbildung 4-1: Änderung der Kaltluftvolumenstromdichte 2 Stunden nach Sonnenuntergang.

5 Planungsempfehlungen

Die Beurteilung lokalklimatischer Auswirkungen ist im Gegensatz zu lufthygienischen Belastungen oder Lärm schwierig, da es keine verbindlichen Grenz- oder Richtwerte gibt.

Demzufolge gilt für das Lokalklima ein Minimierungsgebot.

Ziele zur Verringerung der Auswirkungen sind

- die Aufheizung zu reduzieren,
- eine rasche Abkühlung in den Abendstunden zu gewährleisten,
- kaltluftproduzierende Maßnahmen zu fördern.

Thermische Effekte

- Um die Wärmespeicherwirkung der Gebäude gering zu halten, sollten die Gebäude nach aktuellem GEG-Standard (2024) errichtet werden. Solche Neubauten haben in der Regel eine geringere Wärmespeicherwirkung als z.B. Gebäude im Bestand. Die Gebäudeoberflächen können sich an sonnenreichen Tagen zwar stärker aufheizen, kühlen in den Nachtstunden aber schneller ab.
- Bei den der Sonne am stärksten ausgesetzten Dachflächen ist aus klimatischer Sicht eine Begrünung anzustreben. Neben der geringeren Erwärmung im Dachniveau stellt auch die Regenwasserretention einen erwünschten Effekt dar. Eine Kombination von Dachbegrünung und PV-Anlagen stellen eine Win-Win-Situation dar (Abkühlung der PV-Anlage und Verschattung der Dachbegrünung, welche dadurch auch in sommerlichen Trockenperioden länger vital bleibt). Eine intensive Begrünung ist auch bei längeren Trockenperioden wirksam. Sinnvoll ist es deshalb, Regenwasser z.B. in Zisternen zu sammeln, um im Bedarfsfall die Bewässerung der Gründächer aufrecht zu erhalten. Durch die Verdunstungswirkung feuchter Dachflächen heizen sich diese Flächen weniger auf und können nachts zur Kaltluftproduktion beitragen.
- Helle Oberflächen reflektieren im Vergleich zu dunklen Oberflächen mehr kurzwellige Strahlung, sodass weniger Strahlungsenergie zur Aufheizung zur Verfügung steht. Dies ist vor allem bei nach Süden und Westen exponierten Wänden zielführend. In Industriegebieten können helle Dachfläche die Aufheizung tagsüber und die urbane Wärmeinsel nachts (Überwärmung des bebauten Gebietes im Vergleich zum landwirtschaftlich geprägten Freiland) reduzieren.
- Aufenthaltsbereiche im Freien mit Baumbestand und Sitzmöglichkeiten können eine Alternative zu klimatisierten Räumen darstellen. Sie fördern in den Pausen die Regeneration des Personals an heißen Tagen.

6 Zusammenfassung

Die Stadt Boppard plant die 8. Änderung und Erweiterung des Bebauungsplans für das Industriegebiet „Boppard-Hellerwald I“ südwestlich von Boppard. Im südlichen Teil des Bebauungsplans sollen Teile der Waldfläche „Engelrödchen“ bebaut werden. Die Auswirkungen auf die Kaltluftströmung, welche durchlüftungsrelevant für Teile von Boppard ist, wurden untersucht.

Die Kernstadt von Boppard ist durch seine Lage im Tal des Mittelrheins im deutschlandweiten Vergleich thermisch belastet. Diese verringert sich jedoch im Bereich des Plangebiet aufgrund der Bewaldung und der Höhenlage. Für Entlastung der Kernstadt von Boppard sorgen abendliche und nächtliche Kaltluftabflüsse, die thermische und lufthygienische Belastungen aus den Siedlungsbereichen abtransportieren.

Die Lufttemperatur wird im bislang unbebauten Teil des Bebauungsplangebiets durch eine Versiegelung und Bebauung des Gebietes an sonnigen Tagen abends um 2 bis 3 K zunehmen. Dadurch wird auch die Kaltluftproduktion auf dem Gebiet abgeschwächt.

Die Auswirkungen einer Bebauung mit einer GRZ von 0,8 und maximal erlaubter Gebäudehöhe beschränken sich auf das Plangebiet und den angrenzenden Nahbereich bis etwa 500 m Entfernung vom Plangebiet (Abbildung 4-1). Die lokale Reduktion der bodennahen Kaltluftströmung hat keine Auswirkungen auf die Durchlüftung von Boppard und die dortigen thermischen Verhältnisse.

Freiburg, 14. Mai 2024

Dr. Rainer Röckle
Diplom-Meteorologe

Dr. Christine Ketterer
M. Sc. Climate Sciences

Marcel Gangwisch
M. Sc. Umweltwissenschaften

7 Literatur

GEG: Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden. Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.

Reuter, U., Baumüller, J., Hoffmann, U., 1991: Luft und Klima als Planungsfaktor im Umweltschutz. Expert-Verlag, Band 328

Richter, C.-J.; Röckle, R.; Gaede, M., 1998: Das Schutzgut Klima in der Umweltverträglichkeitsprüfung. VDI-Schriftenreihe Band 28, 1998, S. 4 - 14

Röckle, R., Richter, C.-J.: Ausbreitung von Geruchsstoffen in Kaltluftabflüssen – Messungen und Modellrechnungen. VDI Berichte 1373 – Gerüche in der Umwelt. VDI-Verlag Düsseldorf, 1998, 249-259

VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2: Umweltmeteorologie – Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil 1: Klima. Beuth Verlag Düsseldorf, 10. 2008

VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft, Beuth Verlag Düsseldorf. 2024 im Grün-druck.