



ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN ZUM BEBAUUNGSPLAN „WOHNBEBAUUNG WÖRTHSTRASSE“ IN BADEN-BADEN



Auftraggeber:

Stadt Baden-Baden
FB Planen und Bauen, FG Stadtplanung
Marktplatz 2
76530 Baden-Baden

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst
Dr. Wolfgang Lähne
M.Sc. Geogr. Patrick Burst

Mannheim, Dezember 2023

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: DEUTDE33MAN

Steuernummer: 37137/44979

Inhaltsverzeichnis

	Abbildungsverzeichnis	2
1	Aufgabenstellung	6
2	Planungsgebiet	9
3	Untersuchungsmethodik	12
4	Klimaökologische Funktionsabläufe – Auswertung vorhandener Grundlegendaten	15
4.1	Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Baden-Baden	15
4.2	Ortsspezifische Belüftungssituation	15
4.3	Thermische Situation	18
5	Vertiefende numerische Modellrechnungen zur lokalklimatischen Situation am Planungsstandort und in dessen Umfeld	20
5.1	Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation	20
5.1.1	Tagsituation – Windanströmung aus Nordnordwesten (330°)	21
5.1.2	Nachtsituation – Windanströmung aus Ostsüdosten (120°)	27
5.2	Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld / Bioklima	34
5.2.1	Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr bzw. 14:00 Uhr) mit schwacher nordnordwestlicher Luftströmung (330°)	36
5.2.2	Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher ostsüdöstlicher Luftströmung (120°)	44
6	Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen	50
7	Lufthygienische Verhältnisse im Umfeld des Bebauungsplangebiets „Wohnbebauung Wörthstraße“	64
7.1	Verkehrsbedingte Luftschadstoffe	65
7.2	Grundbelastung durch Luftschadstoffe	67
7.3	Immissionsverhältnisse - Bewertung	69
8	Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften	71

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des Planungsstandorts für das Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ im Stadtgebiet von Baden-Baden
- Abb. 2:** Entwurf zum Bebauungsplan „Wohnbebauung Wörthstraße“.
- Abb. 3:** Topografische Lagesituation des Planungsgebiets
- Abb. 4:** Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
- Abb. 5:** Planungsentwurf „Wohnbebauung Wörthstraße“ und Bauvorhaben „Pflegeheim Hubertusstraße“ – Lageplan
- Abb. 6:** „Programmstempel“ MISKAM
- Abb. 7:** „Programmstempel“ ENVI-met
- Abb. 8:** Windstatistik 01.01.1997 – 31.12.2006, LUBW Luftmessstation Baden-Baden
- Abb. 9** Nächtliche Kaltluftbewegungen (22:00 Uhr) in einer Höhe von 6 m ü.G. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen
- Abb. 10:** Lage des Bewertungsprofils A – A*
- Abb. 11:** Räumliche Verteilung der Physiologischen Äquivalenttemperatur zur Mittagszeit (2 m ü.G.). Ergebnisse numerischer Modellrechnungen
- Abb. 12:** Räumliche Verteilung der Lufttemperatur (2 m ü.G.) gegen 04:00 Uhr. Ergebnisse numerischer Modellrechnungen
- Abb. 13.1:** Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.2:** Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.3:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.4:** Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 13.5:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.6:** Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 13.7:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.1:** Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-süd-osten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.2:** Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-süd-osten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.3:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-süd-osten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.4:** Lage des Bewertungsprofils - Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
- Abb. 14.5:** Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-süd-osten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.6:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-süd-osten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.7:** Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-süd-osten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 14.8:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-süd-osten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 15:** Beispielhafter Tagesgang der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag. 29.-30.07.2018 an der LUBW-Luftmessstation Baden-Baden.

- Abb. 16.1:** Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.2:** Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.3:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.4:** Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.5:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.6:** Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 16.7:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 17.1:** Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). PET-Werte 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 17.2:** Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). PET-Werte 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.1:** Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 18.2:** Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten(120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

- Abb. 18.3:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 18.4:** Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten(120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 18.5:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 18.6:** Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten(120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.7:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 19:** Lage des Bewertungsprofils - Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
- Abb. 20.1:** Plan-Zustand 2 mit zusätzlichem Parkdeck (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten(120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.2:** Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 mit Parkdeck und Plan-Zustand 2 ohne Parkdeck (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 21:** PC-Carport. Beispielhafte Grafik
- Abb. 23:** Kombination von Dachbegrünung und PV-Anlage
- Abb. 23:** Beispielhafte Fassadenbegrünung
- Abb. 24:** Hellbezugswerte unterschiedlicher Grautöne
- Abb. 25:** Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Bodenbedeckungsarten
- Abb. 26:** Oberflächentemperaturen unterschiedlich heller Fassaden
- Abb. 27:** Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg
- Abb. 28:** Lage der Immissionsorte

1 Aufgabenstellung

Im Baden-Badener Stadtteil Oos ist im Bereich eines ehemaligen Fuhrparks zwischen dem Wohnmobilhafen im Norden und dem Straßenzug An der Sägemühle die Entwicklung neuer Wohnbauflächen („Wohnbebauung Wörthstraße“) geplant - Lage siehe **Abb. 1**.

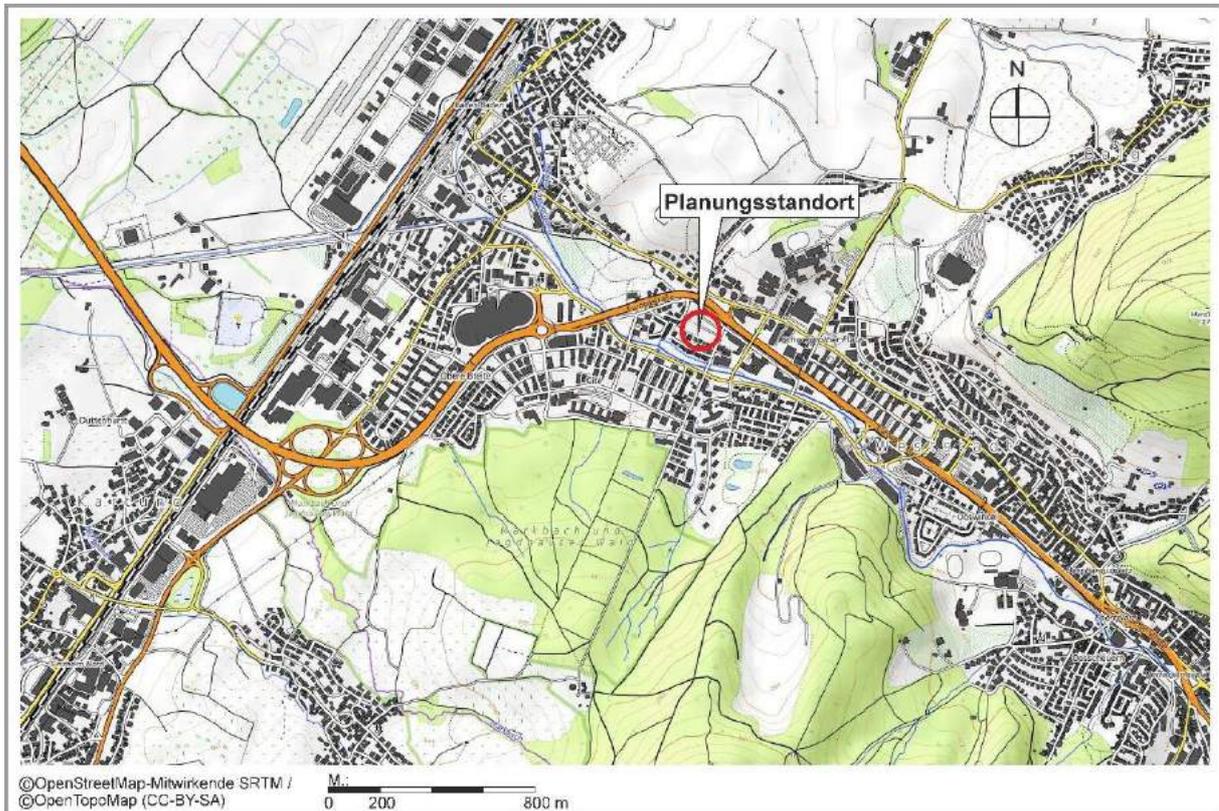


Abb. 1: Lage des Planungsstandorts für das Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ im Stadtgebiet von Baden-Baden

Der vorgelegte Entwurf zum Bebauungsplan „Wohnbebauung Wörthstraße“ des Planungsbüros FSP.STADTPLANUNG MBH (**Abb. 2**) sieht den Bau von zwei Wohnhäusern in 4-geschossiger Bauweise vor. Die max. Gebäudehöhe beträgt 12.8 m. Zwischen den beiden Baufeldern ist eine Abstandsfläche mit einer Breite von 13.2 m geplant. Die GRZ im allgemeinen Wohngebiet (WA) ist mit 0.4 festgesetzt. Die GFZ beträgt 1.2. Im nördlichen Planungsteilgebiet ist eine größere Stellplatzfläche geplant. Als Alternativen ist an Carports oder an ein max. 5 m hohes Parkdeck gedacht. Zur Gestaltung günstiger thermischer / bioklimatischer Umgebungsbedingungen sind u.a. mehrere Baumpflanzungen vorgesehen.

Im Rahmen des Gutachtens ist zu berücksichtigen, dass ost-südöstlich des Planungsgebiets auf den derzeitigen Brachflächen ein Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Pflegeheim Hubertusstraße“ aufgestellt wird.



Abb. 2: Entwurf zum Bebauungsplan „Wohnbebauung Wörthstraße“. Grafik: FSP.STADTPLANUNG MBH

Dieses Bauvorhaben sieht laut Bebauungsplanentwurf neben dem Bau eines 3-geschossigen Pflegeheims zusätzlich die Errichtung von zwei 4-geschossigen Gebäuden für „Betreutes Wohnen“ vor.

Aus der Stadtklimaanalyse für die Stadt Baden-Baden 2021 (IMA RICHTER & RÖCKLE 2021) geht hervor, dass die allgemeine Durchlüftung am Planungsstandort, trotz des Einwirkens des nächtlichen Oostalabwindes, infolge der Oberflächenrauigkeit der Bebauung und der topografischen Lagebedingungen eingeschränkt ist.

Im FNP der Stadt Baden-Baden (S. 48, Drucksache Nr. 13.314 Anlage 2 – Gesamtfortschreibung des FNP Baden-Baden, 23.09.2013) wird als Strategieziel und kommunales Handlungsfeld die Sicherung der Kaltluftentstehung und der Kaltluftbewegungsbahnen zur Verbesserung der Durchlüftung genannt. Das Planungsgebiet besitzt damit eine klimatische Empfindlichkeit gegenüber Flächennutzungsänderungen in Form baulicher Verdichtungen.

Bei der Entwicklung der Baustrukturen für das Bauvorhaben „Wohnbebauung Hubertus“ sind daher die Auswirkungen der geplanten Flächennutzungsänderung auf die lokalen strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Verhältnisse zu beachten.

Erste Planungsentwürfe zur baulichen Nutzung der Flächen südlich des bestehenden Wohnmobilhafens wurden bereits am 24.05.2016 (ÖKOPLANA 2016A/2016B) und am 12.05.2017 (ÖKOPLANA 2017) bzgl. ihrer Auswirkungen auf die lokalen klimatischen Verhältnisse untersucht.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der vorgesehenen Bebauung auf das örtliche klimatische Wirkungsgefüge wird nachfolgend zum einen auf vorhandene Grundlagendaten (ING.-BÜRO LOHMEYER GMBH 2009, LUBW, GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH 2010, IMA RICHTER & RÖCKLE 2021) zurückgegriffen, zum anderen werden mit Hilfe numerischer Modellrechnungen die klimaökologischen Positiv- und Negativeffekte des Ist- und Plan-Zustandes vergleichend analysiert. Wie bereits o.a., findet dabei auch das geplante Bauvorhaben „Pflegeheim Hubertusstraße“ Eingang in die Klimauntersuchung.

Für das Klimagutachten sowie für die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in planungsbezogene Bewertungen und Empfehlungen werden folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens.
- Qualitative und quantitative Bestimmung und Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen Freiflächen und Bebauung sowie der zu erwartenden strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Veränderungen im Planungsgebiet mit Hilfe numerischer Modellrechnungen.
- Darstellung von planerischen Möglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer / bioklimatischer Umgebungsbedingungen.
- Beschreibung und Bewertung der lufthygienischen Verhältnisse im Planungsgebiet und in dessen Umfeld.

2 Planungsgebiet

Der räumliche Geltungsbereich des Bebauungsplans „Wohnbebauung Wörthstraße“ nördlich des Straßenzugs An der Sägemühle befindet sich in einer Höhenlage von ca. 133 m ü. NHN (siehe **Abb. 3**).

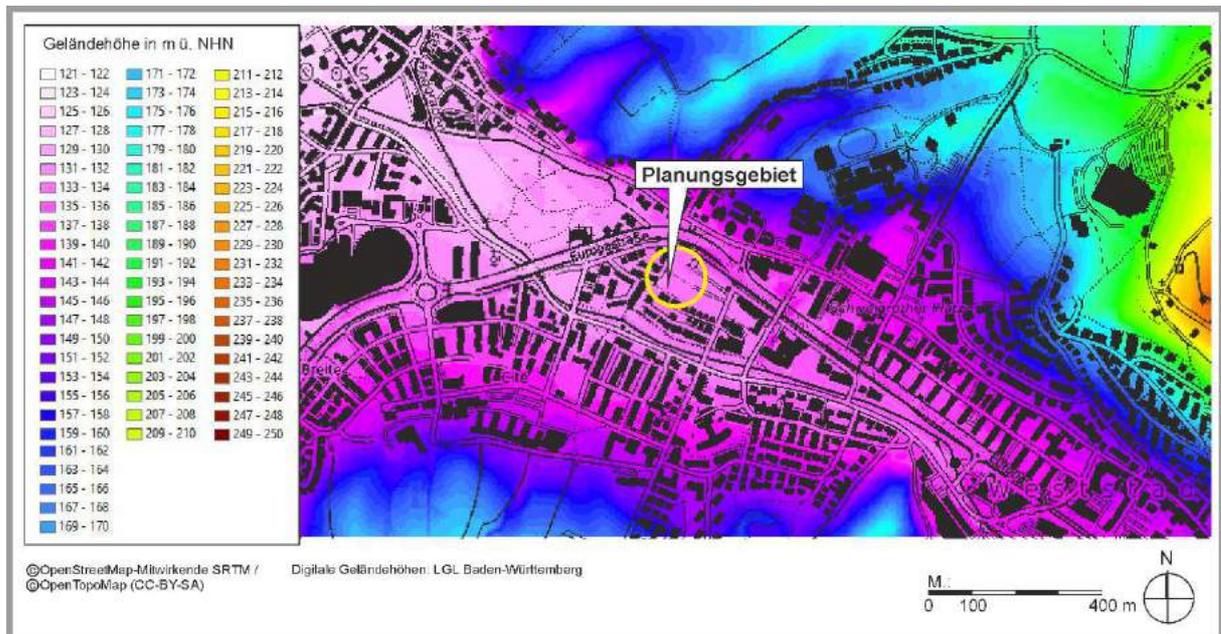


Abb. 3: Topografische Lagesituation des Planungsgebiets

Wie **Abb. 4** dokumentiert, liegt der südliche Teilbereich des Geländes am Planungsstandort derzeit brach. Im Norden schließen Wiesen und Gehölzflächen an.

Südlich und westlich des Planungsgebiets befinden sich locker durchgrünte Einzel-, Doppel- und Reihenhausstrukturen (vorwiegend 2-geschossig + D).

Östlich der Hubertusstraße zeigen sich gewerblich genutzte Flächen mit großflächig versiegelten Stellplatzarealen.

Im Nordosten bzw. Norden liegen der Wohnmobilhafen und die Europastraße (B 500). Diese bildet mit der Brückenrampe und dem Brückenbauwerk eine markante Barriere.

Im Flächennutzungsplan der Stadt Baden-Baden 2025 ist das Planungsareal als gemischte Baufläche sowie als Sonderbaufläche Wohnmobilhafen ausgewiesen.

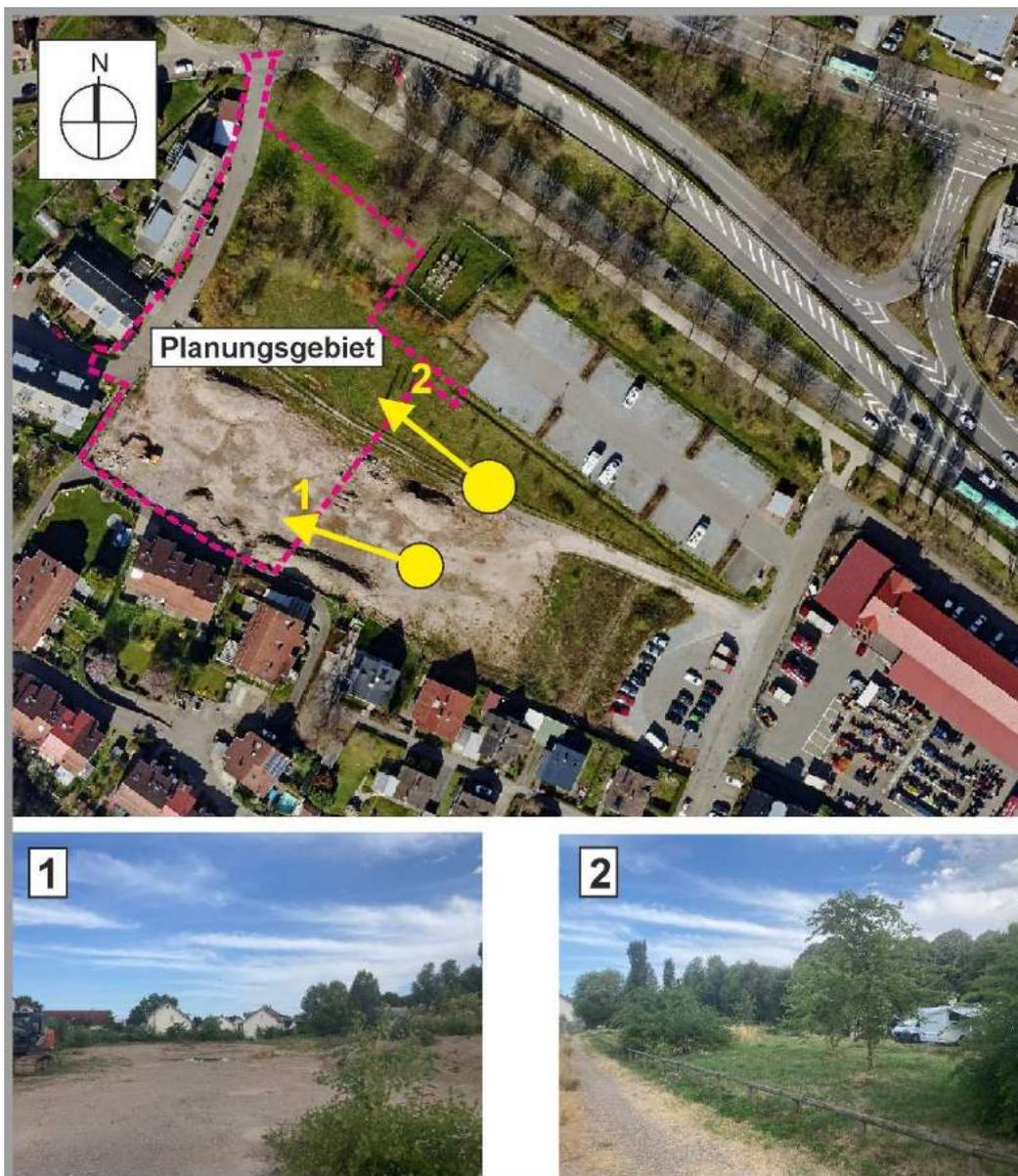


Abb. 4: Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld (Luftbild bereitgestellt von: Stadt Baden-Baden)
Fotoaufnahmen vom Planungsgebiet (Fotos: ÖKOPLANA)

Der von der STADT BADEN-BADEN zur Verfügung gestellte Planungsentwurf für die „Wohnbebauung Wörthstraße“ (**Abb. 5**) sieht den Bau von zwei 4-geschossigen Wohngebäuden im südlichen und mittleren Planungsteilgebiet vor. Die max. Gebäudehöhe ist im Bebauungsplangentwurf mit 12.8 m festgesetzt. Zwischen den Baufeldern verbleibt eine Abstandfläche mit einer Breite von 13.2 m. Ergänzende Nebenanlagen sowie Stellplatzflächen ergänzen die Planung. Alternativ zu offenen Stellplätzen sind im nördlichen Planungsteilgebiet auch Carports oder ein max. 5 m hohes Parkdeck möglich.



Abb. 5: Planungsentwurf „Wohnbebauung Wörthstraße“ – Lageplan.
(Grafik bereitgestellt von: FSP.STADTPLANUNG, FAHLE STADTPLANER PARTNERSCHAFT MBB)

Im Bereich des Bauvorhabens „Pflegeheim Hubertusstraße“ sind im westlichen Planungsteilgebiet zwei 4-geschossige (inkl. Staffelgeschoss) Bauten für „Betreutes Wohnen“ angedacht. Sie zeigen max. Gebäudehöhen von 12.5 m.

Im östlichen Planungsteilgebiet ist ein Pflegeheim in 3-geschossiger Bauweise geplant. Die max. Gebäudehöhe ist mit 10.5 m festgesetzt.

Erforderliche Stellplatzflächen sind am Nordwest- und Südostrand des Planungsgebiets geplant.

Das 2017 an diesem Standort noch geplante DRK Pflegeheim zeigte eine max. Gebäudehöhe von ca. 14 m (ÖKOPLANA 2017). Die Realisierung des DRK Pflegeheims ist nicht mehr geplant.

3 Untersuchungsmethodik

Zur Beurteilung der lokalklimatischen Situation im Planungsgebiet und in dessen Umfeld sowie zur Erarbeitung klimatisch relevanter Planungsempfehlungen erfolgt zunächst eine Bestandsaufnahme der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe. Hierbei wird auf Klimastudien des ING.-BÜROS LOHMEYER GMBH (2009), von GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2010) und von IMA RICHTER & RÖCKLE (2021) zurückgegriffen. Zusätzlich werden Winddaten der LUBW ausgewertet.

In weiteren Analyseschritten werden für den **Ist-Zustand** (= aktuelle Situation mit Brachfläche am Planungsstandort) und den **Planungsnullfall** (= Ist-Zustand mit Berücksichtigung des Pflegeheims Hubertusstraße) die ortsspezifische Belüftungssituation und die thermischen / bioklimatischen Umgebungsbedingungen untersucht. Diese werden den potenziellen Plan-Zuständen 1 und 2 mit dem Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ gegenüber gestellt. **Plan-Zustand 1** beschreibt dabei eine Situation mit Realisierung der „Wohnbebauung Wörthstraße“ ohne „Pflegeheim Hubertusstraße“. Beim **Plan-Zustand 2** findet das „Pflegeheim Hubertusstraße“ hingegen Berücksichtigung. Die Stellplatzfläche im nördlichen Planungsteilbereich wird zunächst ohne Hochbau (Carports / Parkdeck) betrachtet, da dies lediglich eine zusätzliche Planüberlegung ist.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine solche Abschätzung zur Auswirkung von geplanten Flächennutzungsänderungen nur durch den Einsatz numerischer Modelle möglich ist. Messungen helfen bei dieser Problemstellung nicht weiter, da nur existierende atmosphärische Zustände instrumentell erfassbar sind. Modellrechnungen gestatten es dagegen, schon im Planungsstadium vorgesehener Nutzungsänderungen mögliche unerwünschte oder gar negative Klimaveränderungen zu erkennen. Unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten hinsichtlich des Vereinfachungsgrades eines Modells und der vielfältigen Eingabegrößen sind diese Ergebnisse sehr wertvolle Planungs- und Entscheidungshilfen. Zur Bilanzierung der kleinräumigen Belüftungsverhältnisse (Ist-Zustand, Planungsnullfall sowie Plan-Zustände 1 und 2) kommt das mikroskalige Klimamodell MISKAM¹ zum Einsatz (**Abb. 6**).



Abb. 6: „Programmstempel“ MISKAM

¹ **GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim. Das Rechenmodell MISKAM ist ein dreidimensionales, nichthydrostatisches Strömungsmodell, das laut eines Forschungsberichtes des Landes Baden-Württemberg die Charakteristika der Strömungs- und Konzentrationsverteilung sehr gut wiedergibt.

Bei dem prognostischen Strömungsmodell werden die Bau- und Flächennutzungsstrukturen im vorliegenden Fall in einem Gitter (horizontal 2 x 2 m, vertikal nicht-äquidistant 0.5 - 10 m) abgebildet.

Die Vegetation (Bäume, Gehölze) wird bei den Windfeldberechnungen mit Hilfe von Rauigkeitsfaktoren berücksichtigt. Um die besonders relevanten gebäudebedingten Strömungseffekte besser bewerten zu können, wird den Gehölzbeständen ein Blattbedeckungsgrad von nur ca. 30% zugeordnet. Vegetationsstrukturen können im Gegensatz zu Gebäudekörpern bei Bedarf relativ problemlos modifiziert werden. Mauern und sonstige Einfriedungen finden keine Beachtung.

Die thermische Situation ist ein Ergebnis aus dem vielfältigen Zusammenspiel verschiedener Flächennutzungs- und Klimaparameter. Die Klimaparameter (z.B. Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur) reagieren sensibel auf Veränderungen der Flächennutzungsstrukturen. Angesichts der sehr unterschiedlichen Prozesse hat es sich als sinnvoll herausgestellt, numerische Methoden zu benutzen, um deren Einflüsse zu prognostizieren.

ENVI-met ist ein Mikroklimamodell (**Abb. 7**), das auf Grundlage der numerischen Strömungsdynamik die Wechselwirkung zwischen Gebäuden, Vegetation, natürlichen und künstlichen Oberflächen in einer virtuellen Umgebung simuliert. Dabei werden die wichtigsten atmosphärischen Prozesse nachgebildet. Die mathematischen Berechnungen beruhen nach BRUSE (1999) auf den Gesetzen der Strömungs- (Windfeld) und Thermodynamik (Temperaturberechnungen) sowie der allgemeinen Atmosphärenphysik (z.B. Turbulenzprognose).

Die Bebauung wird durch einfache Basiselemente (Würfel in ENVI-met: Grid) nachgebaut / modelliert (3 m x 3 m in der Horizontalen, 0.5 - 2 m nicht-äquidistant in der Vertikalen). Alle Strukturen (z.B. Vegetation, Gebäude) werden in rechtwinklige Modellquader eingebettet.

Numerisch werden diese Modellquader von der Sonne beschienen und vom Wind umströmt und deren Wechselwirkungen mit den Oberflächen und Strukturen simuliert (BRUSE 2003, S. 66).



Abb. 7: „Programmstempel“ ENVI-met

Die Flächennutzung und Gebäudehöhen (Bestand/Planung) wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt sowie ergänzend über Luftbilder und ein digitales Oberflächenmodell (DOM1) bestimmt. Die Vegetation (Bäume / Gehölze) finden Berücksichtigung.

Auf Grundlage der klimaökologischen Analysen erfolgt eine abschließende lokalklimatische Bewertung.

Ergänzend erfolgt eine überschlägige Beurteilung der lufthygienischen Verhältnisse im Planungsgebiet. Hierbei wird auf eine Luftqualitätsuntersuchung zum „Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Wohnpark Hubertus“ aus dem Jahr 2016 (MÜLLER-BBM 2016) und auf Berechnungen durch IMA RICHTER & RÖCKLE (2021) zurückgegriffen. Hierbei finden die verkehrsbedingten Immissionen durch NO₂ und PM₁₀ Beachtung.

4 Klimaökologische Funktionsabläufe – Auswertung vorhandener Grundlagedaten

4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Baden-Baden

Die Jahresmitteltemperatur im Raum Baden-Baden beträgt im 30-jährigen Mittel (1981 – 2010) ca. 9.8°C und ist damit ca. 1.0°C niedriger als im Stadtkreis Karlsruhe. Die mittleren Sommertemperaturen erreichen Werte um ca. 17.8°C (Stadtkreis Karlsruhe ca. 19.3°C), die mittleren Wintertemperaturen liegen bei ca. 2.1°C (Stadtkreis Karlsruhe ca. 2.4°C)²

Die Anzahl bioklimatisch belastender Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) und heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) beträgt im 30-jährigen Mittel ca. 48 Tage bzw. ca. 9 Tage (Stadtkreis Karlsruhe ca. 66 Tage bzw. 20 Tage). Die bioklimatische Situation ist somit gegenüber anderen Siedlungslagen im Oberrheingraben als günstiger einzustufen. Sie beruht wesentlich auf dem thermischen Ausgleichspotenzial der angrenzenden Hangzonen bzw. des Oostals.

Mittelfristige Prognosen deuten darauf hin, dass die sommerliche Wärmebelastung (→ Häufung sommerlicher Hitzeperioden) im Zuge des globalen Klimawandels auch im Raum Baden-Baden zunehmen wird. So wird für den Zeitraum 2011 – 2040 eine auffallende Zunahme der Sommertage (+ 8 Tage) und heißen Tage (+2 Tage) prognostiziert.

Dies wird auch durch eine Stadtklimaanalyse des Büros IMA RICHTER & RÖCKLE (2021) untermauert.

Die durchschnittliche Sonnenscheindauer am Tag liegt im Jahresmittel (1981 – 2010) bei ca. 4.6 Stunden und steigt im Sommer auf ca. 7.1 Stunden an.

4.2 Ortsspezifische Belüftungssituation

Kenntnisse über das ortsspezifische Strömungsgeschehen sind zur Beurteilung der bioklimatischen Situation notwendig, da neben den thermischen Verhältnissen vor allem die bodennahe Ventilation die Auftretenshäufigkeit u.a. von Hitzebelastung mitbestimmt. Die ortsspezifische Belüftungssituation wird von der Lage des Planungsgebiets im Oostal geprägt. Wie Ergebnisse von Windmessungen an der LUBW-Luftmessstation Baden-Baden im Bereich Aumatt zeigen, beträgt das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit nur ca. 1.2 m/s (siehe **Abb. 8**), wobei Oostal-parallele südöstliche Strömungsrichtungen überwiegen. Auch der hohe Anteil mittlerer Windgeschwindigkeiten bis 1.3 m/s (ca. 22%) weist auf die auch in Siedlungslagen tagsüber nur eingeschränkte bis mäßige Be- bzw. Durchlüftungsintensität hin.

² **Datenquelle:** www.klimafolgenonline.com

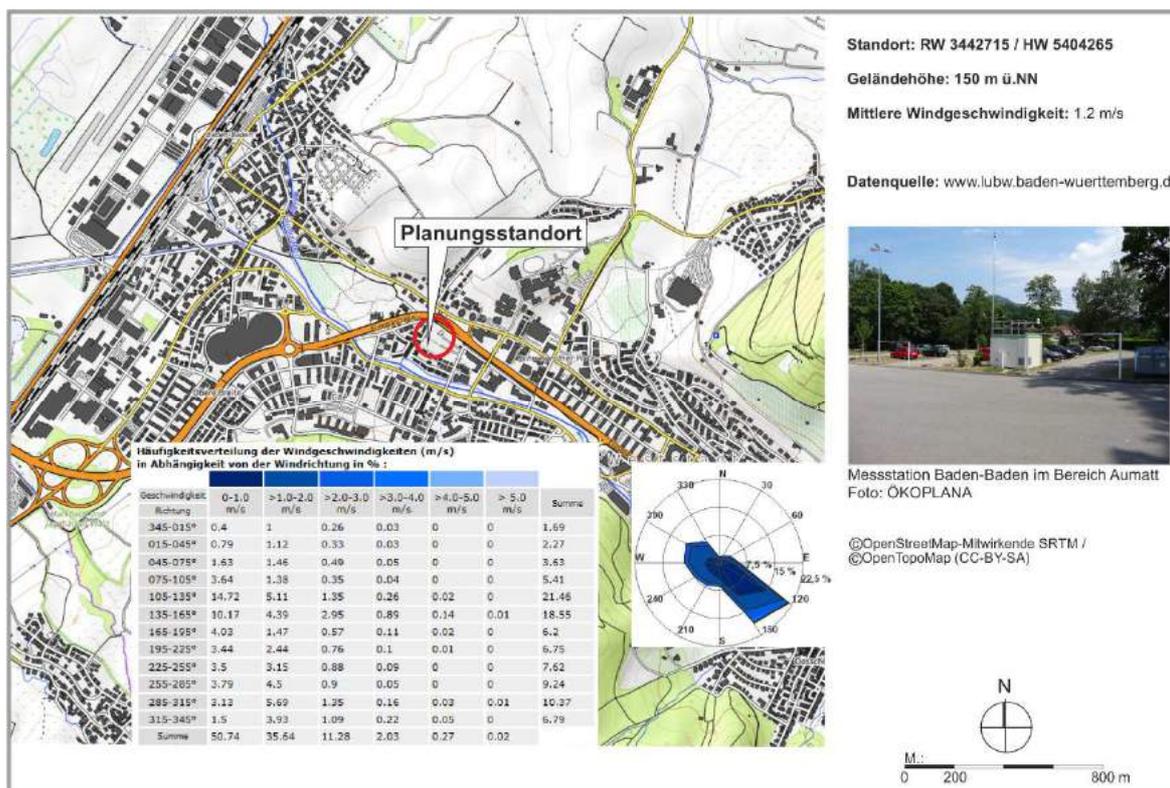


Abb. 8: Windstatistik 01.01.1997 – 31.12.2006, LUBW Luftmessstation Baden-Baden

Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftströmungssimulationen von IMA RICHTER & RÖCKLE (Stadtklimaanalyse für die Stadt Baden-Baden 2021, **Abb. 9**) zeigen, dass sich entlang der Oos in Strahlungsnächten (ca. 20 - 25% der Nächte im Jahr) durch die Kaltluftzufuhr aus den umgebenden Berghängen und der Kaltluftzufuhr über Seitentäler ein markanter südöstlicher Talabwind entwickelt, der zum Ende der zweiten Nachthälfte am Planungsstandort eine vertikale Mächtigkeit von ca. 50 m erreicht. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit beträgt in Bodennähe (6 m ü.G.) ca. 0.5 – 1.0 m/s. Bilanziert man auf Höhe der Wörthstraße den lokalen Kaltluftvolumenstrom zwischen der Europastraße und dem südlichen Plangebietsrand (Profillänge = 130 m, Lage siehe **Abbildung 10**), so ergibt sich, abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit, ein Wert von ca. 3.250 m³/s – 6.500 m³/s. Die abfließende Kaltluft über- und unterströmt das nordwestlich benachbarte Brückenbauwerk Europastraße B 500 und trägt mit ihren Strömungsimpulsen zur Fortsetzung des Oostalabwindes nach Nordwesten bei. Dies begünstigt insbesondere die bioklimatische Situation im Stadtteil Oos.

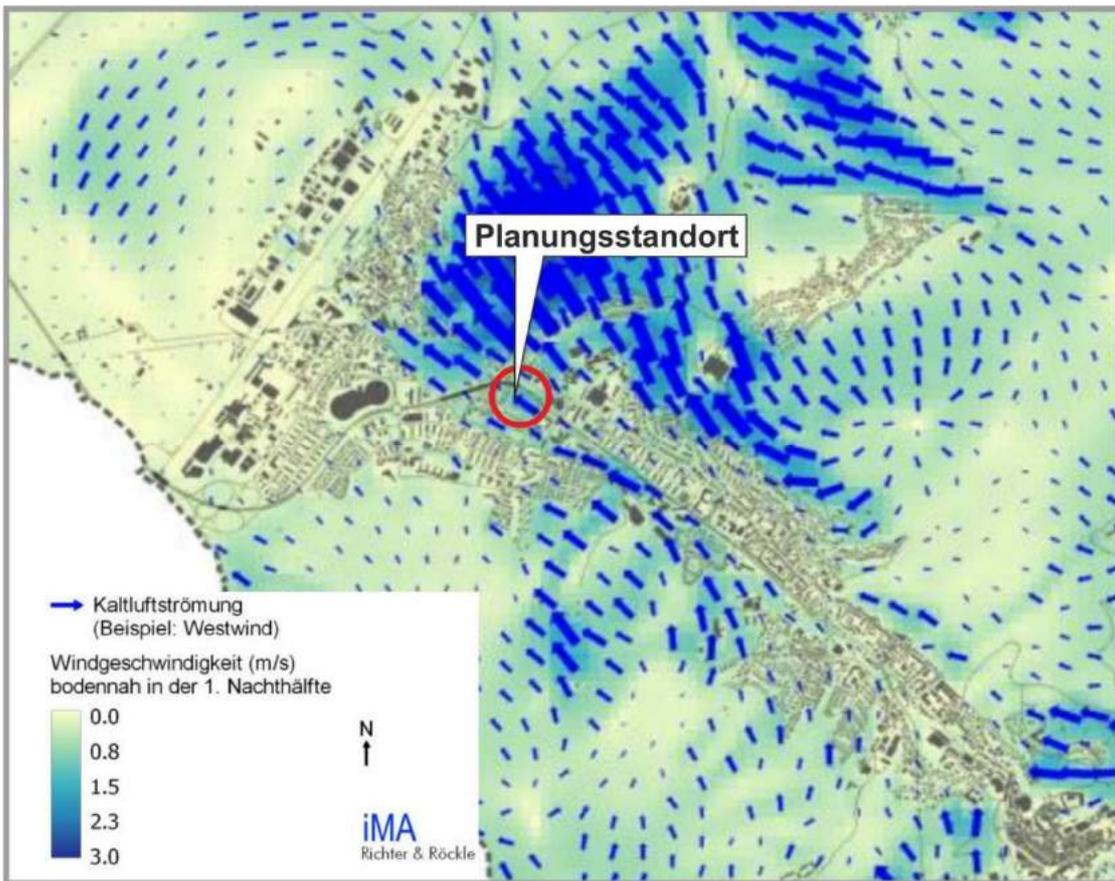


Abb. 9 Nächtliche Kaltluftbewegungen (22:00 Uhr) in einer Höhe von 6 m ü.G. Ergebnisse mesoskaliger Modellrechnungen (iMA RICHTER & RÖCKLE 2021)

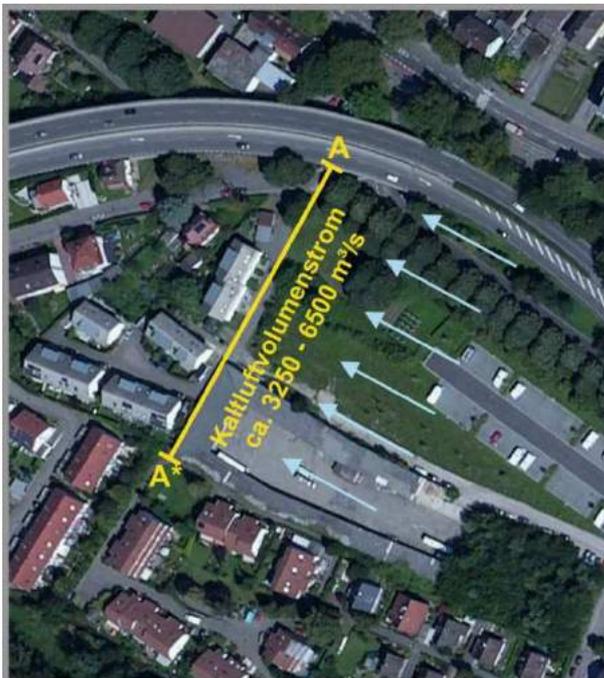


Abb. 10: Lage des Bewertungsprofils A – A* (Luftbild bereitgestellt von Stadt Baden-Baden). Aus: ÖKOPLANA 2017

4.3 Thermische Situation

An warmen Sommertagen wird die Lufttemperaturverteilung bzw. die bioklimatische Belastung im Wesentlichen von der direkten Sonneneinstrahlung und der Wärmeabstrahlung der Oberflächen bestimmt. Wie die Verteilung der Physiologischen Äquivalenttemperatur (PET)³ an einem heißen Sommertag zeigt (siehe **Abb. 11**), ist die bioklimatische Belastung über versiegelten Flächen am größten (rote Farbtöne). Eine mittlere bioklimatische Belastung (hellbeige Farbgebung) zeigt sich über Wiesenflächen sowie im Bereich von kleineren Gehölzgruppen (z.B. entlang der Oos und entlang der Europastraße). Geringste bioklimatische Belastungen (hellblaue Farbgebung) sind im Bereich von Waldflächen gegeben. Die bioklimatische Gunstwirkung von Bäumen (Schattenwurf, Bildung von Verdunstungskälte) ist offensichtlich.

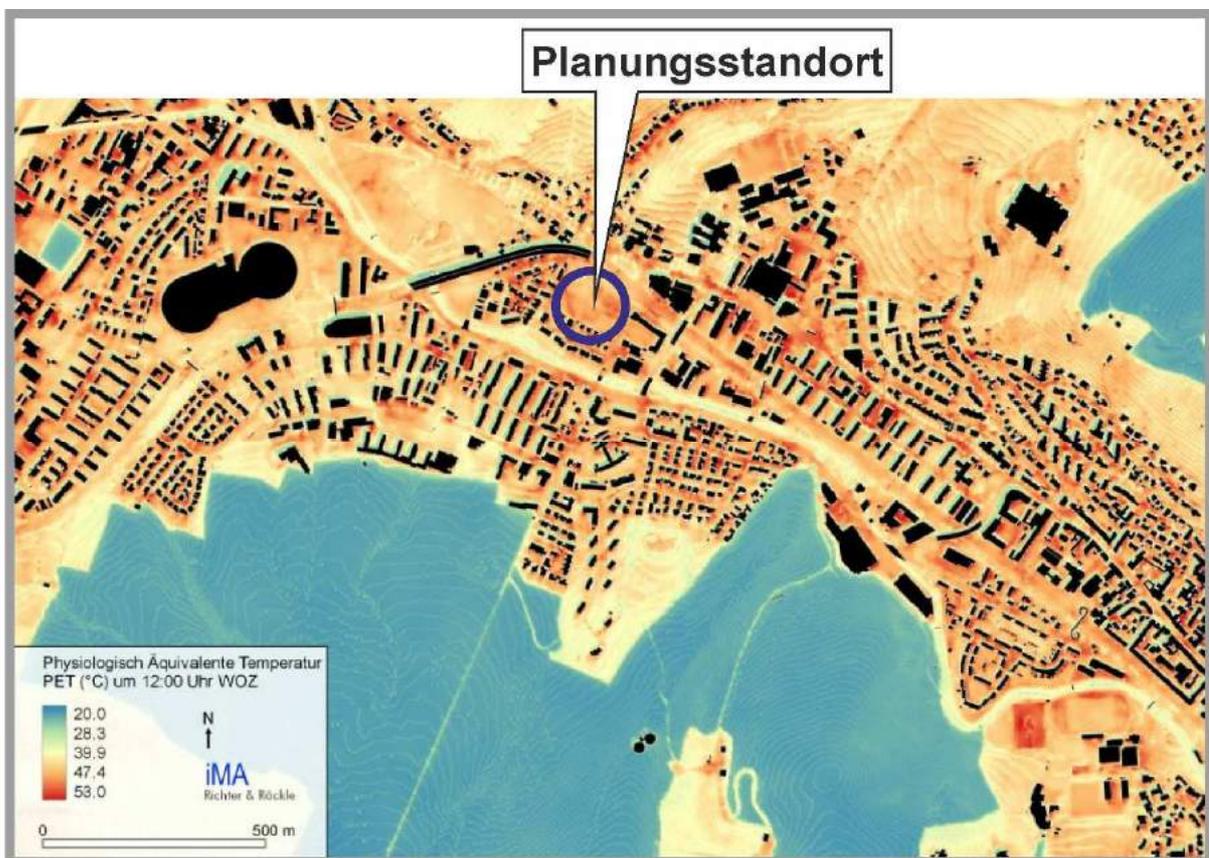


Abb. 11: Räumliche Verteilung der Physiologischen Äquivalenttemperatur zur Mittagszeit (2 m ü.G.). Ergebnisse numerischer Modellrechnungen (iMA RICHTER & RÖCKLE 2021)

³ Der PET-Wert ist ein biometeorologisches Bewertungsmaß (siehe VDI-Richtlinie 3787, Bl. 2), das den aktuellen meteorologischen Atmosphärenzustand in thermischer Hinsicht für den Menschen bewertbar macht.

Berechnungen des Büros GEO-NET UMWELTCONSULTING (2010) zur nächtlichen Lufttemperaturverteilung (04:00 Uhr) dokumentieren, dass sich das Planungsgebiet (15 – 17°C) gegenüber den östlich angrenzenden Gewerbeflächen (17 – 18°C) um ca. 1 – 3 K kühler darstellt (**Abb. 12**).

Während sich die großflächig versiegelten Gewerbeareale östlich der Hubertusstraße auch unter dem Einfluss des Oostalabwindes nur verzögert abkühlen, bilden die Hausgärten örtliche Kaltluftproduktionsflächen mit intensivierter nächtlicher Abkühlung.

Nordwestlich der Europastraße (B 500) bilden die Grünflächen zwischen Rheinstraße und Schwarzwaldstraße in Richtung Oos eine auffallende Kaltluftleitbahn mit Lufttemperaturen von unter 15°C.

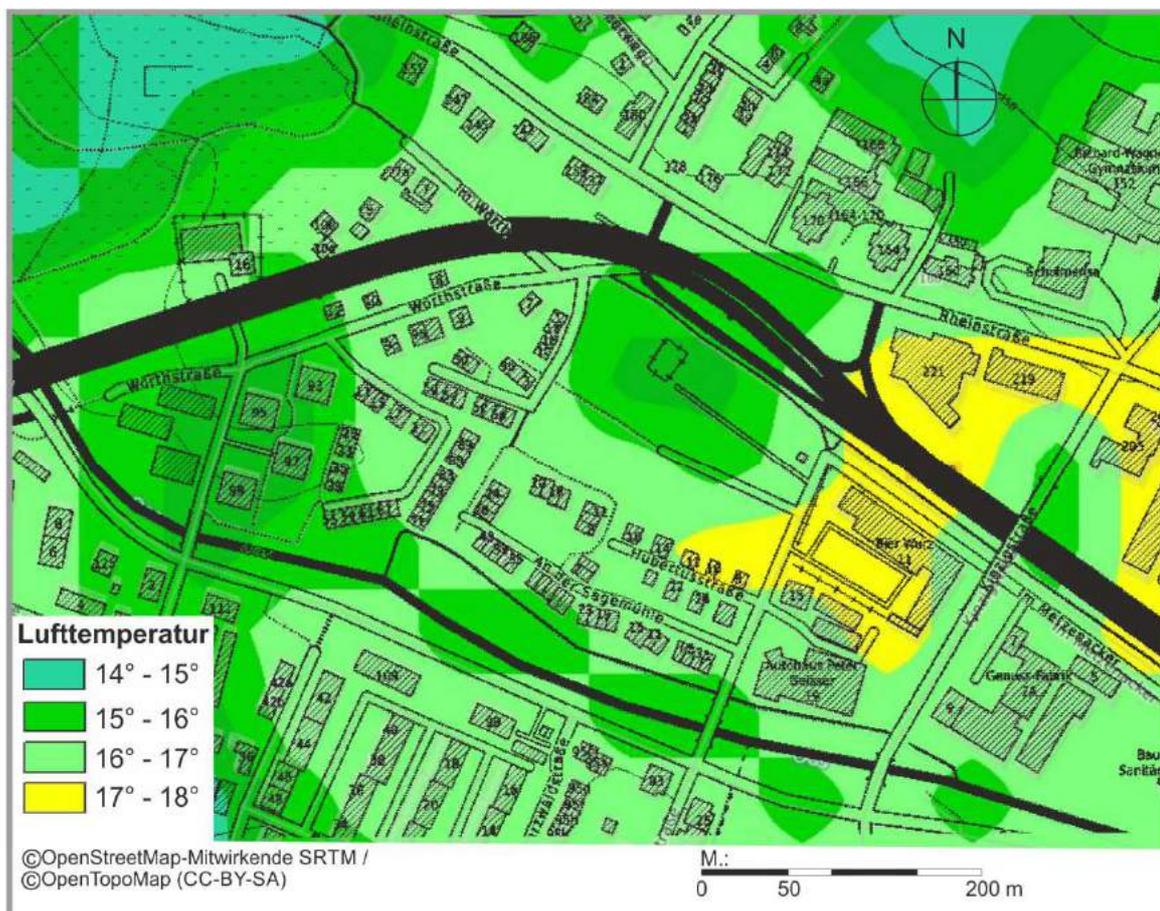


Abb. 12: Räumliche Verteilung der Lufttemperatur (2 m ü.G.) gegen 04:00 Uhr. Ergebnisse numerischer Modellrechnungen (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH 2010)

Das Planungsgebiet weist somit eine klimaökologische Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen in Form von zusätzlichem Hochbau und Flächenversiegelung auf. Bei baulichen Modifikationen ist vor allem auf die Vermeidung zusätzlicher Windstagnationsbereiche zu achten, um bioklimatische und lufthygienische Belastungen nicht gravierend zu verschärfen.

5 Vertiefende numerische Modellrechnungen zur lokalklimatischen Situation am Planungsstandort und in dessen Umfeld

5.1 Modellrechnungen zur ortsspezifischen Belüftungssituation

Durch die angestrebte bauliche Inanspruchnahme des Planungsgebiets ist örtlich mit einer Reduzierung der Belüftungsintensitäten zu rechnen. Eine ausreichende Belüftung ohne großflächige Ausbildung von Luftstagnationsbereichen (Windgeschwindigkeit < 0.3 m/s) ist zum einen zur Begrenzung der sommerlichen Wärmebelastung erforderlich und zum anderen unterbindet eine möglichst intensive Belüftung ganzjährig die Akkumulation von Luftschadstoffen.

Nachfolgend wird mit Hilfe des Modell MISKAM Vers. 6.3 der Einfluss der geplanten „Wohnbebauung Wörthstraße“ auf die örtliche Belüftungssituation analysiert. Den Plan-Zuständen 1 und 2 wird dabei der Ist-Zustand und Planungsnullfall (siehe Kap. 3) gegenübergestellt.

Das Untersuchungsgebiet umfasst eine Flächengröße von 400×300 m zzgl. Randbereiche.

Die Modellrechnungen werden jeweils für eine besonders relevante Tag- und Nachtsituation (mit Oostalabwind) durchgeführt.

Als Eingangsgeschwindigkeit in freien Lagen wird jeweils ein Wert von 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. vorgegeben, da die Hinderniswirkung von Hochbauten bei solchen Situationen die Belüftungseffekte u.U. zum Erliegen bringen können. Windstagnationsbereiche sind bei derartigen Situationen mit Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s gekennzeichnet. Zudem ist damit eine Vergleichbarkeit zum Klimagutachten von 2017 (ÖKOPLANA 2017) gegeben.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Horizontalschnitten (2.0 m ü.G. ~ EG, Bewegungsraum des Menschen im Freien). Die Schnitte geben die mittlere Windgeschwindigkeit für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe ± 0.5 m) wieder.

Zur Verdeutlichung der Strömungsmodifikationen durch die Plan-Zustände 1 und 2 werden zusätzlich Differenzendarstellungen zum Ist-Zustand und zum Planungsnullfall erstellt (2 m ü.G.).

5.1.1 Tagsituation – Windanströmung aus Nordnordwesten (330°)

Wie der **Abb. 9** zu entnehmen ist, beträgt die Häufigkeit von Nordnordwest-Winden im Planungsumfeld ca. 7% der Jahresstunden (Zeitraum 2001 – 2010). Eine derartige Situation wird analysiert, da sich bei vorherrschenden Nordnordwest-Winden die Wohnbebauung entlang des Straßenzugs An der Sägemühle bzw. Hubertusstraße im Windschatten des Planungsvorhabens befindet.

Die **Abb. 13.1** zeigt das für den **Ist-Zustand** berechnete Windfeld der Höhenschicht 2.0 m ü.G.

Im Bereich des Planungsgebiets werden über den weitgehend raugkeitsarmen Brachflächen in einer Höhe von 2.0 m ü.G. mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 0.8 und 1.6 m/s berechnet. Vergleichsweise hohe Windgeschwindigkeiten stellen sich auch entlang strömungsparallel verlaufender Gebäudeabstandsflächen ein, die bei derartigen Strömungssituationen als bebauungsinterne Ventilationsachsen bzw. Ventilationsflächen fungieren.

Die Brücke der Europastraße kann größtenteils unterströmt werden.

Deutlich reduziert sind die mittleren Windgeschwindigkeiten in den Gebäudeluv- und Gebäudeleelagen. Hier machen sich Stau- und Windschatteneffekte negativ bemerkbar. Vor allem an heißen Sommertagen kann dies zusammen mit der Wärmeabstrahlung versiegelter Flächen zu erhöhten bioklimatischen Belastungen führen.

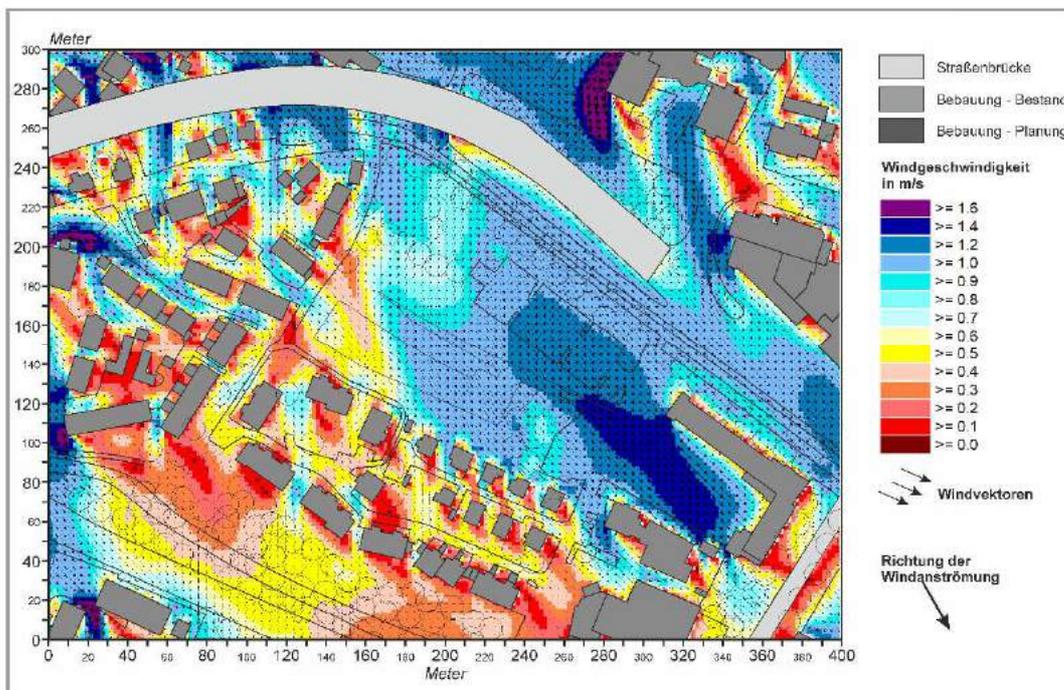


Abb. 13.1: Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Im **Planungsnullfall** (**Abb. 13.2** und **Abb. 13.3**) ist das „Pflegeheim Hubertusstraße“ realisiert. Durch die potenzielle Bebauung (GH = 10.5 m bzw. 12.5 m) wird die Funktion der bisherigen Brachfläche zwischen Europastraße im Norden und Hubertusstraße im Süden eingeschränkt. An der Westkante des Planungsgebiets werden durch „Eckeneffekte“ leichte Windbeschleunigungen bilanziert. Hiervon profitiert die Bestandswohnbebauung An der Sägemühle 2-20. Planungsbedingte Windgeschwindigkeitsreduktionen sind hingegen im Bereich der Wohngrundstücke Hubertusstraße 8 – 26 zu erwarten. Hier nimmt am Tag die Tendenz zu Luftstagnation zu. Es ist daher bei Realisierung der Planung darauf zu achten, dass in diesem Bereich nicht zusätzlich die thermische / bioklimatische Belastung in bedeutsamen Maße ($\geq 1.0^{\circ}\text{C}$) ansteigt (siehe Kap. 5.2.1). Nur damit bleiben die ortstypisch günstigen lokalklimatischen Verhältnisse am Tag gesichert.

Die Belüftungsintensitäten innerhalb der geplanten Bebauung „Pflegeheim Hubertusstraße“ ist als ausreichend zu bewerten. Der Platzbereich zwischen dem Pflegeheim und den beiden Baukörpern für „Betreutes Wohnen“ ermöglicht eine bodennahe Durchlüftung auch bei Schwachwindwetterlagen.

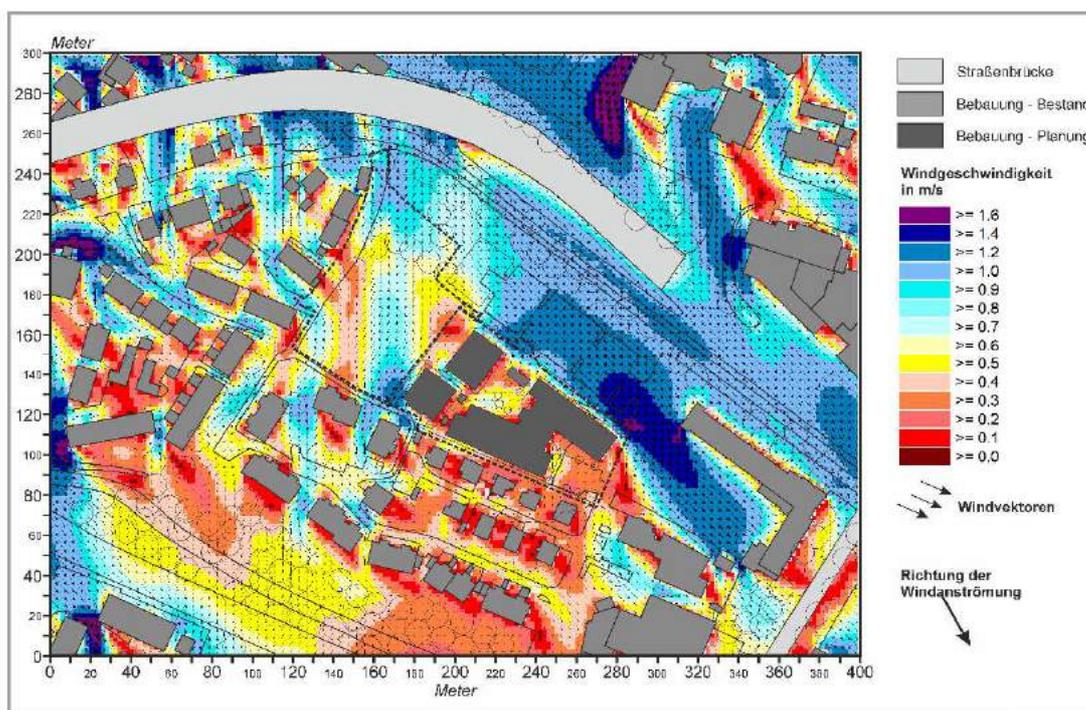


Abb. 13.2: Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

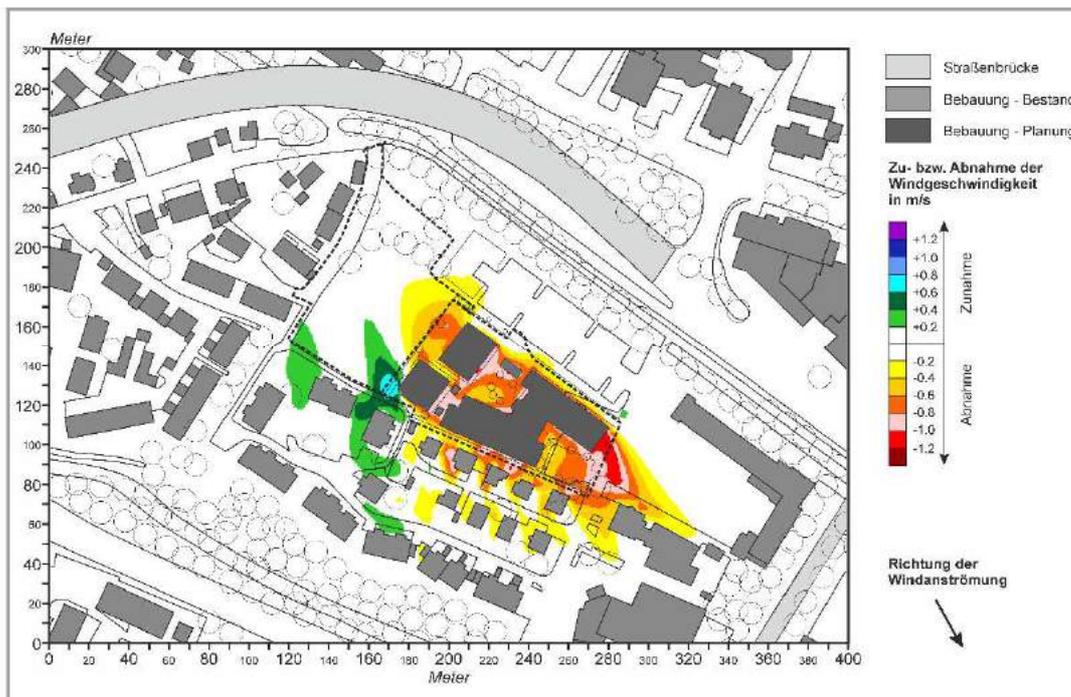


Abb. 13.3: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Legt man den Strömungssimulationen das Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ zu Grunde und stellt die Ergebnisse dem aktuellen Ist-Zustand gegenüber (**Plan-Zustand 1, Abb. 13.4** und **Abb. 13.5**), so zeigen sich die beiden überbauten Baufelder mit einem dazwischen liegenden Abstand von ca. 13.2 m bei vorherrschenden Nordnordwest-Winden allseitig umströmbar. Daher bleiben ihre Windschatteneffekte auf die unmittelbar südöstlichen gelegenen Wohngebäude An der Sägemühle 8-12 und Hubertusstraße 10–16 begrenzt. Dort stellen sich gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.2 – 0.4 m/s reduzierte Windgeschwindigkeiten ein. Entlang der Hubertusstraße bleiben ausreichende Belüftungseffekte gesichert, so dass dort am Tag keine zusätzlichen Wärmestaus zu befürchten sind. Im Bereich der Bebauung An der Sägemühle 8-12 und 14 sinkt die Windgeschwindigkeit planungsbedingt auf unter 0.5 m/s. Durch die Kleinräumigkeit dieses Effektes ist die Ausbildung eines großflächigen Luftstagnationsbereichs aber nicht zu befürchten. Vergleichbare Belüftungssituationen sind auch im Bereich der Wohngebietslagen Wörthstraße 29-83 zu bilanzieren.

An den Gebäudekanten der beiden geplanten Wohnhauskomplexe zeigen sich leichte Windbeschleunigungen.

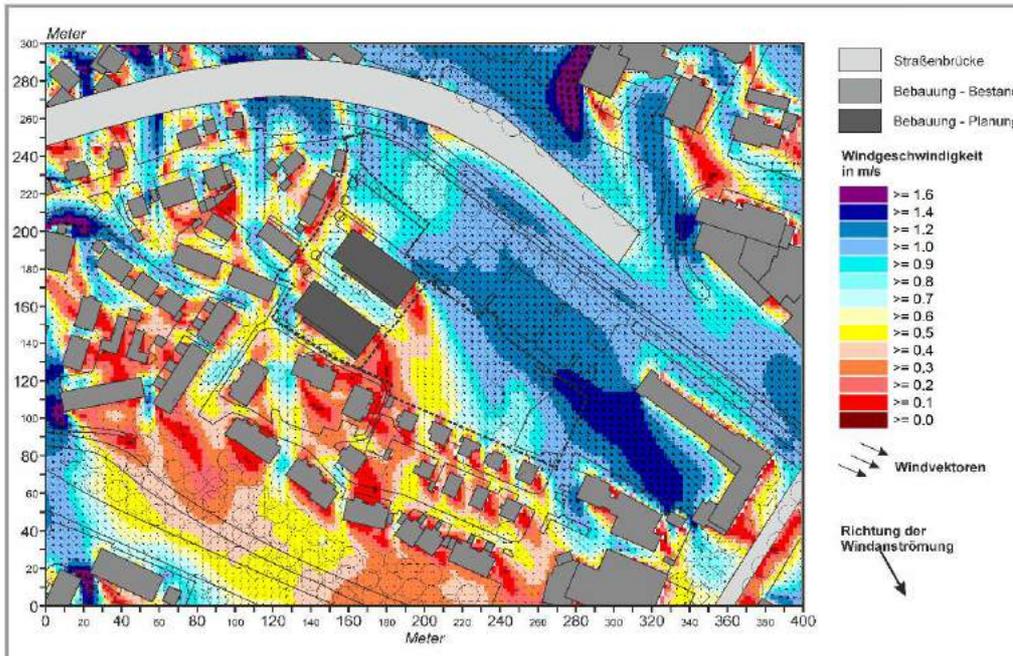


Abb. 13.4: Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

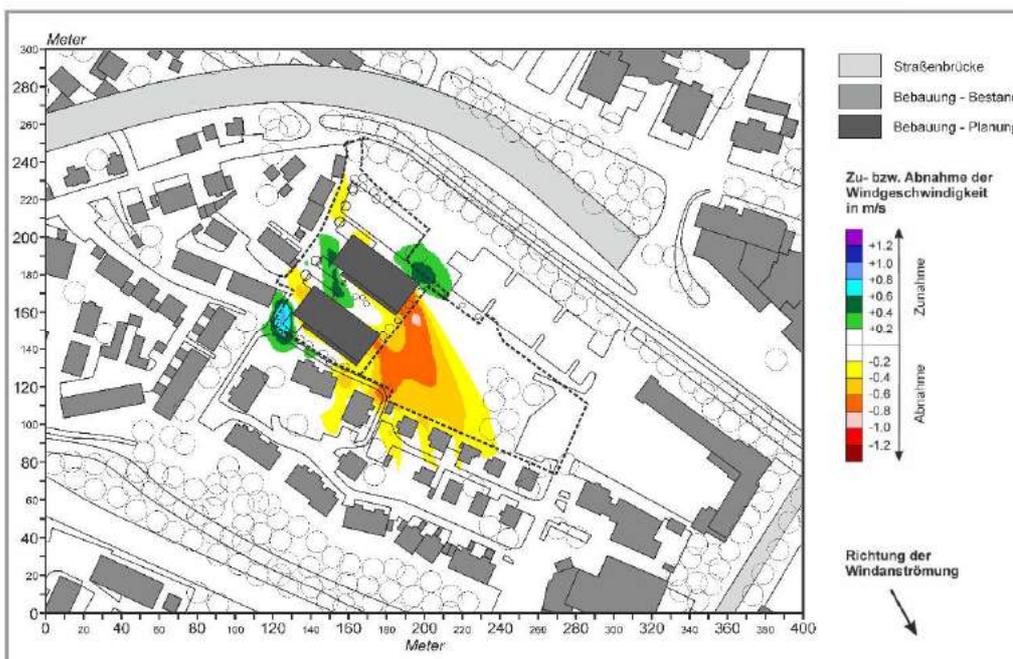


Abb. 13.5: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Geht man bei den Modellrechnungen davon aus, dass die Gesamtplanung mit den Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ und „Pflegeheim Hubertusstraße“ umgesetzt wird (**Plan-Zustand 2**) und führt einen Vergleich mit dem Ist-Zustand durch (**Abb. 13.6** und **Abb. 13.7**), so zeigt sich, dass sich auffallende planungsbedingte Strömungsmodifikationen im Wesentlichen auf die Wohnbebauung Hubertusstraße 8-26 beschränken. Während im Ist-Zustand durch die bauliche Randlage in den Gebäudeabstandsflächen der Wohnlagen Hubertusstraße 8-26 mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 1.0 m/s möglich sind, sinkt die Belüftungsintensität im Plan-Zustand 2 auf Werte von ca. 0.2 – 0.4 m/s. Entlang der Hubertusstraße werden mittlere Windgeschwindigkeiten von 0.3 – 0.5 m/s berechnet. Damit nimmt die Belüftungsintensität in diesem Bereich planungsbedingt ab. Eine großflächige Tendenz zu vermehrter Luftstagnation ist aber nicht zu erkennen. Dennoch ist sicherzustellen, dass dieser Bereich durch die beiden Planungsvorhaben nicht noch zusätzlich großflächig thermisch belastet wird. Die Ergebnisse hierzu werden in Kap. 5.2.1 analysiert und bewertet. Im Bereich der gewerblich genutzten Flächen Hubertusstraße 15 und 19 bleiben auch im Plan-Zustand 2 ausreichende Belüftungsintensitäten gesichert.

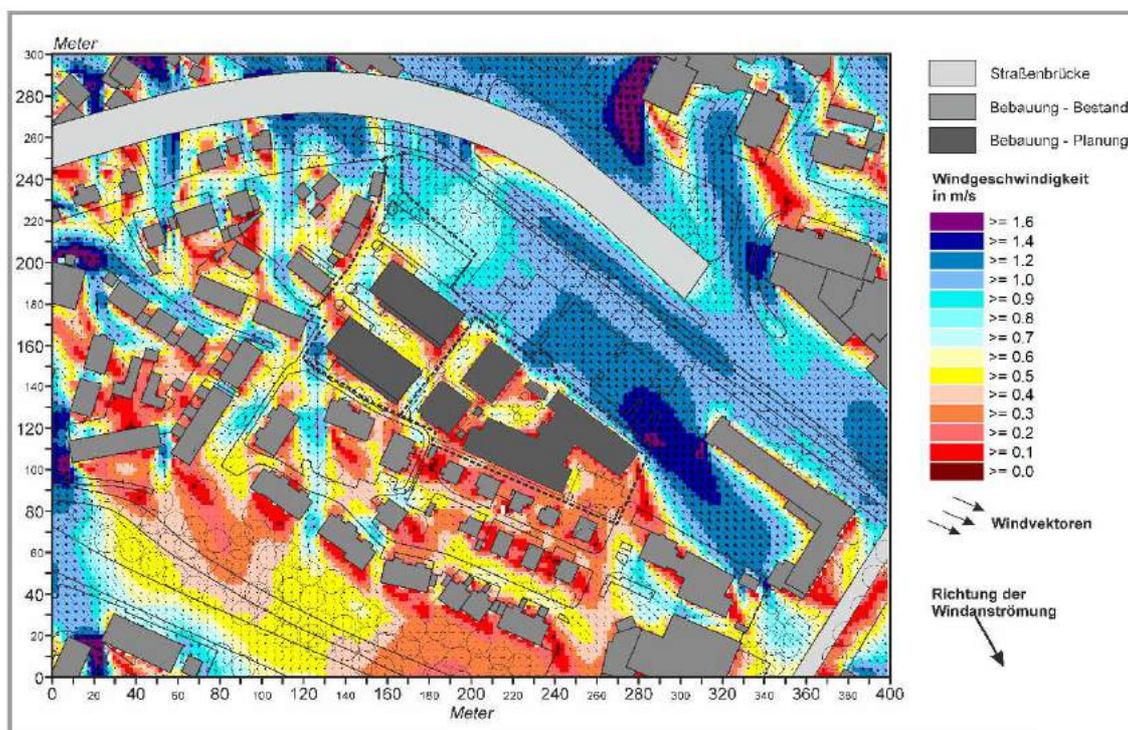


Abb. 13.6: Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

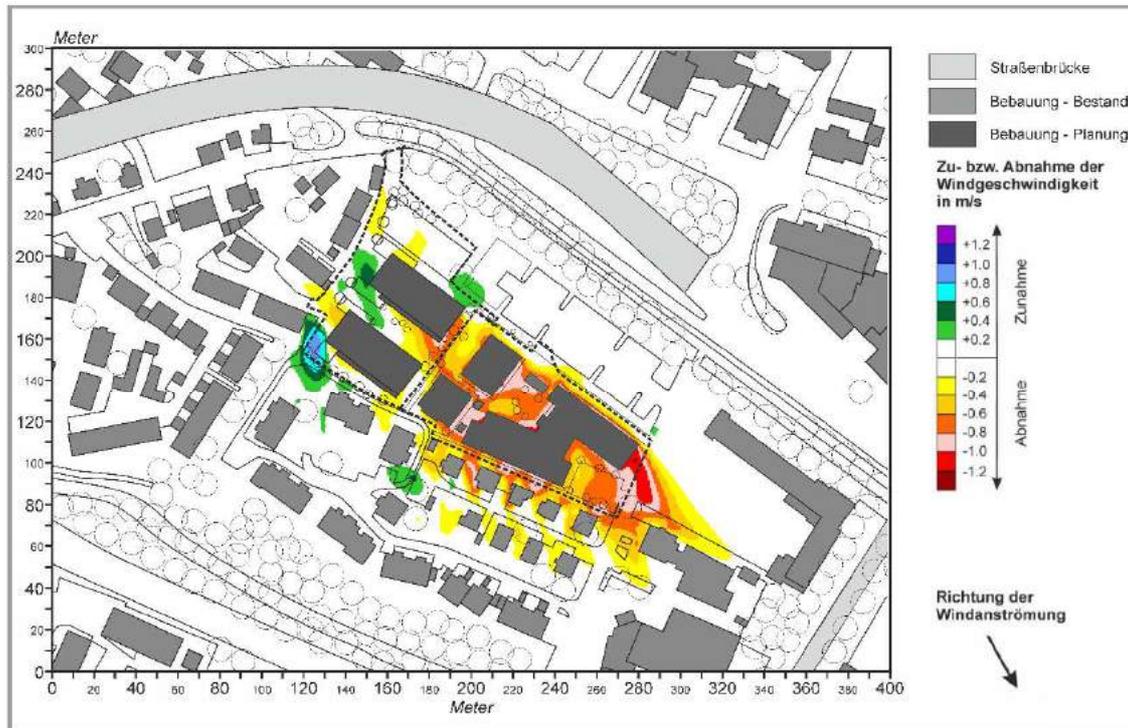


Abb. 13.7: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

5.1.2 Nachtsituation – Windanströmung aus Ostsüdosten (120°)

Wie die vorliegenden Windstatistiken belegen, bilden Ostsüdost-Winde zusammen mit Luftströmungen aus südsüdöstlichen Richtungssektoren die Hauptwindrichtung. Berücksichtigt man das Datenkollektiv „alle Tage“, so werden am Planungsstandort an ca. 21% der Jahresstunden Winde aus ostsüdöstlichen Richtungssektoren registriert – **Abb. 8**. Insbesondere in Strahlungs Nächten ist diese Windrichtung dominant.

Bei Winden aus ostsüdöstlichen Richtungen befindet sich das Planungsgebiet im Lee der Gewerbebebauung entlang der Hubertusstraße und im Luv der Europastraße B 500 mit ihrem Brückenbauwerk.

Wie **Abb. 14.1** für den **Ist-Zustand** zeigt, kann der vorherrschende Ostsüdost-Wind über dem Wohnmobilhafen und den südsüdwestlich angrenzenden Brachflächen bodennah durchgreifen und dadurch die örtliche Belüftung forcieren.

Auch die vielbefahrene Europastraße bildet südöstlich der Brückenauffahrt eine stadtinterne Luftleitbahn.

Im Bereich der Wohnbebauung südlich und westlich der Planungsgebiete „Wohnbebauung Wörthstraße“ und „Pflegeheim Hubertusstraße“ fungieren strömungsparallel verlaufende Straßenzüge als bebauungsinterne Ventilationsachsen. Hier kann der Wind (nächtlicher Oostalabwind) nahezu ungehindert bodennah wirksam werden.

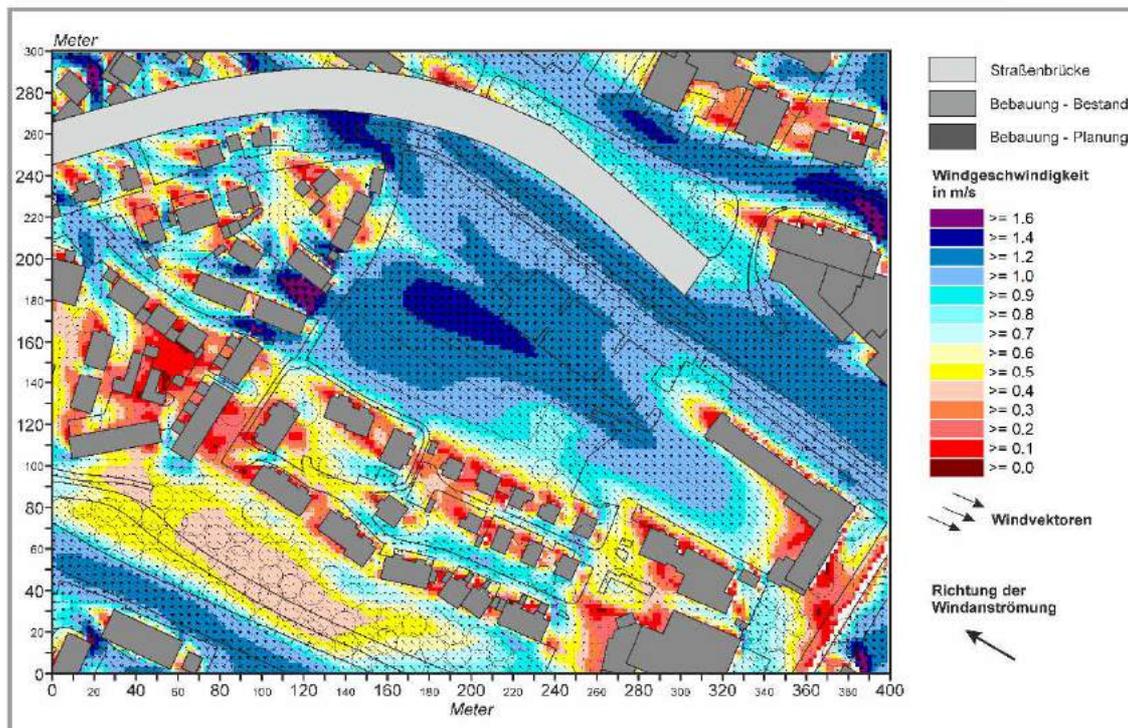


Abb. 14.1: Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Großflächige Windstagnationsbereiche (Flächengröße > 1 ha) mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s, die vermehrt Luftschadstoffakkumulationen und Wärmestaus verursachen können, sind nicht zu bilanzieren.

Das Brückenbauwerk Europastraße B 500 wird unter- und überströmt und bildet daher für die Ost-südostwinde keine unüberwindbare Barriere.

Die prognostischen Strömungssimulationen für den **Planungsnullfall** (Realisierung des Bauvorhabens „Pflegeheim Hubertusstraße“) dokumentieren zusammen mit den Differenzdarstellungen zum Ist-Zustand (**Abb. 14.2** und **Abb. 14.3**) die Veränderung des bodennahen Windfeldes durch die angedachte Bebauung in einer stadtklimatisch besonders relevanten Nacht mit vorherrschendem Oostalabwind.

Die Platzfläche zwischen Pflegeheim und den beiden Gebäuden für „Betreutes Wohnen“ zeigt sich durch die bauliche Öffnung in Richtung Wohnmobilhafen ausreichend belüftet. Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s, die auf Luftstagnationstendenzen hinweisen, bleiben auf die unmittelbaren Gebäudeluv- und Gebäudeleelagen begrenzt.

Die Windschattenwirkung der geplanten Bebauung reicht nur unwesentlich über die Wörthstraße im Westnordwesten hinaus.

Eine planungsbedingte Minderung der kaltluftspezifischen Belüftung im Bereich der südlich / südwestlich angrenzenden Wohnbebauung entlang der Hubertusstraße / An der Sägemühle ist nicht zu bilanzieren. Hier kommt es durch Führungseffekte der Neubebauung vielmehr zu einer leichten Intensivierung der bodennahen Belüftung.

Bilanziert man entlang des Profils A – A* (Lage des Profils siehe **Abb. 14.4**) für den Planungsnullfall die Abnahme des Kaltluftvolumenstroms gegenüber dem Ist-Zustand, so ergibt sich bei einer Kaltluftmächtigkeit von 50 m ein Wert von ca. 6.0%.

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Abflussvolumina oder der Abflussgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten. Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

Somit gehen vom Bauvorhaben „Pflegeheim Hubertusstraße“ nur mäßige klimatischen Negativeffekte aus.

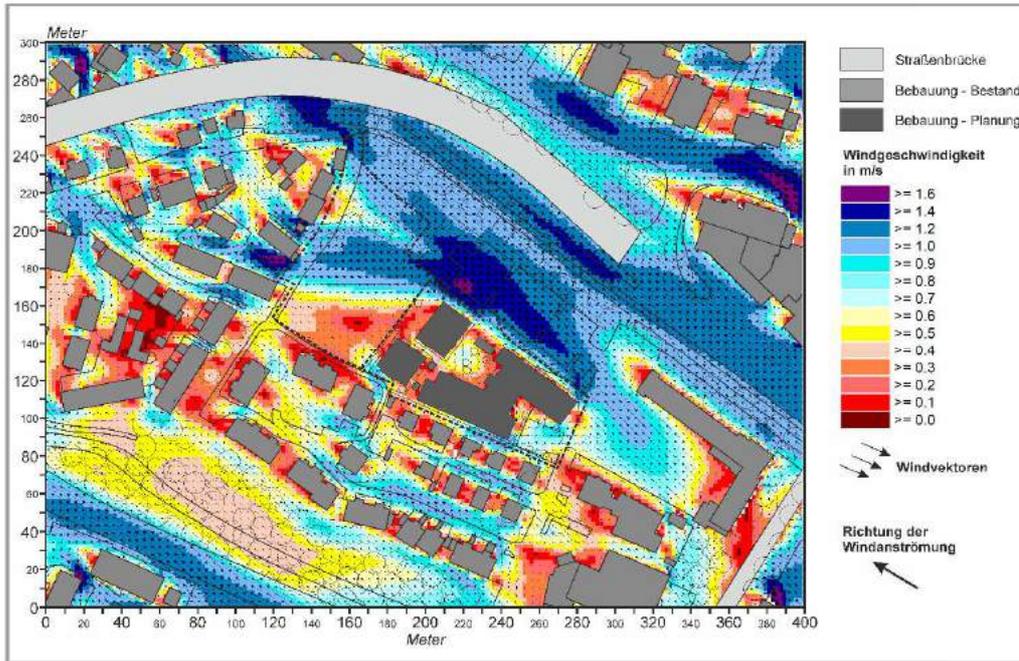


Abb. 14.2: Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1,5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2,0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Abb. 14.3: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1,5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2,0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Abb. 14.4: Lage des Bewertungsprofils - Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
(Luftbild bereitgestellt von: Stadt Baden-Baden)

Die Windfeldsimulationen für den **Plan-Zustand 1** (**Abb. 14.5** und **Abb. 14.6**) dokumentieren, dass die angedachte Wohnbaustruktur „Wohnbebauung Wörthstraße“ durch die örtliche Erhöhung der Oberflächenrauigkeit zwar zu einer allgemeinen Abschwächung der Belüftungsintensität in Teilen des Planungsgebiets führt, die Ausbildung großflächiger Windstagnationsbereiche ($\leq 0.3 \text{ m/s}$) jedoch unterbleibt. Die Ausrichtung der beiden Wohngebäude in Ostsüdost-Westnordwest-Richtung ist als strömungsgünstig einzustufen. Die gewählte Abstandstiefe von ca. 13.2 m zwischen den geplanten Gebäuden ist ausreichend, um eine allseitige Umströmbarkeit der Baukörper zu gewährleisten. Die berechneten Windstagnationsbereiche bleiben daher kleinräumig auf die unmittelbaren Gebäudeleelagen begrenzt.

Die berechneten Windabschwächungen westlich der Wörthstraße mindern zwar den bodennahen Luftaustausch, die verbleibende Belüftungsintensität entspricht jedoch weiterhin dem ortsspezifischen Niveau. Eine vermehrte Tendenz zu Luftstagnation ist nicht zu erwarten.

Wie den mesoskaligen Modellrechnungen des ING.-BÜROS LOHMEYER (2009) zu entnehmen ist, beträgt die Mächtigkeit des kallaftbedingten Oostalabwindes am Planungsstandort ca. 50 m.

Bilanziert man entlang des Profils A – A* (Lage des Profils siehe **Abb. 14.4**) die Abnahme des Kaltluftvolumenstroms durch den Plan-Zustand 1 gegenüber dem Ist-Zustand, so ergibt sich bei einer Kaltluftmächtigkeit von 50 m ein Wert von ca. 4.9%.

Die o.a. Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms von 4.9% ist somit mit nur geringen bis mäßigen klimatischen Negativeffekten verbunden, die aus klimaökologischer Sicht auf Grund deren Kleinräumigkeit zu akzeptieren sind.

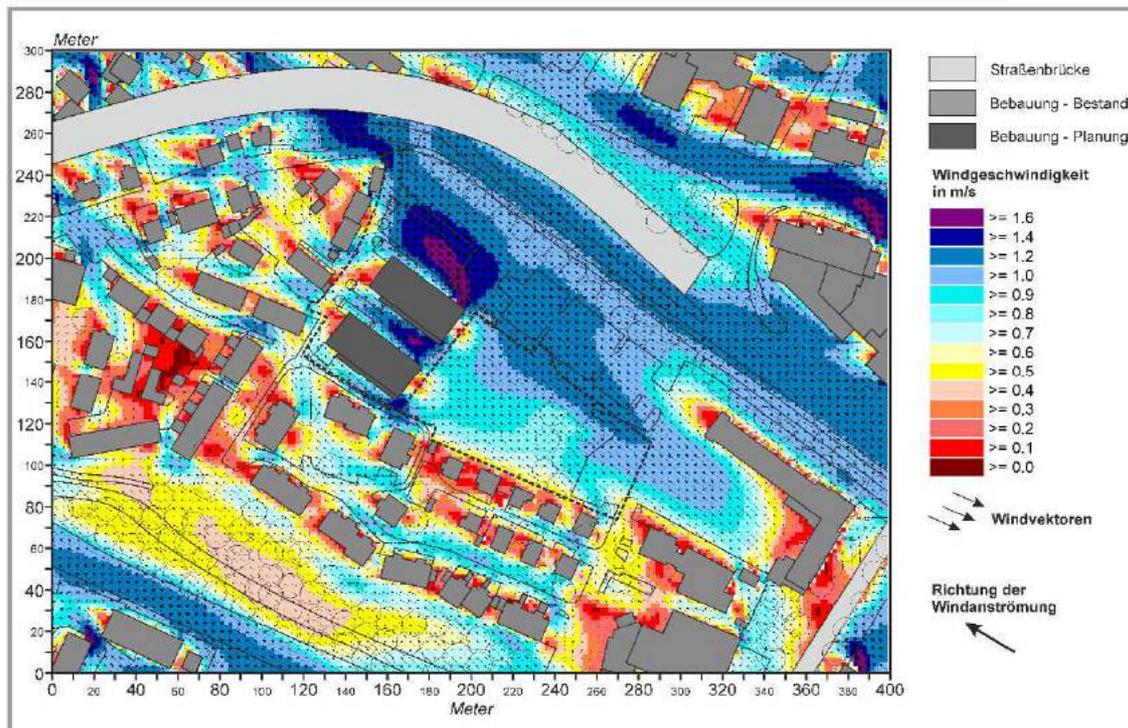


Abb. 14.5: Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

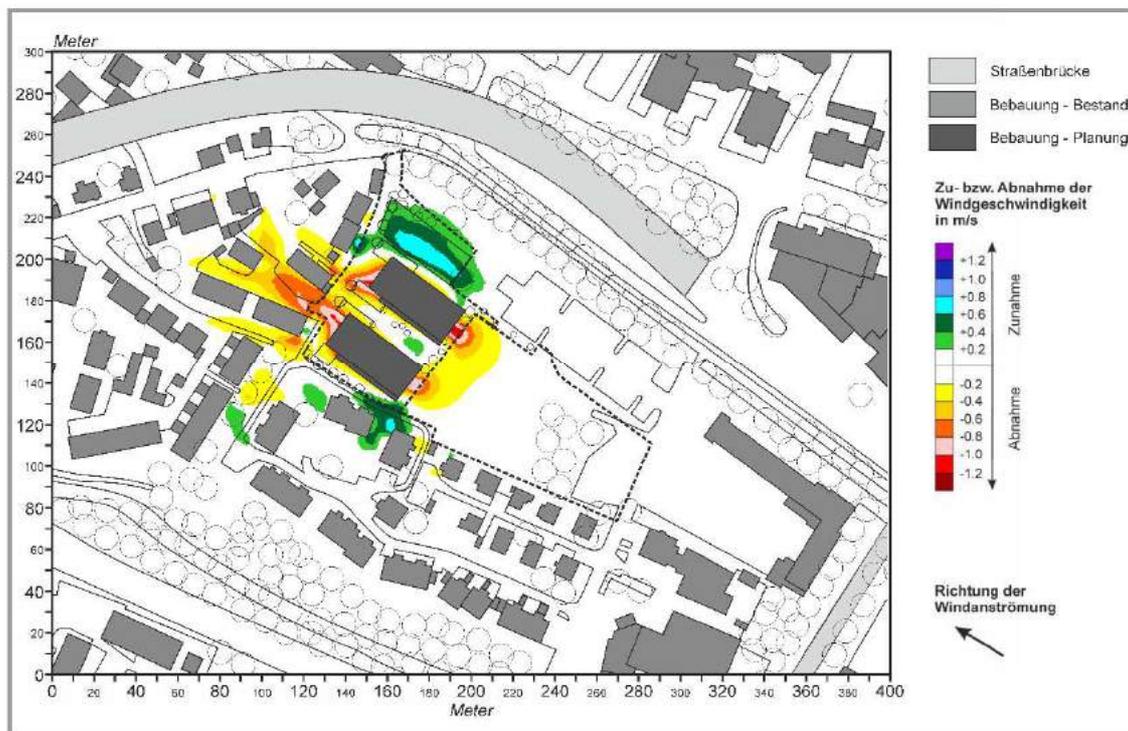


Abb. 14.6: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Mit Gesamtrealisierung der Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ und „Pflegeheim Hubertus“ (= **Plan-Zustand 2**, **Abb. 14.7** und **Abb. 14.8**) kommt es außerhalb des Planungsgebiets gegenüber dem Planungsnullfall zu keiner weiteren Abschwächung der bodennahen Belüftung. Wie **Abb. 14.6** dokumentiert, bleibt die Barrierewirkung der Baumaßnahme „Pflegeheim Hubertusstraße“ im Wesentlichen auf das Planungsgebiet „Wohnbebauung Wörthstraße“ begrenzt. Die hieraus sich dort ergebenden Belüftungsintensitäten sind aber ausreichend, um dem ortsspezifischen Belüftungsniveau zu entsprechen. Die Abstandsfläche zwischen den beiden Wohngebäuden im Bereich der „Wohnbebauung Wörthstraße“ gewährleistet in den Nachtstunden ein ausreichend intensives Luftaustauschgeschehen. Windgeschwindigkeiten von unter 0.5 m/s finden sich alleine im unmittelbaren Nahbereich der Baukörper. Demnach ist auch in der Bestandsbebauung nordwestlich der Wörthstraße mit keiner kritisch zu bewertenden Abschwächung der bodennahen Windgeschwindigkeiten zu rechnen. Die **Abb. 14.7** belegt, dass in der dortigen Bestandsbebauung weiterhin ein ortstypisches Strömungsgeschehen vorherrscht.

Ermittelt man auch für den Plan-Zustand 2 über das Profil A – A* (Lage des Profils siehe **Abb. 14.4**) die Abnahme des Kaltluftvolumenstroms gegenüber dem Ist-Zustand, so ergibt sich bei einer Kaltluftmächtigkeit von 50 m ein Wert von ca. 6.4%. Somit gehen von den beiden Bauvorhaben insgesamt nur mäßige klimatischen Negativeffekte aus. Die Funktion des Oostalabwinds als stadtklimatisch bedeutsames Belüftungssystem wird nicht bedeutsam geschwächt.

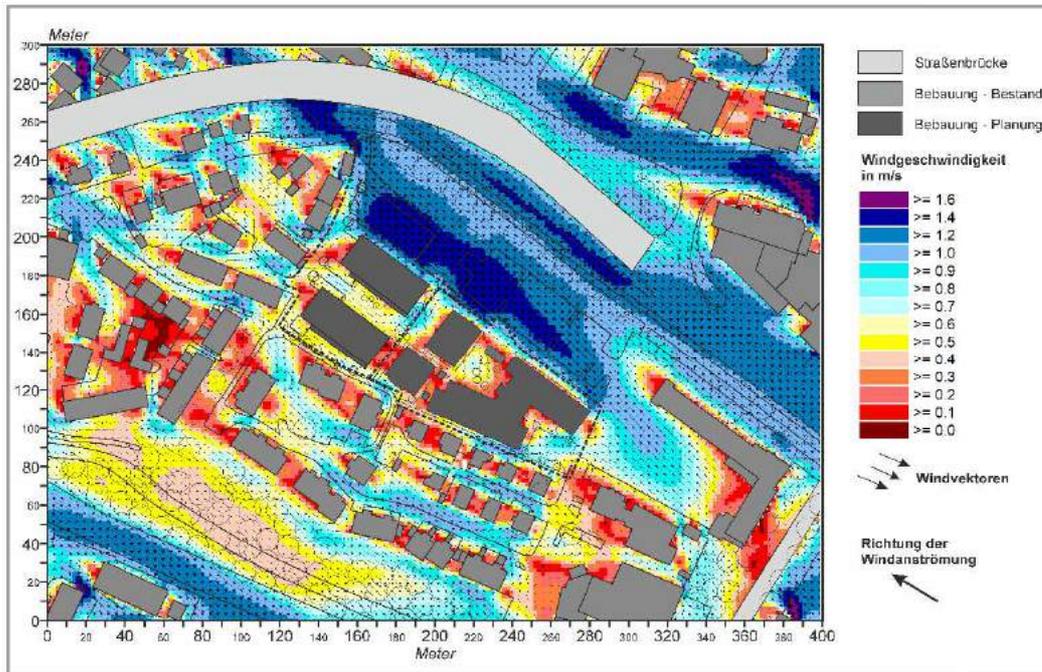


Abb. 14.7: Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

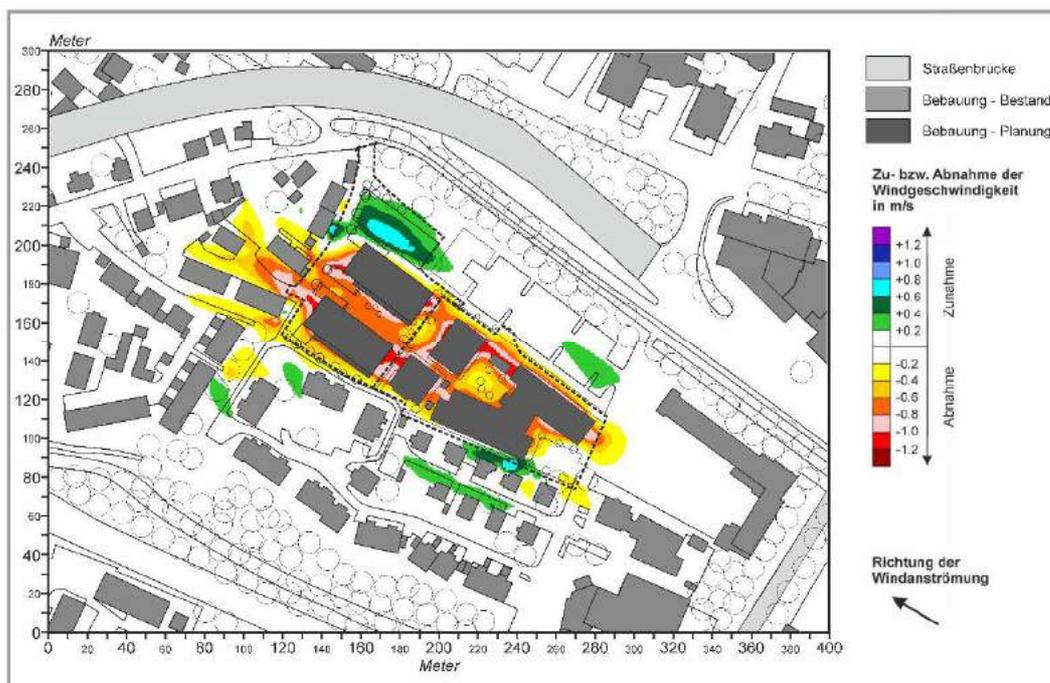


Abb. 14.8: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

5.2 Modellrechnungen zum örtlichen Lufttemperaturfeld / Bioklima

Zahlreiche Stadtklimastudien belegen, dass sich tagsüber intensiv aufgeheizte befestigte Areale nach Sonnenuntergang in den Sommermonaten nur verzögert abkühlen. Während über vegetationsbedeckten Bereichen nach Sonnenuntergang die Luft- und Oberflächentemperaturen vergleichsweise rasch sinken, bleiben versiegelte Flächen (Straßen, Parkplätze, Häuser) die ganze Nacht hindurch überwärmt.

Durch die bauliche Inanspruchnahme der Brachflächen ist mit einer lokalen Verzögerung und Verringerung der nächtlichen Abkühlung zu rechnen. Am Tag sind die Differenzen durch den intensiveren vertikalen und horizontalen Luftaustausch in der Regel geringer.

Angesichts des Klimawandels mit erhöhter sommerlicher Wärmebelastung (siehe Kap. 4.1) ist aus Sicht der Klimaökologie bei der Planung von Bedeutung, dass der von der Bebauung und von den versiegelten Flächen ausgehende „Wärmeinseleffekt“ räumlich eng begrenzt bleibt.

Die Modellrechnungen zur Bestimmung des ortsspezifischen Lufttemperaturfeldes werden für eine sommerliche Tagsituation (16:00 Uhr = ungefähre Zeitpunkt der Tageshöchsttemperaturen und noch intensiver Sonneneinstrahlung im Hochsommer) und für eine warme Sommernacht (23:00 Uhr) durchgeführt. Ein typischer Tagesgang für eine derartige Situation zeigt **Abb. 15**.

Den Simulationen für die Tagsituation wird ein mäßiger Nordnordwest-Wind (2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.) und für die Nachtsituation ein schwacher Ostsüdost-Wind mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G. zu Grunde gelegt.

Ergänzend wird für die Tagsituation mit Nordnordwest-Wind als humanbioklimatisches Maß die physiologische Äquivalenttemperatur (engl. Physiological Equivalent Temperature, PET) berechnet, um die Aufenthaltsqualität im Bereich der vorgesehenen Bebauung vertiefend zu bewerten. Der PET-Wert ist ein biometeorologisches Bewertungsmaß (siehe VDI-Richtlinie 3787, Bl. 2), das den aktuellen meteorologischen Atmosphärenzustand in thermischer Hinsicht für den Menschen bewertbar macht.

Die PET ist auf Basis einer standardisierten Person, die sich im Freien aufhält und nachfolgende Kriterien erfüllt, diejenige Temperatur, bei der im typischen Innenraum die Energiebilanz eines Menschen bei gleichen Werten der Haut- und Kerntemperatur ausgeglichen ist. Es findet eine Adaption der real wahrgenommenen Bedingungen der Außenwelt in den Innenraum statt und ermöglicht es dem Menschen, den thermischen Zustand außerhalb mit seinen Erfahrungen im Innenraum in Relation zu setzen (IÖR 2011).

Die Standardperson (Klima-Michel) für den die PET- Berechnung aufgestellt ist, weist folgende Merkmale auf:

- Geschlecht: männlich
- Alter: 35 Jahre
- Gewicht: 75 kg
- Größe: 1,75 m
- Körperoberfläche: 1,9 m²
- metabolische Rate: 164 W (gehend)
- Kleidungsfaktor: 0,9 clo
- Gehend: 1.21 m/s

Die PET zeigt eine starke Abhängigkeit von der mittleren Strahlungstemperatur, die entscheidend von der direkten Sonneneinstrahlung geprägt wird. Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar.

Bei den Modellrechnungen wird davon ausgegangen, das die Erschließungswege im Planungsgebiet gepflastert (mittelgrau) sind.

Für den Baumbestand wird im ENVI-met-Modell die Datenbank „simple plants“ benutzt.

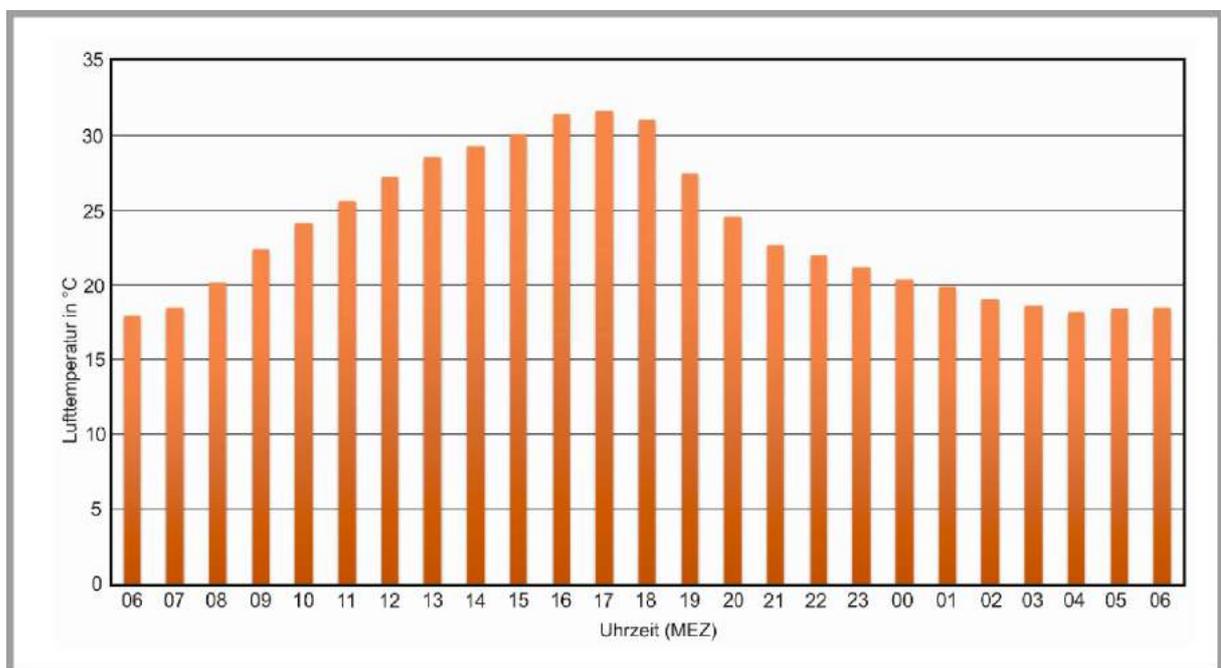


Abb. 15: Beispielhafter Tagesgang der Lufttemperatur an einem heißen Sommertag. 29.-30.07.2018 an der LUBW-Luftmessstation Baden-Baden.

5.2.1 Thermische / bioklimatische Situation an einem heißen Sommertag (16:00 Uhr bzw. 14:00 Uhr) mit schwacher nordnordwestlicher Luftströmung (330°)

Die **Abbildung 16.1** zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). Vorausgesetzt wird eine nordnordwestliche Luftströmung mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

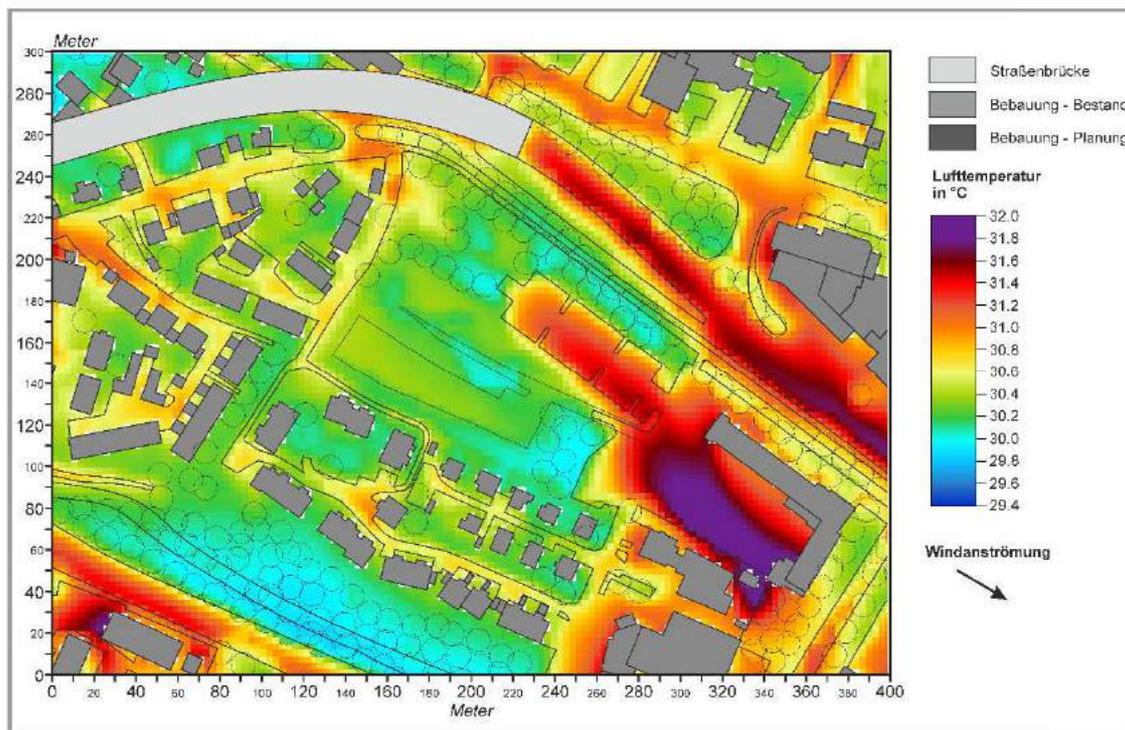


Abb. 16.1: Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Bei Lufttemperaturen im Bereich schattenwerfender dichter Gehölzbestände von ca. 29.4 – 30.2°C werden über breiteren asphaltierten Straßenzügen/Stellplatzflächen Lufttemperaturen bis ca. 32.0°C berechnet. Unbeschattete Rasen/Brachflächen heizen die Luft bis auf ca. 30.5°C auf. Die thermische Gunstfunktion schattenwerfender Gehölzbestände wird offenbar.

Die im Untersuchungsgebiet insgesamt recht geringen Lufttemperaturdifferenzen von max. 2.6 K gegen 16:00 Uhr sind auf den am Tag vergleichsweise intensiven horizontalen und vertikalen Luftaustausch zurückzuführen.

In den **Abb. 16.2** und **16.3** sind die Ergebnisse der Simulationen zu den thermischen Umgebungsbedingungen für den **Planungsnullfall** dokumentiert. Wie im Planungsentwurf (**Abb. 5**) dargestellt, ist zwischen dem Pflegeheim und den beiden Gebäuden für „Betreutes Wohnen“ eine begrünte Platzfläche geplant. Sie stellt sich thermisch recht günstig dar und bietet damit auch an heißen Sommertagen Aufenthaltsqualitäten. Gegenüber dem Wohnmobilhafen werden über der Platzfläche gegen 16:00 Uhr um über 1.0°C niedrigere Lufttemperaturen berechnet. Neben den Grünflächen macht sich auch der Schattenwurf der geplanten Bebauung thermisch positiv bemerkbar.

Im Bereich der geplanten Pkw-Stellplatzflächen im Nordwesten und Südosten des Planungsstandorts werden gegenüber dem begrünten Platz in zentraler Gebietslage um ca. 0.3 – 0.8°C höhere Lufttemperaturen simuliert. Die im Entwurf „Pflegeheim Hubertusstraße“ vorgesehenen Baumpflanzungen dämpfen im Bereich der versiegelten Flächen die Lufttemperaturspitzen. Die Lufttemperaturdifferenzendarstellung zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (**Abb. 16.3**) zeigt, dass die geplante Bebauung im Planungsumfeld zu keinen als kritisch einzustufenden Lufttemperaturanstiegen führt. Südlich der Hubertusstraße und An der Sägemühle bleiben die planungsbedingten Lufttemperaturanstiege auf ca. 0.2 – 0.4°C begrenzt. Hierdurch wird das ortstypische Lufttemperaturniveau, wie es bspw. heute westlich der Wörthstraße vorherrscht (siehe **Abb. 16.1**), nicht überschritten.

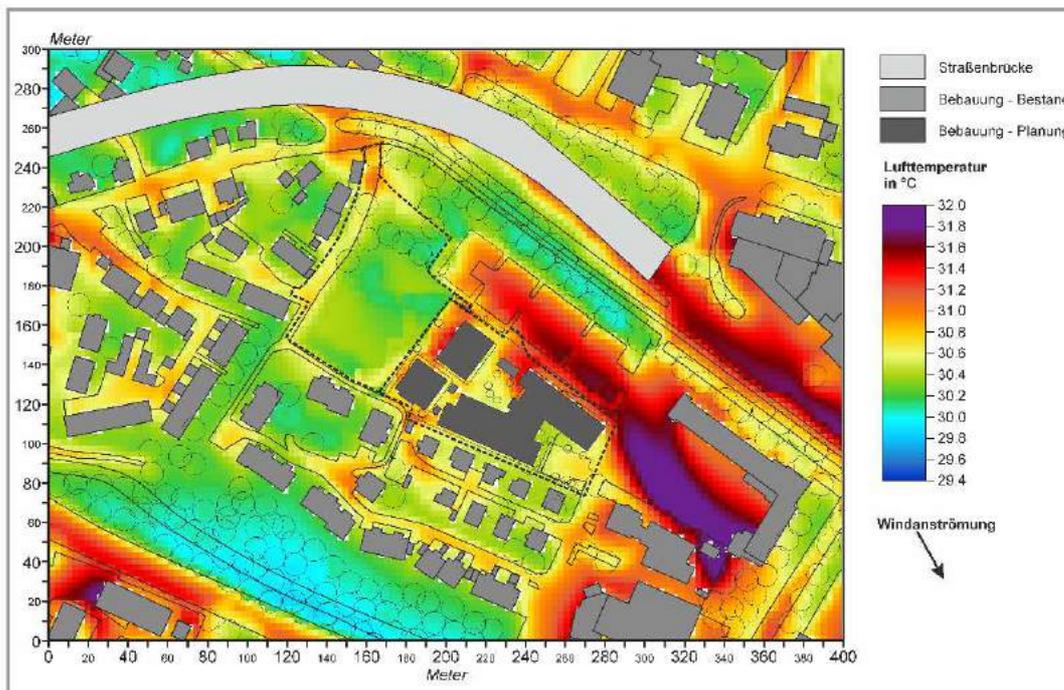


Abb. 16.2: Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Abb. 16.3: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Mit der Realisierung der geplanten „Wohnbebauung Wörthstraße“ (**Plan-Zustand 1, Abb. 16.4** und **Abb. 16.5**) geht durch die bauliche Inanspruchnahme bisheriger Grün-/Brachflächen am Tag thermisches Gunstpotenzial verloren. Über den geplanten Parkierungsflächen nördlich der beiden Wohnhäuser „Wohnbebauung Wörthstraße“ steigt durch die Wärmeabstrahlung der dunklen Pflasterflächen (= Annahme) die Lufttemperatur gegenüber dem Ist-Zustand örtlich um über 1.0 °C an. Im Bereich der Wohnbauten werden Lufttemperaturzunahmen von ca. 0.2 – 0.8°C simuliert. Die Leefahne der zusätzlichen Wärmebelastung bleibt auf den nordwestlichen Teilbereich des Wohnmobilhafens und des (unbebauten) Planungsgebiets „Pflegeheim Hubertusstraße“ begrenzt und ist damit als stadtklimatisch unproblematisch einzustufen.

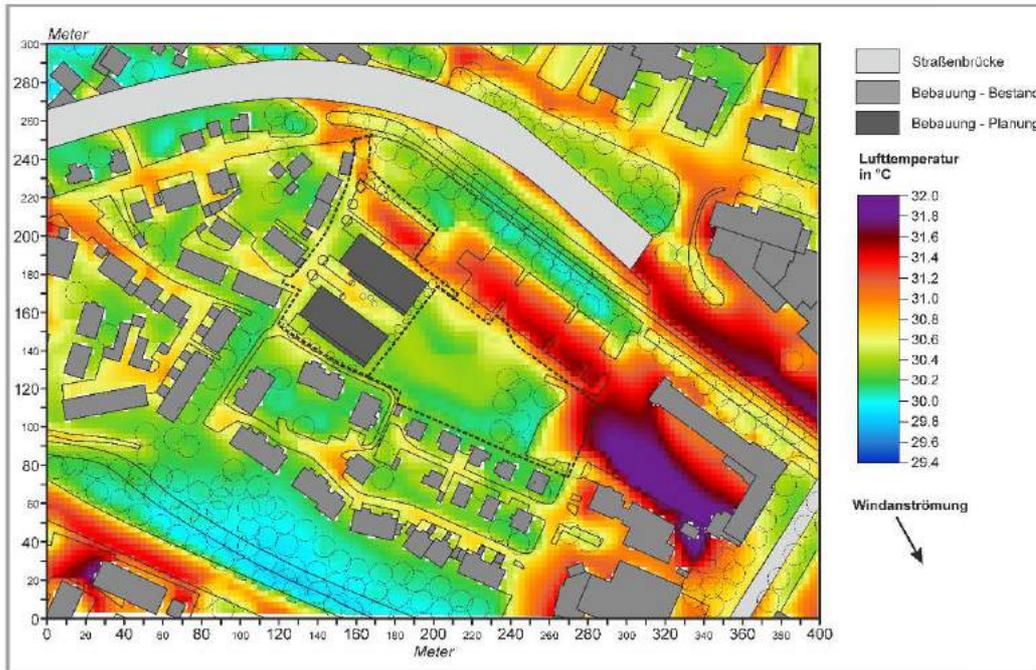


Abb. 16.4: Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
 Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

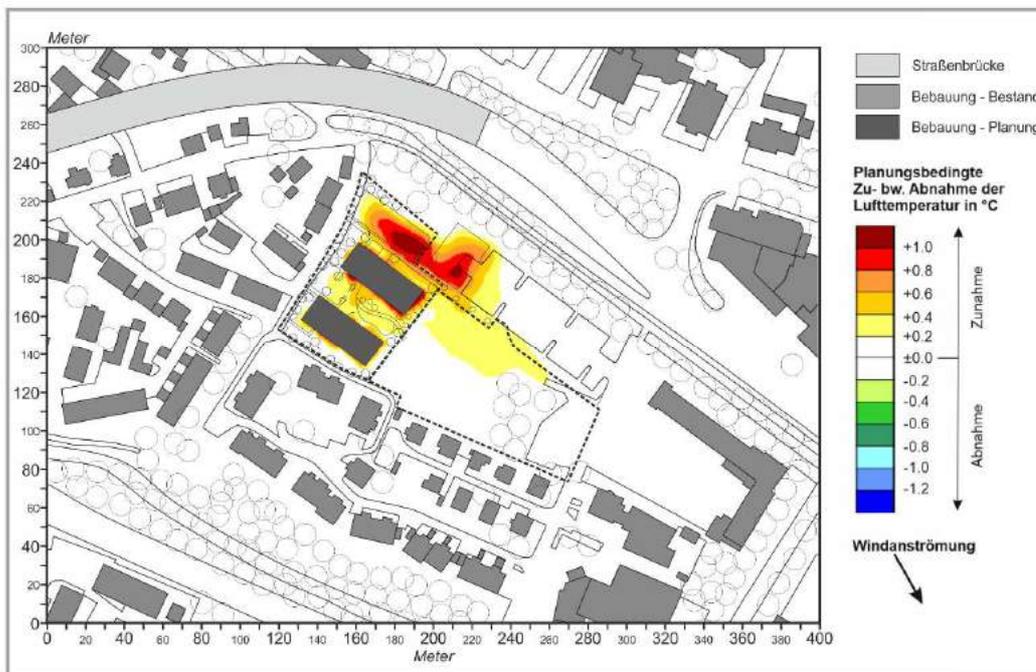


Abb. 16.5: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

In den **Abb. 16.6** und **16.7** sind die Ergebnisse der Modellrechnungen für die Gesamtplanung (Wohnbebauung Wörthstraße + Pflegeheim Hubertusstraße = **Plan-Zustand 2**) dokumentiert.

Es wird verdeutlicht, dass die Bauvorhaben in Bezug auf die thermischen Verhältnisse am Tag als stadtklimatisch verträglich einzustufen sind. In der Umgebungsbebauung (südlich der Hubertusstraße / An der Sägemühle) werden nur geringfügige planungsbedingte Lufttemperaturanstiege von ca. 0.2 – 0.3°C bestimmt. Das ortstypische Lufttemperaturniveau wird damit nicht überschritten. Die in Kap. 5.1.1 analysierte planungsbedingte Abnahme der Windgeschwindigkeit südlich der Hubertusstraße betrifft somit keinen Bereich, in welchem die thermische Belastung deutlich ansteigt.

Im Bereich der neuen Stellplatzflächen im Norden bleiben die thermischen Zusatzbelastungen ebenfalls räumlich eng begrenzt und betreffen keine stadtklimatisch besonders sensiblen Wohnnutzungen.

Im Planungsgebiet selbst stellt sich ein vielfältiger Mix aus unterschiedlichen Mikroklimaten ein. Während über den versiegelten Erschließungsflächen typischerweise die höchsten Lufttemperaturen zu erwarten sind, bilden sich die begrünten Aufenthaltsflächen als thermisch begünstigte Bereiche ab. Dies entspricht den klimaökologischen Zielvorstellungen.

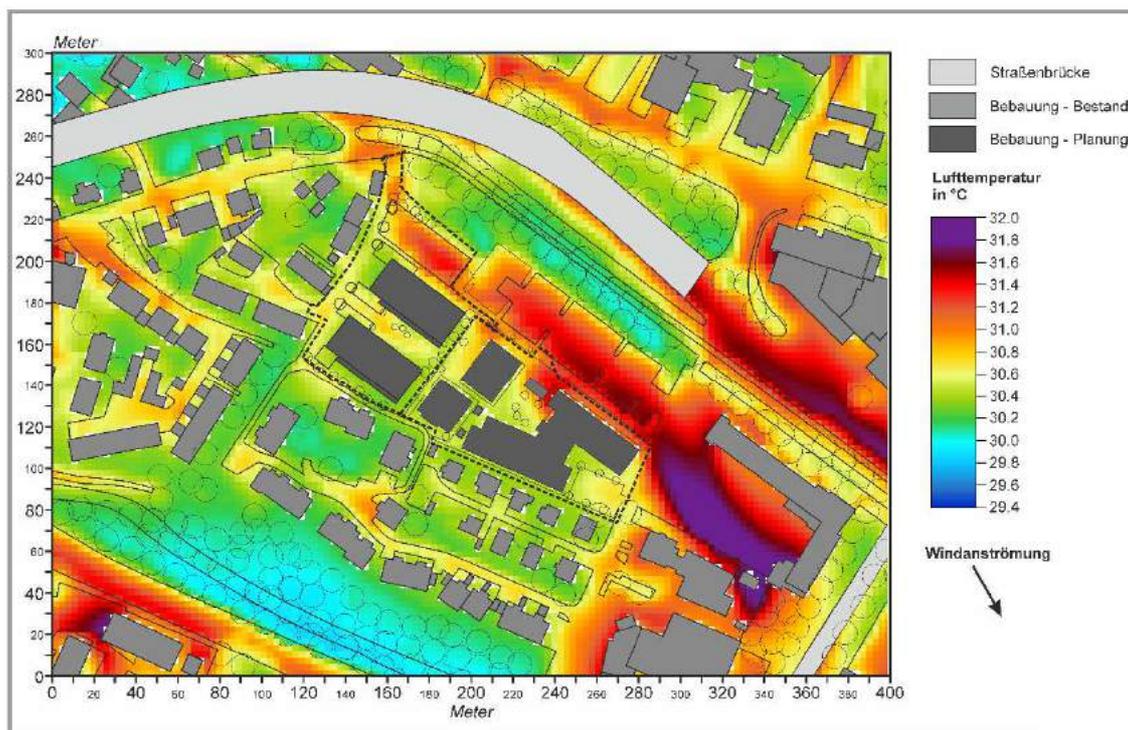


Abb. 16.6: Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

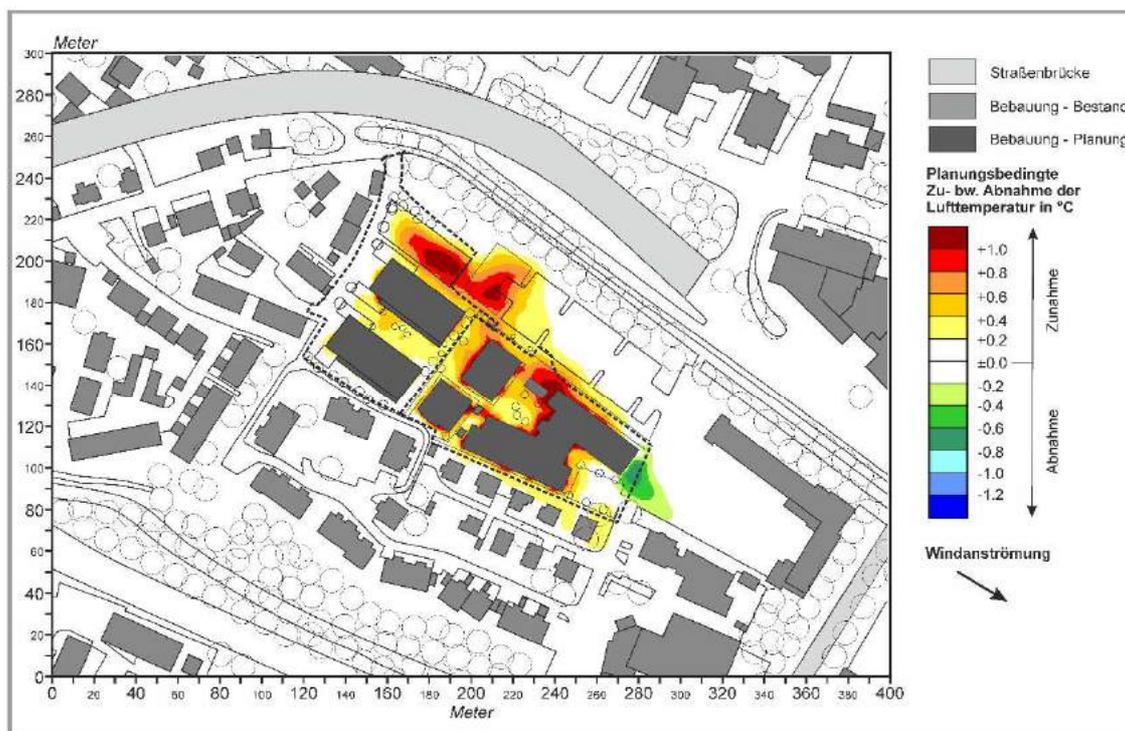


Abb. 16.7: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

In den **Abb. 17.1** und **17.2** sind die Ergebnisse der PET-Simulationen vergleichend für den **Ist-Stand** und den **Plan-Zustand 2** exemplarisch für einen typischen Sommertag ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$) dokumentiert.

Die PET-Werte (~ gefühlte Temperatur) erreichen im **Ist-Zustand** (**Abb. 17.1**) im Untersuchungsgebiet mit etwa 26.0°C bis 47.0°C eine Spanne von 21°C . Die niedrigsten Werte werden im Baumschatten simuliert (ca. $26 - 35^\circ\text{C}$, leicht warm bis warm). Extreme bioklimatische Belastungen mit PET-Werten von über 41.0°C (sehr heiß, Hitzestress) sind über versiegelten Flächen ohne Haus- und Baumschatten und mit abgeschwächter bodennahe Ventilation zu bilanzieren.

Im Bereich der bisherigen Brachflächen (ohne schattenwerfende Gehölze) werden PET-Werte von ca. $39 - 41^\circ\text{C}$ berechnet (= heiß, Hitzestress).

Im **Plan-Zustand 2** (**Abb. 17.2**) nimmt die bioklimatische Belastung durch die Wärmeabstrahlung der Hauswände, der Erschließungswege und Stellplatzflächen im Planungsgebiet zu. Durch die Schattenwirkung der geplanten Bäume werden auch bioklimatisch weniger intensiv belastete Teilräume geschaffen, die an heißen Sommertagen besonders hitzeempfindlichen älteren Menschen und Kleinkindern einen Aufenthalt ohne extremen Hitzestress ermöglichen.

Eine bedeutsame Zunahme der bioklimatischen Belastung außerhalb des Planungsgebiets ist nicht zu bilanzieren, da diese am Tag überwiegend von den örtlichen Strahlungsverhältnissen gesteuert wird.

In den neuen Grünstrukturen der „Wohnbebauung Wörthstraße“ und des „Pflegeheims Hubertusstraße“ bleibt eine extrem hohe bioklimatische Wärmebelastung aber auf die unmittelbaren Bereiche der befestigten Erschließungsflächen begrenzt.

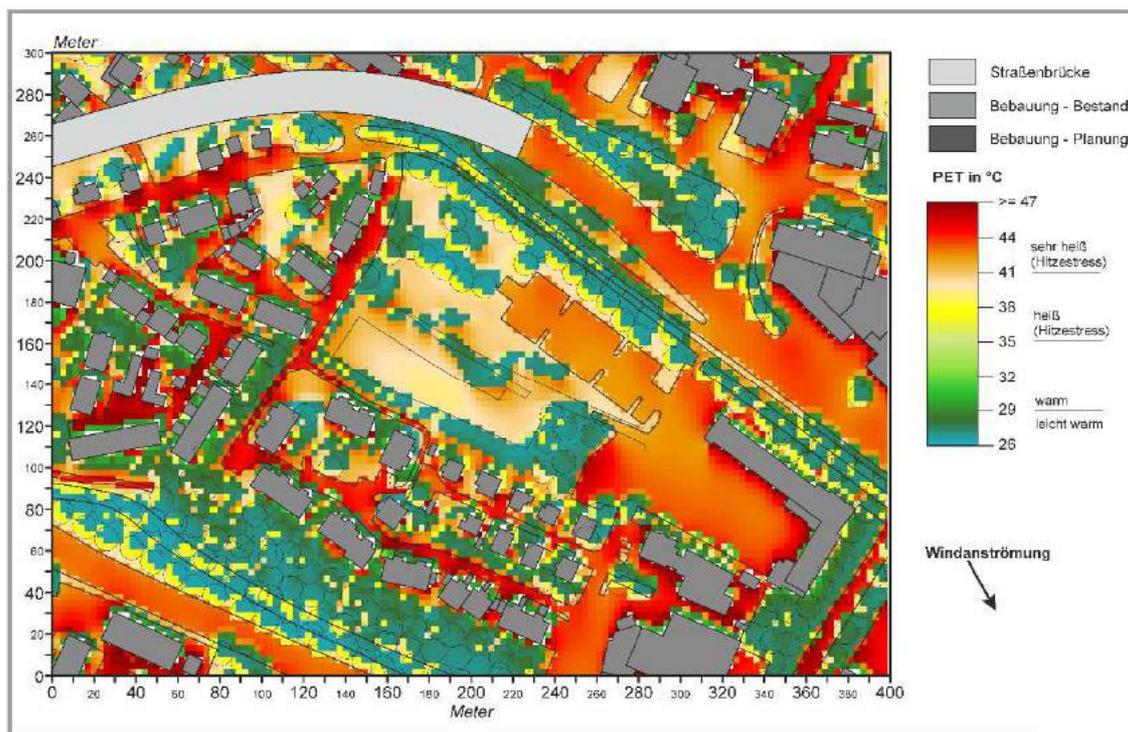


Abb. 17.1: Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
PET-Werte 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

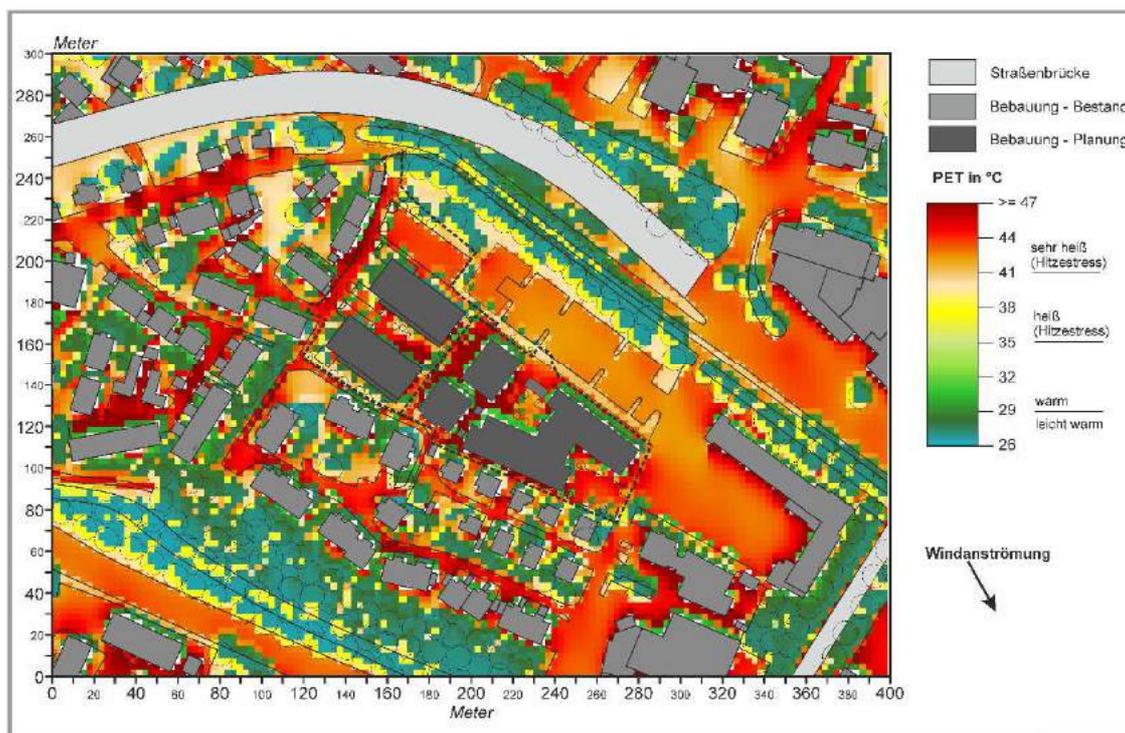


Abb. 17.2: Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
PET-Werte 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Nordnordwesten (330°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

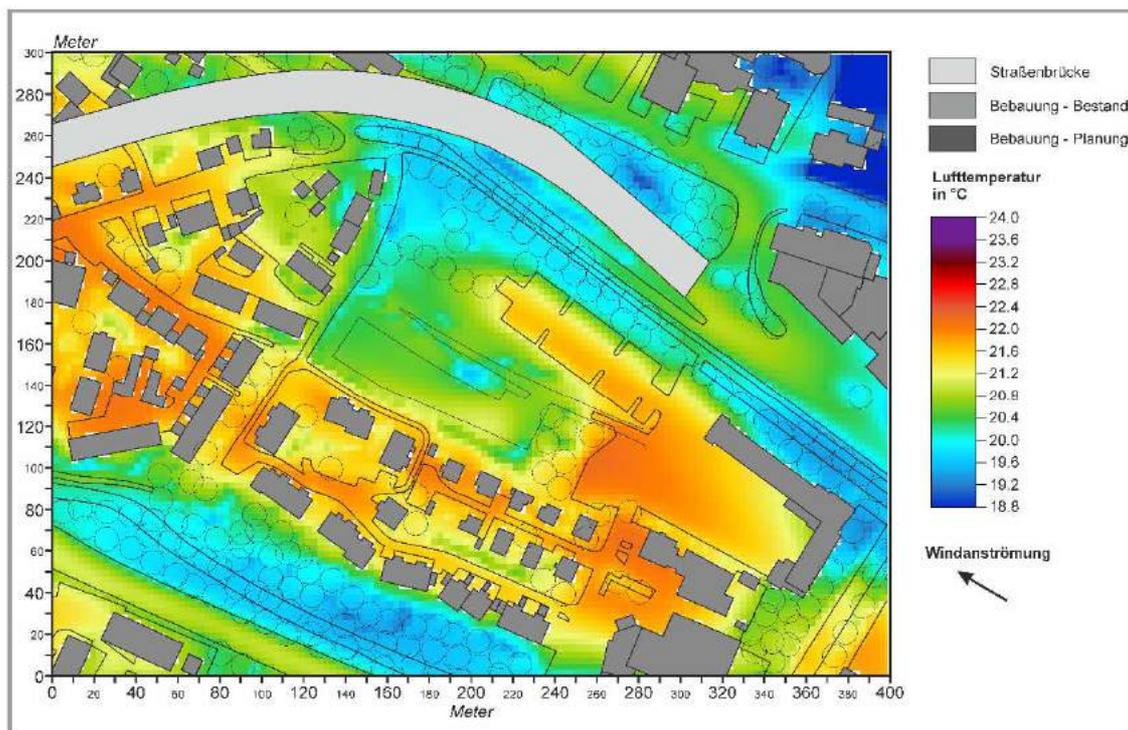
5.2.2 Thermische Situation in einer Tropennacht (23:00 Uhr) mit schwacher ost-südöstlicher Luftströmung (120°)

Wie u.a. in Kap. 4.2 bereits erläutert, bestimmt am Planungsstandort in stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten vermehrt der Oostalabwind aus ost-südöstlichen das ortsspezifische Strömungsgeschehen. Nachfolgend wird den Berechnungen daher eine beispielhafte Situation mit Ost-südost-Winden (1.5 m/s) zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse der mikroskaligen Modellrechnungen für den **Ist-Zustand (Abb. 18.1)** belegen, dass die Brachflächen im Planungsgebiet aktuell eine nächtliche Lufttemperaturesenke bilden. Über ihnen werden gegen 23:00 Uhr (1. Nachthälfte) Lufttemperaturen zwischen ca. 19.6 und 21.0°C simuliert. Über Straßenzügen, versiegelten Stellplatzflächen und dem Wohnmobilstellplatz sind Lufttemperaturen von ca. 21.2 – 22.4°C zu bilanzieren.

Im Bereich der Hausgärten südlich der Hubertusstraße / An der Sägemühle belaufen sich Lufttemperaturen auf ca. 20.5 – 21.2°C.

Niedrigste Lufttemperaturen (18.8 – 20.0°C) sind im Bereich der Grünstrukturen an der Oos sowie im Bereich der Gehölzbestände nördlich des Wohnmobilstellplatzes zu bestimmen.



18.1: Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

Bei Realisierung der geplanten Bebauung „Pflegeheim Hubertusstraße“ (**Planungsnullfall, Abb. 18.2 und Abb. 18.3**) ist bei vorherrschendem Oostalabwind in der benachbarten Wohnbebauung südlich der Hubertusstraße / An der Sägemühle und westlich der Wörthstraße mit keiner erheblichen Reduktion der nächtlichen Abkühlung zu rechnen. Wie die Ergebnisse der Lufttemperatursimulationen belegen, bleibt die planungsbedingte Lufttemperaturzunahme gegenüber dem Ist-Zustand auf unter 1.0°C begrenzt. Die dort festzustellenden Temperaturverhältnisse finden sich aktuell auch in der Bestandswohnbebauung westlich der Wörthstraße, so dass weiterhin ein ortstypisches Klimaniveau vorliegt. Der Verlust an Kaltluftproduktionsflächen kann durch die geplanten Begrünungsmaßnahmen allerdings nicht vollständig kompensiert werden.

Innerhalb des Planungsgebiets bilden die Grünflächen keine auffallenden Lufttemperatursenken. Sie sind hierzu zu gering dimensioniert. Ergänzende grünordnerische Maßnahmen (z.B. Fassadenbegrünungen, Verwendung heller Pflasterbeläge ein Befestigung von Erschließungsflächen) sollten daher zur Verbesserung der nächtlichen thermischen Verhältnisse in Betracht gezogen werden. - siehe Kap. 6.

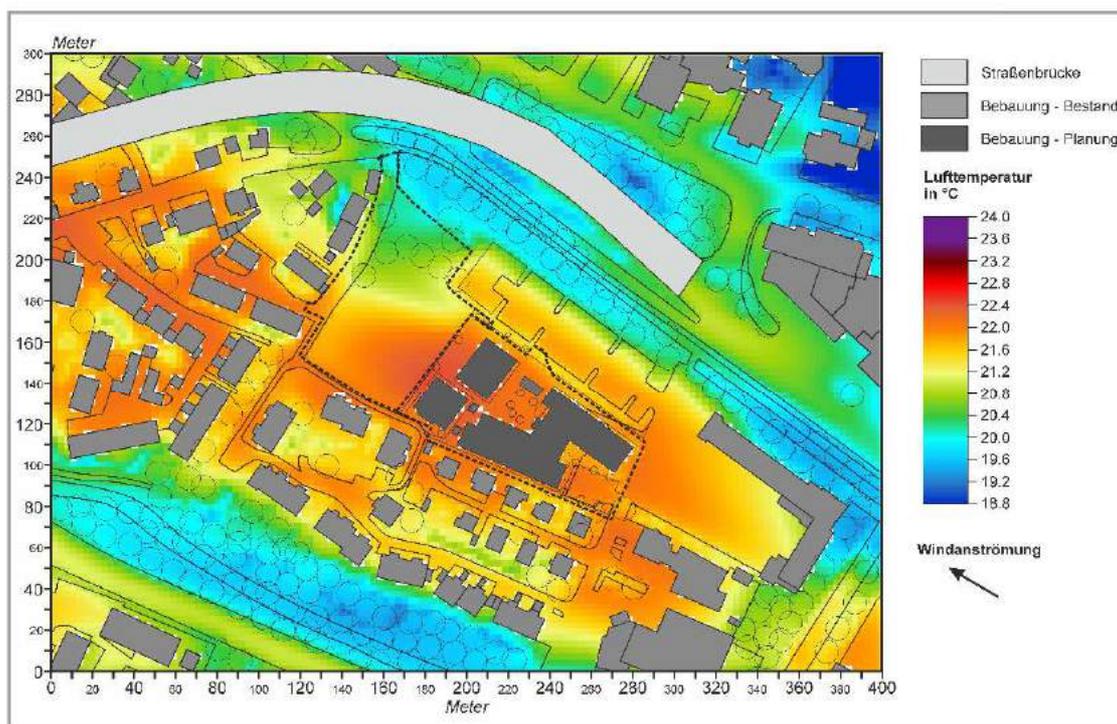


Abb. 18.2: Planungsnullfall (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

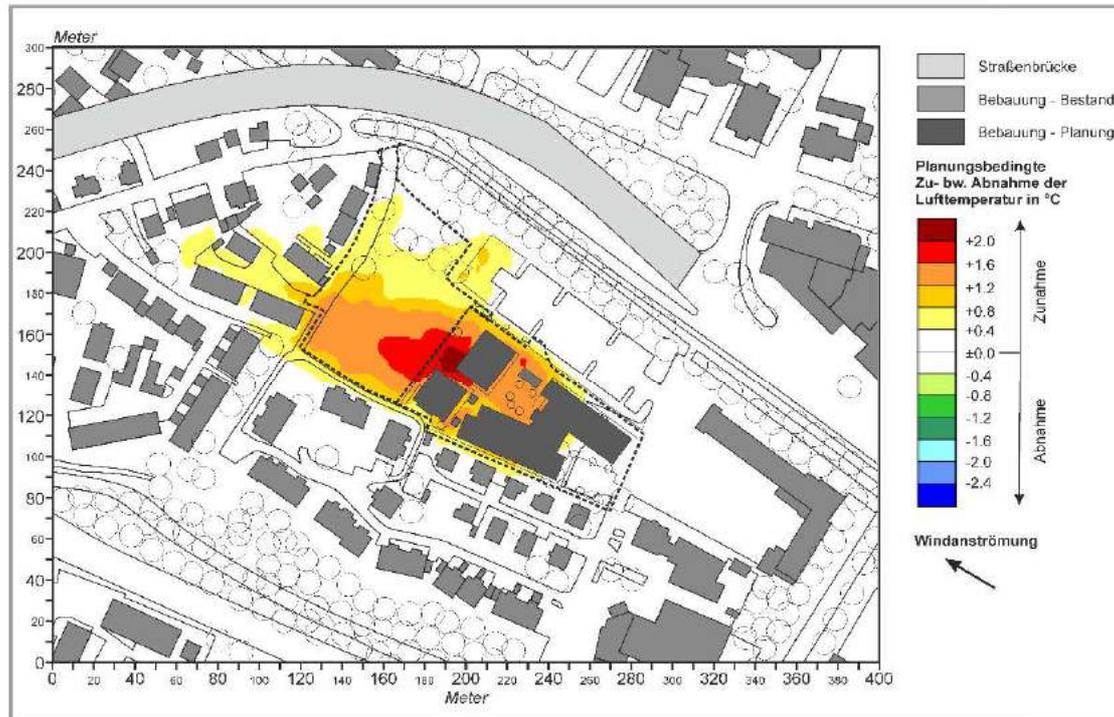


Abb. 18.3: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Planungsnullfall und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

Mit Realisierung der „Wohnbebauung Wörthstraße“ (**Plan-Zustand 1, Abb. 18.4 und Abb. 18.5**) stellen sich durch die strömungsparallele Anordnung der beiden Wohngebäude nur recht kleinräumig thermische Zusatzbelastungen ein. Sie bleiben auf die Bebauung Wörthstraße 1 – 3 begrenzt und belaufen sich auf max. 0.6°C. Die hieraus resultierenden thermischen Verhältnisse entsprechen weiterhin dem ortsspezifischen Qualitätsniveau.

Die Lufttemperaturverhältnisse am neuen Wohnstandort in der Wörthstraße sind als günstig einzustufen. Im Planungsnullfall profitiert das Planungsgebiet noch von der thermischen Wohlfahrtsfunktion der südöstlich benachbarten Brachflächen.

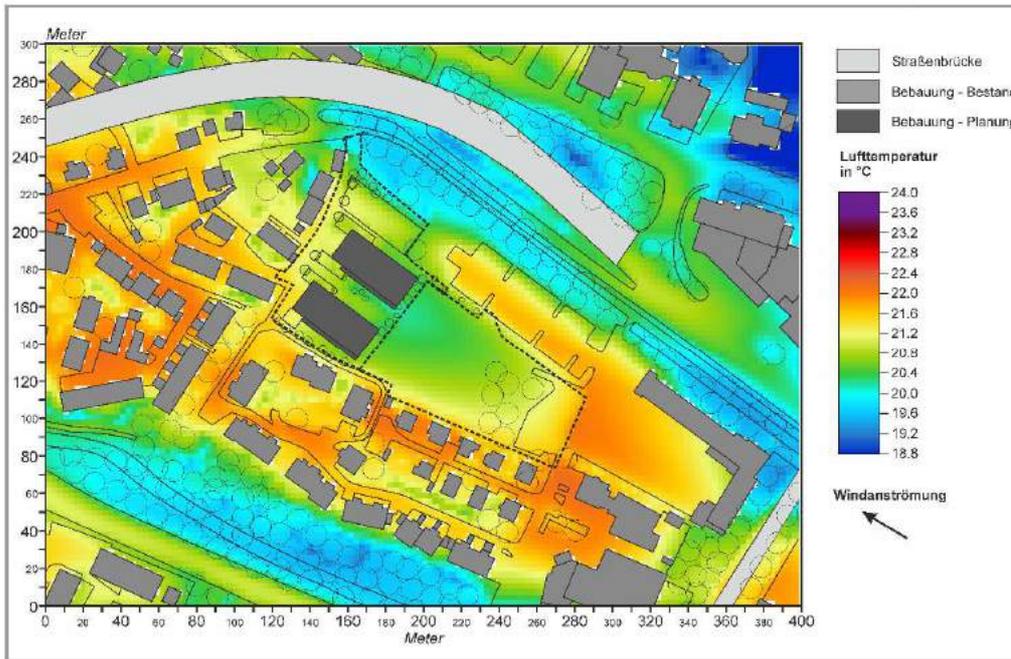


Abb. 18.4: Plan-Zustand 1 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
 Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten(120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

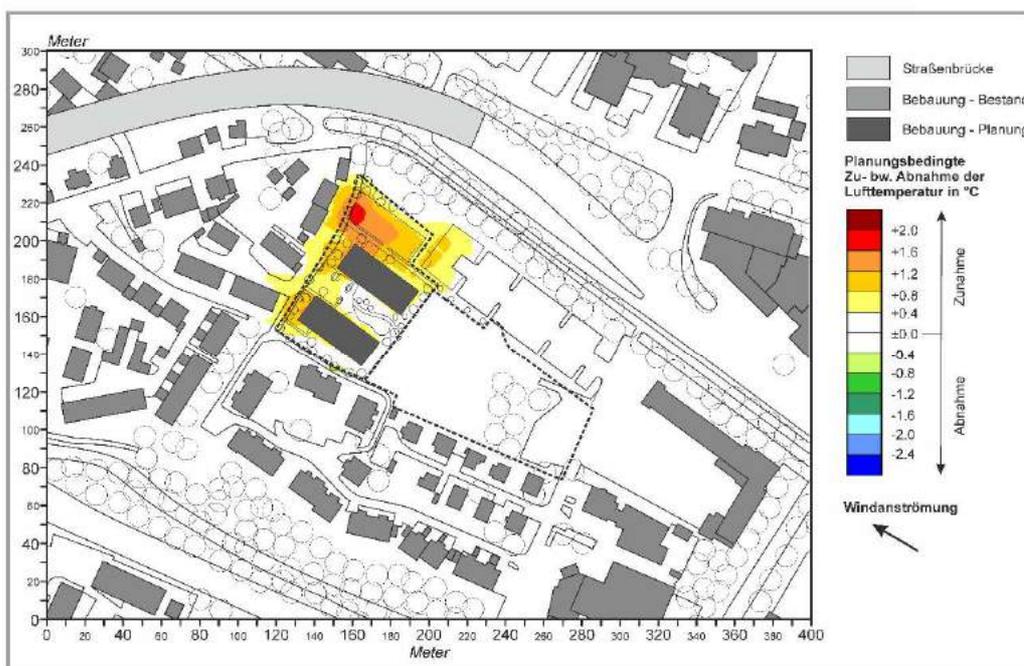


Abb. 18.5: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 1 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

In den **Abb. 18.6** und **18.7** sind die Ergebnisse der Modellrechnungen für die Gesamtplanung (Wohnbebauung Wörthstraße + Pflegeheim Hubertusstraße = **Plan-Zustand 2**) dokumentiert.

Es wird verdeutlicht, dass die Bauvorhaben in Bezug auf die thermischen Verhältnisse am Tag als stadtklimatisch verträglich einzustufen sind. In der Umgebungsbebauung (südlich der Hubertusstraße / An der Sägemühle) werden nur geringfügige planungsbedingte Lufttemperaturanstiege von ca. 0.2 – 0.3°C bestimmt. Das ortstypische Lufttemperaturniveau wird damit nicht überschritten. Die in Kap. 5.1.1 analysierte planungsbedingte Abnahme der Windgeschwindigkeit südlich der Hubertusstraße betrifft somit keinen Bereich, in welchem die thermische Belastung deutlich ansteigt.

Im Bereich der neuen Stellplatzflächen im Norden (Bebauungsplan „Wohnbebauung Wörthstraße“) bleiben die thermischen Zusatzbelastung ebenfalls räumlich eng begrenzt und betreffen allein den Straßenraum der westlich anschließenden Wörthstraße. Dort sind planungsbedingte Lufttemperaturzunahmen von ca. 0.4 – 1.6°C zu bestimmen. In den Gartenbereichen der Wohnhäuser Wörthstraße 1-5g sind Lufttemperaturzunahmen von ca. 0.4 – 1.2°C zu erwarten. Die heutige thermische Gunstwirkung durch den Oostalabwind geht gegenüber dem Ist-Zustand damit zum Teil verloren. Die resultierenden thermischen Verhältnisse entsprechen aber noch den heutigen Verhältnissen im Bereich Wörthstraße 11-23, 29-39.

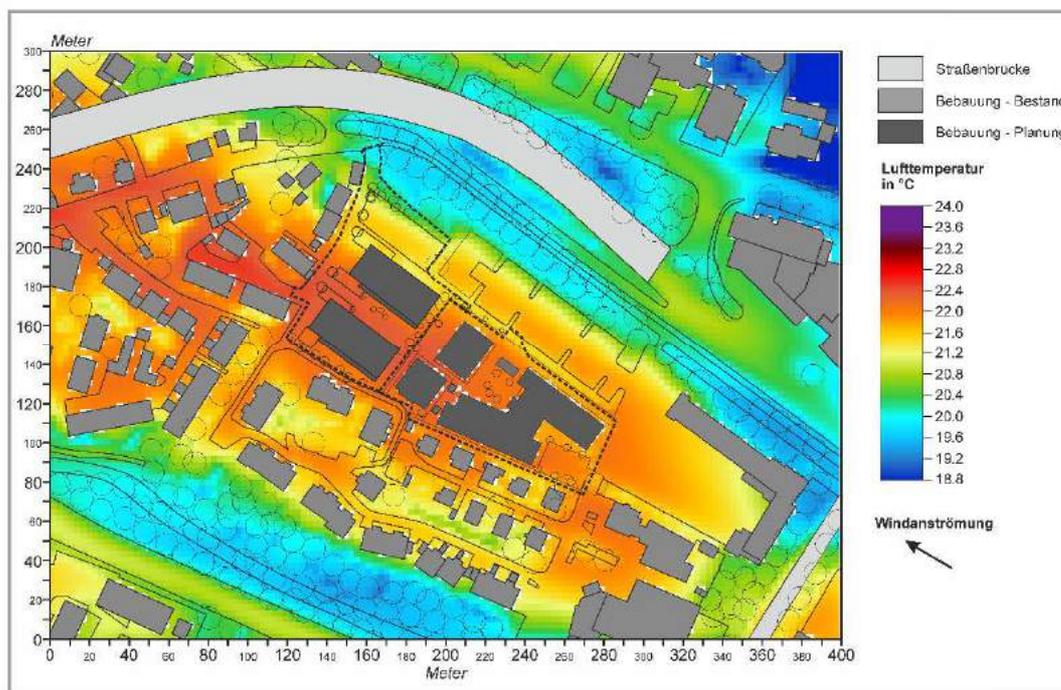


Abb. 18.6: Plan-Zustand 2 (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen).
Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten(120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

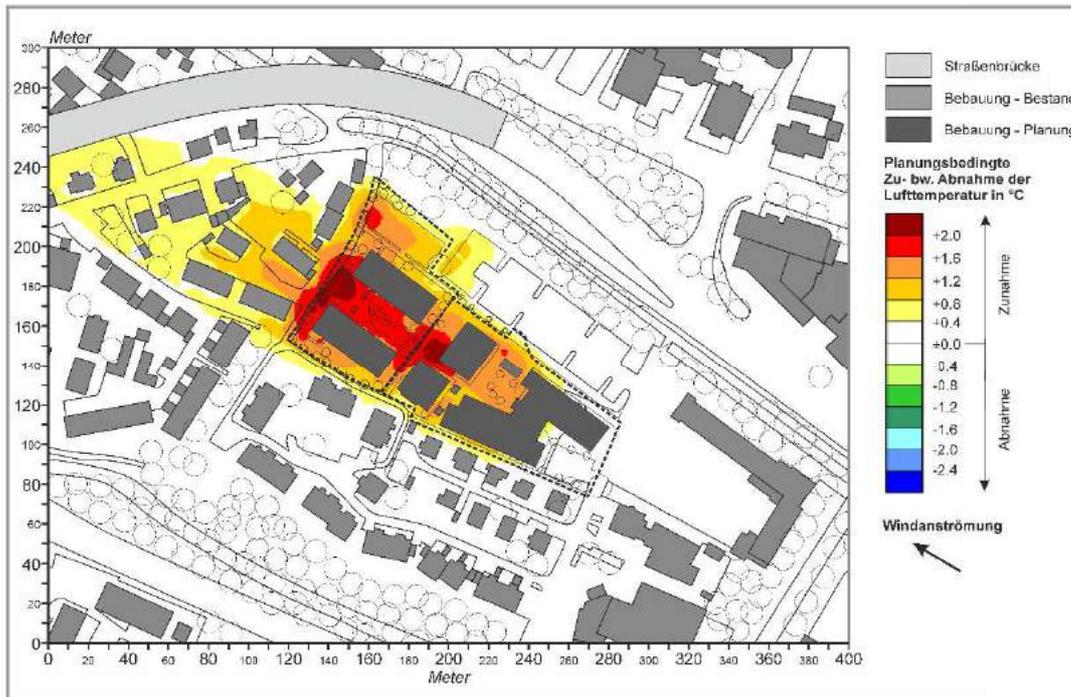


Abb. 18.7: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 und Ist-Zustand (Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen). Lufttemperatur 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ost-südosten (120°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

6 Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen

Im Baden-Badener Stadtteil Oos ist im Bereich eines ehemaligen Fuhrparks zwischen dem Wohnmobilhafen im Norden und dem Straßenzug An der Sägemühle die Entwicklung neuer Wohnbauflächen („Wohnbebauung Wörthstraße“) geplant.

Im Flächennutzungsplan der Stadt Baden-Baden 2025 ist das Planungsareal als gemischte Baufläche sowie als Sonderbaufläche Wohnmobilhafen ausgewiesen.

Südlich und westlich des Planungsgebiets schließen locker durchgrünte Einzel-, Doppel- und Reihenhausstrukturen (vorwiegend 2-geschossig + D) an.

Im Südosten befinden sich gewerblich genutzte Flächen mit großflächig versiegelten Stellplatzarealen.

Im Nordosten bzw. Norden grenzt der Wohnmobilhafen und die Europastraße B 500 an. Diese bildet mit der Brückenrampe und dem Brückenbauwerk eine markante Barriere.

Der von der STADT BADEN-BADEN zur Verfügung gestellte Planungsentwurf für die „Wohnbebauung Wörthstraße“ sieht den Bau von zwei 4-geschossigen Wohngebäuden im südlichen und mittleren Planungsteilgebiet vor. Die max. Gebäudehöhe ist im Bebauungsplanentwurf mit 12.8 m festgesetzt. Zwischen den Baufeldern für die Wohngebäude verbleibt eine Abstandstiefe von 13.2 m. Ergänzende Nebenanlagen sowie Stellplatzflächen vervollständigen die Planung. Alternativ zu offenen Stellplätzen sind im nördlichen Planungsteilgebiet auch Carports oder ein max. 5 m hohes Parkdeck in Überlegung.

Südöstlich schließt das Bauvorhaben „Pflegeheim Hubertusstraße“ an. In dessen westlichen Planungsteilgebiet sind zwei 4-geschossige (inkl. Staffelgeschoss) Bauten für „Betreutes Wohnen“ geplant. Sie zeigen max. Gebäudehöhen von 12.5 m. Im östlichen Planungsteilgebiet ist ein Pflegeheim in 3-geschossiger Bauweise geplant. Die max. Gebäudehöhe ist mit 10.5 m festgesetzt. Erforderliche Stellplatzflächen sind am Nordwest- und Südostrand des Planungsgebiets geplant

Das 2017 an diesem Standort noch geplante DRK Pflegeheim zeigte eine max. Gebäudehöhe von ca. 14 m (ÖKOPLANA 2017).

In der Klimafunktionskarte der Stadt Baden-Baden (IMA RICHTER & RÖCKLER 2021) ist das Planungsgebiet dem Klimatoptyp „Stadtrandklima“ zugeordnet, das wie folgt definiert ist:

Versiegelung:	30% bis 50%
Flächennutzung:	Wohnbebauung, teilweise mit Garten- und Freilandnutzung.
Bebauung:	Einzelhäuser, Wohnblocks und Blockbebauung geringer Bauhöhe (3- bis 5-geschossig), z.T. Straßenschluchten. (30% bis 45%)
Vegetation:	Garten- und Freilandnutzung; Einzelbäume oder Baumgruppen, Strauchvegetation, Wiesen- und Rasenflächen.
Lufthygiene:	schwach bis mäßig belastet. Quellen: Hausbrand, Kfz-Verkehr. Luftschadstoffe hauptsächlich NO ₂ , Feinstäube. Bei Holzfeuerungen auch Gerüche.

Das Planungsgebiet weist somit eine klimaökologische Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen in Form von zusätzlichem Hochbau und Flächenversiegelung auf. Bei baulichen Modifikationen ist vor allem auf die Vermeidung zusätzlicher Windstagnationsbereiche zu achten, um bioklimatische und lufthygienische Belastungen nicht gravierend zu verschärfen.

Daten der LUBW zeigen, dass im Planungsgebiet und in dessen Umfeld im Allgemeinen Winde aus südöstlichen und nordwestlichen Richtungssektoren vorherrschen. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 1.2 m/s. Windgeschwindigkeiten von über 3.0 m/s, die für eine Durchlüftung von Siedlungsgebieten sorgen, treten vor allem bei vorherrschenden Südostwinden auf.

Ergebnisse von mesoskaligen Kaltluftsimulationen des ING.-BÜROS LOHMEYER (2009) und von iMA RICHTER & RÖCKLER (2021) weisen darauf hin, dass sich entlang der Oos in Strahlungsnächten durch die Kaltluftzufuhr aus den umgebenden Berghängen und der Kaltluftzufuhr über Seitentäler ein markanter südöstlicher Talabwind entwickelt, der am Planungsstandort eine vertikale Mächtigkeit von ca. 50 m erreicht. Die abfließende Kaltluft über- und unterströmt das nordwestlich benachbarte Brückenbauwerk Europastraße B 500 und trägt mit ihren Strömungsimpulsen zur Fortsetzung des Oostalabwindes nach Nordwesten bei. Dies begünstigt insbesondere die bioklimatische Situation im Stadtteil Oos.

An warmen Sommertagen wird die Lufttemperaturverteilung bzw. die bioklimatische Belastung im Wesentlichen von der direkten Sonneneinstrahlung und der Wärmeabstrahlung der Oberflächen bestimmt. Wie die von iMA RICHTER & RÖCKLE (2021) berechnete Verteilung der Physiologischen Äquivalenttemperatur (PET) an einem heißen Sommertag zeigt, ist die bioklimatische Belastung im Planungsgebiet und in dessen Umfeld über versiegelten Flächen am größten. Eine mittlere bioklimatische Belastung zeigt sich über den Brachflächen im Planungsgebiet. Geringste bioklimatische Belastungen sind im Bereich von Gehölzflächen (z.B. entlang der Oos südlich des Planungsgebiets) gegeben. Die bioklimatische Gunstwirkung von Bäumen (Schattenwurf, Bildung von Verdunstungskälte) ist offensichtlich. Berechnungen des Büros GEO-NET UMWELTCONSULTING (2010) zur nächtlichen Lufttemperaturverteilung (04:00 Uhr) dokumentieren, dass sich das Planungsgebiet (15 – 17°C) gegenüber den östlich angrenzenden Gewerbeflächen (17 – 18°C) um ca. 1 – 3 K kühler darstellt.

Während sich die großflächig versiegelten Gewerbeareale östlich der Hubertusstraße auch unter dem Einfluss des Oostalabwinds nur verzögert abkühlen, bilden die Hausgärten örtliche Kaltluftproduktionsflächen mit intensivierter nächtlicher Abkühlung.

Nordwestlich der Europastraße (B 500) bilden die Grünflächen zwischen Rheinstraße und Schwarzwaldstraße in Richtung Oos eine auffallende Kaltluftleitbahn mit Lufttemperaturen von unter 15°C.

Die Ergebnisse der durchgeführten mikroskaligen Modellrechnungen zum örtlichen Strömungs- und Lufttemperaturgeschehen zeigen, dass am Tag bei vorherrschenden Talaufwinden aus nordnordwestlichen Richtungen die beiden überbauten Baufelder des Bauvorhabens „Wohnbebauung Wörthstraße“ mit einem dazwischen liegenden Abstand von ca. 13.2 m allseitig umströmbar sind. Daher bleiben ihre Windschatteneffekte auf die unmittelbar südöstlichen gelegenen Wohngebäude An der Sägemühle 8-12 und Hubertusstraße 10–16 begrenzt. Dort stellen sich gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 0.2 – 0.4 m/s reduzierte Windgeschwindigkeiten ein. Entlang der Hubertusstraße bleiben ausreichende Belüftungseffekte gesichert, so dass dort am Tag keine zusätzlichen Wärmestaus zu befürchten sind. Im Bereich der Bebauung An der Sägemühle 8-12 und 14 sinkt die Windgeschwindigkeit planungsbedingt auf unter 0.5 m/s. Durch die Kleinräumigkeit dieses Effektes ist die Ausbildung eines großflächigen Luftstagnationsbereichs aber nicht zu befürchten. Vergleichbare Belüftungssituationen sind auch im Bereich der Wohngebietslagen Wörthstraße 29-83 zu bilanzieren.

An den Gebäudekanten der beiden geplanten Wohnhauskomplexe zeigen sich leichte Windbeschleunigungen.

Geht man bei den Modellrechnungen davon aus, dass die Gesamtplanung mit den Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ und „Pflegeheim Hubertusstraße“ umgesetzt wird und führt bzgl. des Windfeldes einen Vergleich mit dem Ist-Zustand durch, so zeigt sich, dass auffallende planungsbedingte Strömungsmodifikationen im Wesentlichen auf die Wohnbebauung Hubertusstraße 8-26 beschränkt bleiben. Während im Ist-Zustand durch die bauliche Randlage in den Gebäudeabstandsflächen der Wohnlagen Hubertusstraße 8-26 mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 0.5 – 1.0 m/s möglich sind, sinkt die Belüftungsintensität bei Realisierung der Planungen auf Werte von ca. 0.2 – 0.4 m/s. Entlang der Hubertusstraße werden mittlere Windgeschwindigkeiten von 0.3 – 0.5 m/s berechnet. Damit nimmt die Belüftungsintensität in diesem Bereich planungsbedingt ab. Eine großflächige Tendenz zu vermehrter Luftstagnation ist aber nicht zu erkennen. Die planungsbedingte Zunahme der Lufttemperatur gegenüber dem Ist-Zustand bleibt in diesem Bereich auf ca. ca. 0.2 – 0.4°C begrenzt. Hierdurch wird auch das ortstypische Lufttemperaturniveau, wie es bspw. heute westlich der Wörthstraße vorherrscht, nicht überschritten. Auch die bioklimatischen Verhältnisse werden im Planungsumfeld in keiner relevanten Intensität modifiziert.

Eine gravierende Zunahme der stadtklimatischen Belastung am Tag geht somit vom Planungsvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ nicht aus.

Legt man den Modellrechnungen eine stadtklimatisch besonders relevante Situation mit Oostalabwind zu Grunde, befindet sich das Planungsgebiet im Lee der Gewerbebebauung entlang der Hubertusstraße und im Luv der Europastraße B 500 mit ihrem Brückenbauwerk.

Die Windfeldsimulationen zum „Wohnungspark Wörthstraße“ dokumentieren, dass die ange dachte Wohnbaustruktur durch die örtliche Erhöhung der Oberflächenrauigkeit zwar zu einer allgemeinen Abschwächung der Belüftungsintensität in Teilen des Planungsgebiets führt, die Ausbildung großflächiger Windstagnationsbereiche (≤ 0.3 m/s) jedoch unterbleibt. Die Ausrichtung der beiden Wohngebäude in Ost-südost-Westnordwest-Richtung ist als strömungsgünstig einzustufen. Die gewählte Abstandstiefe von ca. 13.2 m zwischen den geplanten Gebäuden ist ausreichend, um eine allseitige Umströmbarkeit der Baukörper zu gewährleisten. Die berechneten Windstagnationsbereiche bleiben daher kleinräumig auf die unmittelbaren Gebäudeleelagen begrenzt.

Die berechneten Windabschwächungen westlich der Wörthstraße mindern zwar den bodennahen Luftaustausch, die verbleibende Belüftungsintensität entspricht jedoch weiterhin dem ortsspezifischen Niveau. Eine vermehrte Tendenz zu Luftstagnation ist nicht zu erwarten.

Wie den mesoskaligen Modellrechnungen des ING.-BÜROS LOHMEYER (2009) zu entnehmen ist, beträgt die Mächtigkeit des kaltluftbedingten Oostalabwindes am Planungsstandort ca. 50 m. Bilanziert man entlang des Profils A – A* (**Abb. 19**) die Abnahme des Kaltluftvolumenstroms durch den Planungsnullfall gegenüber dem Ist-Zustand, so ergibt sich bei einer Kaltluftmächtigkeit von 50 m ein Wert von ca. 4.9%.

Die o.a. Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms von 4.9% ist somit mit nur geringen bis mäßigen klimatischen Negativeffekten verbunden, die aus klimaökologischer Sicht auf Grund deren Kleinräumigkeit zu akzeptieren sind.



Abb. 19: Lage des Bewertungsprofils - Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld (Luftbild bereitgestellt von: Stadt Baden-Baden)

Mit Gesamtrealisierung der Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ und „Pflegeheim Hubertus“ kommt es außerhalb des Planungsgebiets gegenüber dem Planungsnullfall zu keiner weiteren Abschwächung der bodennahen Belüftung. Wie die Ergebnisse der Strömungssimulationen dokumentieren, bleibt die Barrierewirkung der Baumaßnahme „Pflegeheim Hubertusstraße“ im Wesentlichen auf das Planungsgebiet „Wohnbebauung Wörthstraße“ begrenzt. Die hieraus sich dort ergebenden Belüftungsintensitäten sind aber ausreichend, um dem ortsspezifischen Belüftungsniveau zu entsprechen.

Ermittelt man auch für den Plan-Zustand 2 über das Profil A – A* (**Abb. 19**) die Abnahme des Kaltluftvolumenstroms gegenüber dem Ist-Zustand, so ergibt sich bei einer Kaltluftmächtigkeit von 50 m ein Wert von ca. 6.4%. Somit gehen von den beiden Bauvorhaben insgesamt nur mäßige klimatischen Negativeffekte aus. Die Funktion des Oostalabwindes als stadtklimatisch bedeutsames Belüftungssystem wird nicht bedeutsam geschwächt.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen in den Nachtstunden zeigen, dass mit Realisierung der „Wohnbebauung Wörthstraße“ sich durch die strömungsparallele Anordnung der beiden Wohngebäude nur recht kleinräumig thermische Zusatzbelastungen einstellen. Sie bleiben auf die Bebauung Wörthstraße 1 – 3 begrenzt und belaufen sich auf max. 0.6°C. Die hieraus resultierenden thermischen Verhältnisse entsprechen weiterhin dem ortsspezifischen Qualitätsniveau.

Die Lufttemperaturverhältnisse am neuen Wohnstandort in der Wörthstraße sind als günstig einzustufen.

Im Bereich der neuen Stellplatzflächen im Norden (Bebauungsplan „Wohnbebauung Wörthstraße“) bleiben die thermischen Zusatzbelastung ebenfalls räumlich eng begrenzt und betreffen allein den Straßenraum der westlich anschließenden Wörthstraße. Dort sind planungsbedingte Lufttemperaturzunahmen von ca. 0.4 – 1.6°C zu bestimmen. Die resultierenden thermischen Verhältnisse entsprechen aber noch den heutigen Verhältnissen im Bereich Wörthstraße 11-23, 29-39.

Bei baulicher Umsetzung der „Wohnbebauung Wörthstraße“ und der geplanten Bebauung „Pflegeheim Hubertusstraße“ ist bei vorherrschendem Oostalabwind in der benachbarten Wohnbebauung südlich der Hubertusstraße / An der Sägemühle und westlich der Wörthstraße mit keiner erheblichen Reduktion der nächtlichen Abkühlung zu rechnen ist.

So werden südlich der Hubertusstraße bzw. An der Sägemühle nur geringfügige planungsbedingte Lufttemperaturanstiege von ca. 0.2 – 0.3°C bestimmt. Das ortstypische Lufttemperaturniveau wird damit nicht überschritten.

Westlich der Wörthstraße sind durch die beiden Bauvorhaben „Pflegeheim Hubertusstraße“ und „Wohnbebauung Wörthstraße“ planungsbedingte Lufttemperaturzunahmen von ca. 0.4 – 1.6°C zu bestimmen. In den Gartenbereichen der Wohnhäuser Wörthstraße 1-5g sind Lufttemperaturzunahmen von ca. 0.4 – 1.2°C zu erwarten. Die heutige thermische Gunstwirkung durch den Oostalabwind geht gegenüber dem Ist-Zustand damit zum Teil verloren. Die resultierenden thermischen Verhältnisse entsprechen aber noch den heutigen Verhältnissen im Bereich Wörthstraße 11-23, 29-39.

Nördlich der Europastraße B 500 sind durch die Planungsvorhaben keine relevanten Lufttemperaturmodifikationen zu bestimmen. Die Grünflächen in Richtung Ortszentrum Oos werden bzgl. ihren klimaökologischen Ausgleichsleistung nicht geschwächt.

Planungsempfehlungen:

Angesichts der Prognosen zu den Klimawandelfolgen, die u.a. eine deutliche Zunahme von heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) erwarten lassen, muss es angesichts der angestrebten verdichteten Baustruktur Ziel der Planung sein, die thermische / bioklimatische Ungunst der geplanten Bebauung noch weiter zu begrenzen.

Nachfolgend werden daher klimawirksame Planungsempfehlungen skizziert. Die Hinweise sind als „Werkzeuge“ und in ihrer Gesamtheit als „Werkzeugkoffer“ zu verstehen, die im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens konkretisiert werden können. Teilweise sind im vorgelegten Planungsentwurf bereits entsprechende klimaökologische Ausgleichsmaßnahmen aufgenommen.

Insgesamt bieten sich aus klimaökologischer Sicht im vorliegenden Fall fünf Handlungsfelder an:

- Strömungsdynamik / Ventilation
- Bauwerksbegrünung
- Grüne Infrastruktur
- Blaue Infrastruktur
- Oberflächen- und Straßenraumgestaltung

Strömungsdynamik / Ventilation und geplante Bebauungsstrukturen:

Bebauungsinterne Ventilationsachsen dienen im Allgemeinen dazu, an heißen Sommertagen örtliche Wärmestaus zu unterbinden und ggf. Luftschadstoffakkumulationen zu vermeiden. Kaltluftleitbahnen sollen bspw. Talabwinden auch in den bodennächsten Luftschichten eine Durchdringung der Bebauung ermöglichen, um den örtlichen Wärmeinseleffekt zu minimieren. Die Breite derartiger Zugbahnen sollte ein Mindestmaß von ca. 25 m aufweisen. Damit bleibt noch Raum für grünordnerische Maßnahmen in Form von Bäumen ohne die Durchlüftungsfunktion zu beeinträchtigen.

Wie Planungsüberlegungen zur „Wohnbebauung Wörthstraße“ zu entnehmen ist, wäre im nördlichen Planungsteilgebiet der Bau eines 5 m hohen Parkdecks möglich.

Die Ergebnisse der durchgeführten Strömungssimulationen für die Gesamtplanung „Wohnbebauung Wörthstraße“ und „Pflegeheim Hubertustraße“ (**Abb. 14.7**) zeigen, dass die potenziellen Stellplatzflächen zusammen mit dem Wohnmobilhafen eine funktionsfähige Luftleitbahn für den Oostalabwind (Ostsüdost-Wind) bilden.

Ein zusätzliches Parkdeck mit einer Bauhöhe bis 5 m schwächt die Funktion der Luftleitbahn zusätzlich zwar nur kleinräumig, sie betrifft jedoch die Wohnbebauung Wörthstraße 1–1c (siehe **Abb. 20.1** und **Abb. 20.2**), wodurch in der Gesamtbilanz die Durchlüftung westlich der Wörthstraße weiter reduziert wird.

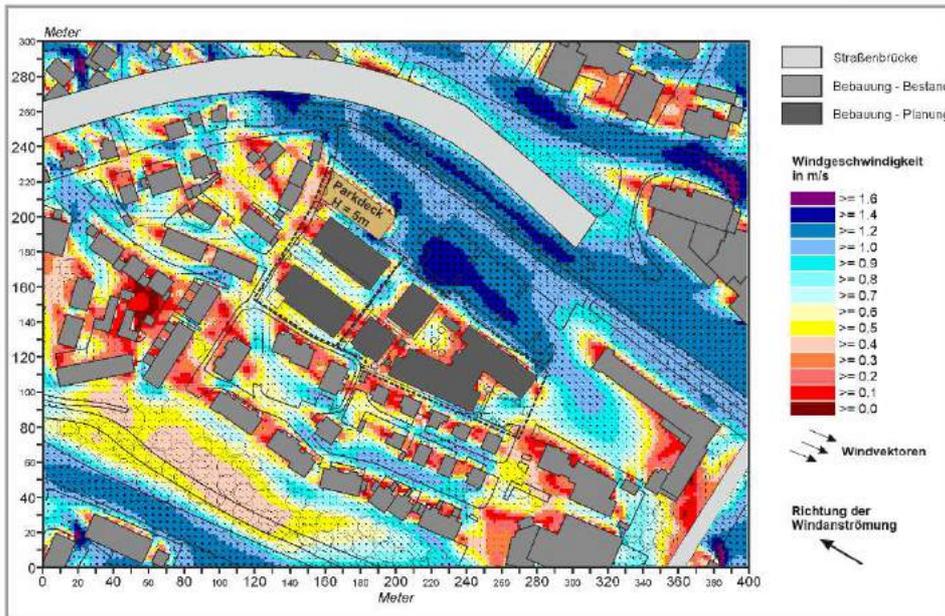


Abb. 20.2: Plan-Zustand 2 mit zusätzlichem Parkdeck (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

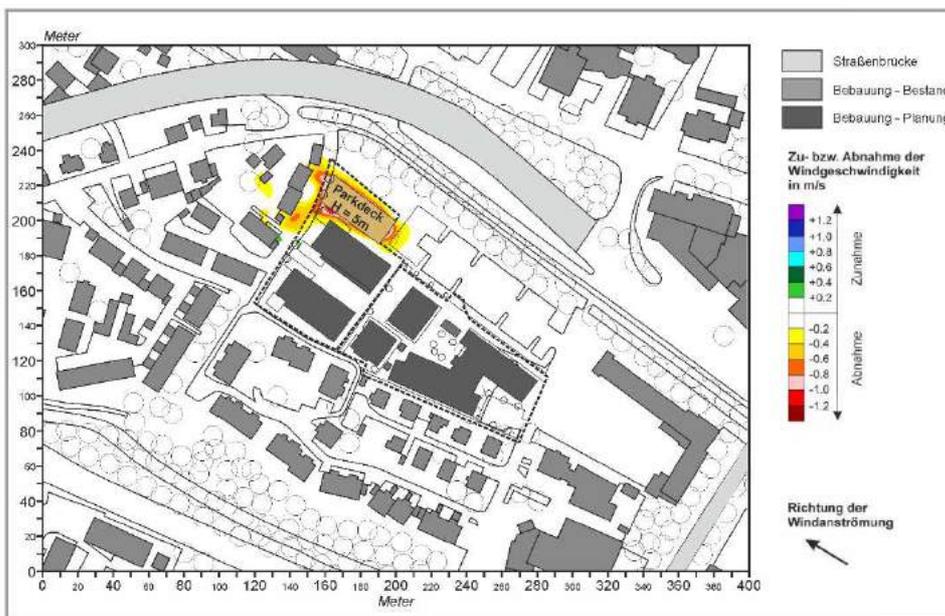


Abb. 20.2: Vorher-Nachher-Vergleich zwischen Plan-Zustand 2 mit Parkdeck und Plan-Zustand 2 ohne Parkdeck (Ergebnisse mikroskaliger Strömungssimulationen). Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen 1.5 m ü.G. bei einer Windanströmung aus Ostsüdosten (120°) mit 2.0 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

Aus klimaökologischer Sicht wäre in diesem Planungsteilbereich eine offene Stellplatzfläche mit lockerer Gehölzüberstellung oder eine Stellplatzanlage mit PV-Carports (siehe **Abb. 21**) zu empfehlen. Durch die PV-Carports wird die befestigte Stellplatzfläche am Tag vermehrt verschattet, so dass in den Nachtstunden die Wärmeabstrahlung effektiv reduziert ist. PV-Carports sind zudem unterströmbar und leisten einen Beitrag zum Klimaschutz.

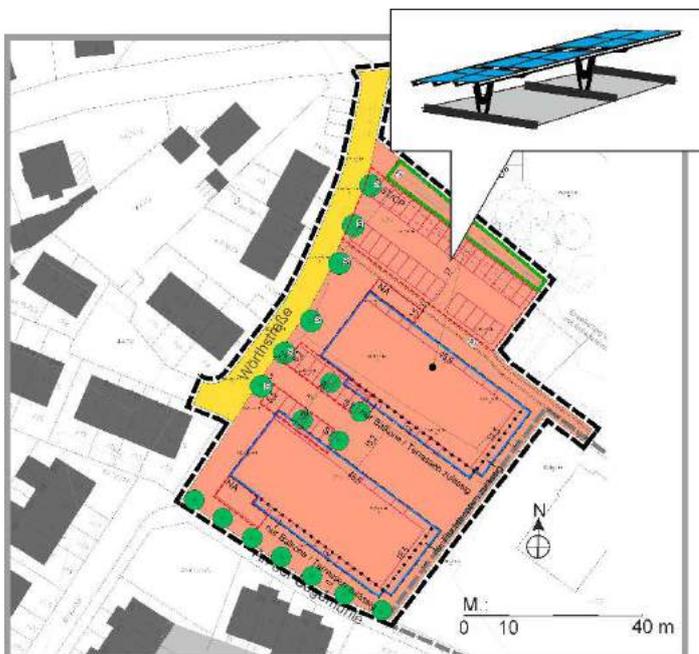


Abb. 21: PV-Carport. Beispielhafte Grafik

Bauwerksbegrünung / Dachbegrünung:

Die Flachdächer bzw. flachgeneigten Dächer der beiden Wohnhäuser sollten begrünt werden.

Dachbegrünungen weisen folgende klimaökologischen Positiveffekte auf:

- Reduzierung der Luftschadstoffbelastung – insbesondere von Feinstaub – durch Erhöhung der schadstoffspezifischen Depositionsgeschwindigkeiten partikel- und gasförmiger Spurenstoffe. Durch die geringere Aufheizung der Luft über begrünten Dächern ist die vertikale Auftriebsströmung und somit die Staubaufwirbelung geringer.
- Dämpfung von Extremwerten der Oberflächentemperaturen durch die Verdunstungsleistung der Pflanzen. An heißen Sommertagen sind begrünte Dächer um ca. 17 – 33 K kühler als unbegrünte Dächer.

Die kühlende Wirkung einzelner Dachbegrünungen beschränkt sich allerdings auf die Luftmassen direkt über der Dachoberfläche. Es ist jedoch anzunehmen, dass eine Begrünung vieler Dächer auch einen signifikanten Effekt auf die Nachbarschaft aufweist.

- Erhöhung der Wasserrückhaltefähigkeit nach Starkregen mit der dadurch bedingten Vermeidung von Abflussspitzen in der Kanalisation. Bei Extensivbegrünung beträgt der jährliche Wasserrückhalt im Mittel ca. 60% vom Niederschlag, bei Intensivbegrünung sogar bis 85%.

Dachbegrünungen sind mit vielen weiteren Synergieeffekten verbunden. Hierzu zählen u.a. Lärminderung und die Erhöhung der Biodiversität (PFOSE ET AL. 2013) sowie Energieeinsparungen im Gebäude durch die Dämmwirkung der Begrünung. Des Weiteren erhöht ein fachgerecht begrüntes und gut gepflegtes Flachdach die Effizienz von darauf installierten Photovoltaikanlagen (siehe **Abb. 22**). Durch die niedrigeren Oberflächentemperaturen der Dachoberfläche wird die Leistung der Solarmodule erhöht.



Abb. 22 Kombination von Dachbegrünung und PV-Anlage (<https://www.zinco.de/solar>)

Beispielhafte Möglichkeiten der Dachbegrünung

Extensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 8 – 9 cm, Vegetationsform: Sedum – Kräuter – Gräser, Wasserrückhalt: ca. 50 – 60%

Naturdach - extensive Dachbegrünung, Schichthöhe: 10 – 25 cm, Vegetationsform: Kräuter – Gräser - Sedum, Wasserrückhalt: ca. 60 – 70%

Blue Roof (extensiv Dachbegrünung mit Mäander-Wasserrückhalteelementen), Schichthöhe: 12 cm, Vegetationsform: Sedum – Kräuter – Gräser, Wasserrückhalt: $\geq 70\%$

Energiespardächer (SolarGrünDach), Schichthöhe: ab 8 cm, Vegetationsform: Sedum, Wasserrückhalt: ca. 50 – 60%

Aus klimaökologischer Sicht wären sogenannte Retentions Gründächer zu bevorzugen. Hierbei wird der Ablauf der Dachfläche mit einem Drosselement versehen, wodurch gezielt eine größere Regenmenge auf dem Dach zurückgehalten werden kann, als bei „normalen“ Gründächern (die Dachkonstruktion muss auf die zeitweilige Belastung mit Wasser ausgelegt sein).

Das gespeicherte Wasser kann einerseits zur Bewässerung der Dachbegrünung genutzt werden, aber auch zeitlich verzögert im Gebäudeumfeld einer Versickerungsanlage oder der Kanalisation zugeführt werden. Die Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers erfolgt in einem separaten Stauraum unterhalb der Begrünung.

Bauwerksbegrünung / Fassadenbegrünung:

Durch eine Begrünung von Fassadenflächen kann ein weiterer Beitrag zur Reduktion der örtlichen Überhitzung an heißen Sommertagen geleistet werden. Begrünte Wände heizen sich in geringerem Maße auf, wodurch sie weniger Wärme an die Umgebung abgeben. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung. Im Vergleich zu einer unbegrünten Wand können nach PFOSER ET AL. 2013 in ca. 0.6 m Abstand zur Begrünung Lufttemperaturreduktionen bis ca. 1.3 K gemessen werden. Modellrechnungen weisen auf Maximalwerte bis ca. 3.0 K hin. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung.

Zusätzlich reduziert sich durch den Schattenwurf der Vegetation auf die Hauswand und die Luftschicht im Zwischenraum die Wärmeaufnahme des Gebäudes. Somit kann durch Fassadenbegrünung sowohl der thermische Komfort in den angrenzenden Freiräumen, als auch im Gebäudeinneren verbessert werden. Auf Straßenniveau ist Fassadenbegrünung in thermischer Hinsicht wirksamer als eine Dachbegrünung.

Für die Luftreinhaltung sind begrünte Fassaden ebenfalls von Vorteil. Die Vegetation filtert Feinstaub und Schadstoffe aus der Luft und verbessert dadurch die Luftqualität. Auch für die Biodiversität sind begrünte Fassaden positiv. Sie bilden Lebensräume und können durch eine gezielte Bepflanzung mit geeigneten Pflanzenarten ebenfalls eine wichtige Nahrungsquelle darstellen.

Für Fassadenbegrünungen bieten sich beim Bauvorhaben „Wohnbebauung Wörthstraße“ insbesondere die nach Südwesten und Südosten orientierten Wände an. Dabei können sowohl wandgebundene als auch bodengebundene Begrünungen (Gerüstkletterpflanzen) gewählt werden.

Klimatisch wirkungsvoll sind vor allem Begrünungen von zusammenhängenden geschlossenen Fassadenflächen ab einer Größe von 50 - 100 m² (siehe **Abb. 23**). Auflagen des Brandschutzes sind dabei zu berücksichtigen.

Nebenanlagen / Einhausungen für Müll oder auch für Fahrräder sollten ebenfalls möglichst begrünt werden.



Abb. 23: Beispielhafte Fassadenbegrünung (Bild freigegeben von: ©VERTIKO GmbH)
<https://www.vertiko.de/begrueenungen-loesungen/living-wall-outdoor/>

Oberflächen- und Straßenraumgestaltung / Berücksichtigung des Albedo-Effektes, Minimierung der Bodenversiegelung:

Damit auf dem Gelände günstige thermische/bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sind die befestigten Erschließungsflächen auf das nur notwendige Maß zu begrenzen. Zudem sollten sie mit möglichst hellen Oberflächenbelägen ausgestaltet werden. Es sollte für Pflasterbeläge ein Hellbezugswert (engl. Albedo)⁴ zwischen ca. 30.0 und 60.0 gewählt werden (siehe **Abb. 24**), um am Tag die Aufheizung des Materials zu begrenzen und in der Nacht die örtliche Abkühlung nicht zu sehr zu verzögern. Bei zu hellen Belägen kann es am Tag zu Blendeffekten und zur Steigerung der bioklimatische Belastung durch die Reflexstrahlung kommen.

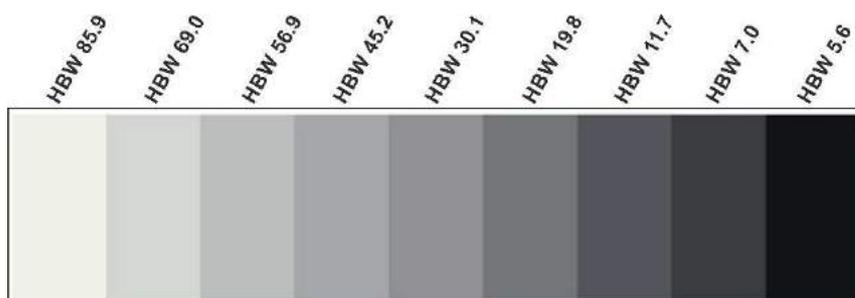


Abb. 24: Hellbezugswerte unterschiedlicher Grautöne (aus: <https://www.brillux.de>)

⁴ Der Hellbezugswert definiert den Reflexionsgrad eines bestimmten Farbtons. Dabei ist der Reflexionsgrad des Schwarzpunktes = 0 % und der Reflexionsgrad des Weißpunktes = 100 %. Durch den Hellbezugswert wird beschrieben, wie weit der jeweilige Farbton vom Schwarzpunkt entfernt ist.

Wie **Abb. 25** zeigt, weisen graue Pflasterbeläge gegenüber schwarzen Asphaltflächen deutlich niedrigere Oberflächentemperaturen auf. Hierdurch wird in den Abendstunden auch die nächtliche Abkühlung forciert so dass der Wärmeinseleffekt räumlich eingengt werden kann.

Bei Parkplätzen sind Rasengittersteine/Rasenfugenpflaster/Schotterrasen zu wählen. Die Vorteile geringerer Bodenversiegelungen sind u.a.:

- Reduktion vom Regenwasserabfluss und Wasserspeicherung im Boden,
- erhöhte Verdunstung vom Boden,
- geringere Oberflächentemperaturen

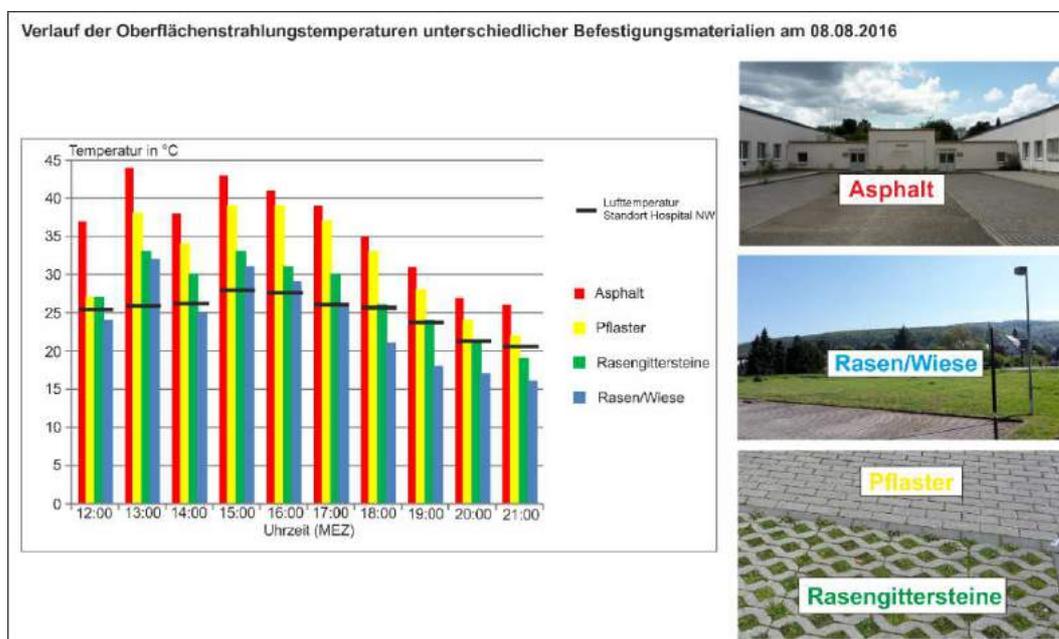


Abb. 25: Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Bodenbedeckungsarten
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

Auch durch die Wahl heller Fassadenfarben kann die bioklimatische Belastung im Nahbereich von Gebäuden wirksam herabgesetzt werden.

So führt die hohe Absorptionsfähigkeit dunkler Fassadenanstriche gegenüber hellen Fassaden zu deutlich höheren Oberflächentemperaturen (siehe **Abb. 26**).

Im Bereich von Pkw-Stellplatzflächen sollte ein Baum je vier Stellplätze angestrebt werden. Zudem sollte geprüft werden, ob entlang des Straßenzugs An der Sägemühle (Südrand des Planungsgebiets) zusätzliche Baumpflanzungen möglich sind.

Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der thermischen Umgebungsbedingungen wäre bei der Anlage von Spielflächen das Thema „Wasser“. Das spielen auf Wasserspielflächen sorgt an heißen Sommertagen für zusätzliche Kühleffekte im unmittelbaren Nahbereich und mindert damit bei Kindern die Wärmebelastung.

Die ergänzenden Planungsempfehlungen dienen dazu, in Anlehnung an die landesweite Strategie zur Entwicklung klimaangepasster Baustrukturen (siehe **Abb. 27**), die baulich-freiraumplanerische Entwicklung des Bebauungsplangebiets „Wohnbebauung Wörthstraße“ auf die negativen Folgen des Klimawandels, wie z.B. Hitze, Trockenheit und Starkniederschläge anzupassen.

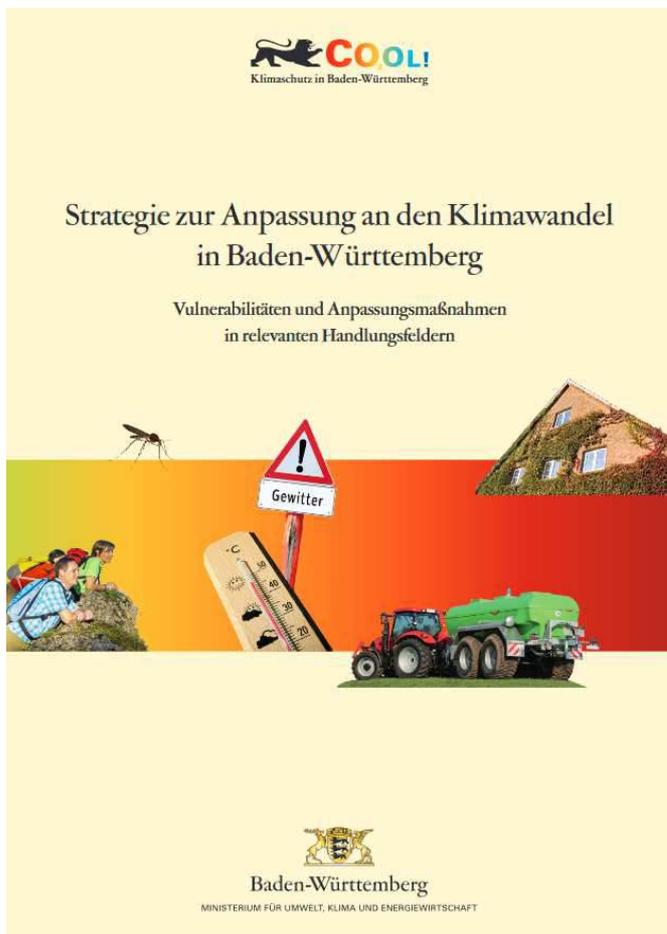


Abb. 27: Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Hrsg. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (2015)
Bildquelle: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf

7 Lufthygienische Verhältnisse im Umfeld des Bebauungsplangebiets „Wohnbebauung Wörthstraße“

Der Verkehr auf der vielbefahrenen Europastraße (B 500) bildet im Umfeld des Planungsgebiets eine bedeutsame Luftschadstoffquelle. Bei der Verbrennung von Kraftstoffen wird eine Vielzahl von Schadstoffen emittiert, die sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken.

Neben den thermischen / bioklimatischen und strömungsdynamischen Umgebungsbedingungen sind daher im Rahmen des vorliegenden Klimagutachtens auch die verkehrsbedingten lufthygienischen Verhältnisse zu analysieren und zu bewerten.

Entsprechend den Vorgaben der 39. BImSchV werden nachfolgend bei den Immissionen die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM10 / PM2.5) analysiert.

Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte werden in der 39. BImSchV (2010) – **Tabelle 1** – definiert. Die Grenzwerte dienen gemäß EU-Richtlinie und nationalem Recht dem Schutz der menschlichen Gesundheit.

Luftschadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m ³	
		Jahresmittel	Kurzzeitwert
NO ₂	Grenzwert	40	200 (Stundenwert, max. 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert	40	50 (Tagesmittel, max. 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	
PM2.5	Richtgrenzwert seit 2020	20	

Tabelle 1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2008/50/EG)

Neben den Vorgaben der 39. BImSchV kann sich die Bewertung der Immissionsbelastung auch an der Einstufung von Schadstoffimmissionen durch die LfU BADEN-WÜRTTEMBERG (1993) orientieren - vgl. **Tabelle 2**.

Immissionen in % der jeweiligen Grenzwerte	Bewertung
bis 10%	sehr niedrige Konzentration
> 10% bis 25%	niedrige Konzentration
> 25% bis 50%	mittlere Konzentration
> 50% bis 75%	leicht erhöhte Konzentration
> 75% bis 90%	erhöhte Konzentration
> 90% bis 100%	hohe Konzentration
> 100% bis 110%	geringfügige Überschreitungen
> 110% bis 150%	deutliche Überschreitungen
> 150%	hohe Überschreitungen

Table 2: Bewertung von Immissionen

Zur Prüfung der verkehrsbedingten Immissionsbelastung wird nachfolgend auf Untersuchungen durch MÜLLER-BBM GMBH (Luftqualitätsuntersuchung – Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Wohnpark Hubertus“ der Stadt Baden-Baden 2016) und IMA RICHTER & RÖCKLE (Stadtklimaanalyse für die Stadt Baden-Baden 2021) zurückgegriffen.

7.1 Verkehrsbedingte Luftschadstoffe

Zu den typischen kraftfahrzeugbedingten Schadstoffkomponenten zählen besonders NO und NO₂ als Vorläufersubstanzen von Ozon und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}).

Eine bedeutende Gruppe der Kfz-Schadstoffe stellen die Stickstoffoxide (NO_x) dar. Sie entstehen im Wesentlichen durch Oxidation des Luftstickstoffs bei hohen Verbrennungstemperaturen und zum geringen Teil durch im Treibstoff vorhandene Stickstoffverbindungen. Stickstoffoxide entstehen bevorzugt bei höherer thermischer Belastung, d.h. beim Beschleunigen und bei schneller Fahrweise.

Von den Motoren wird fast ausschließlich Stickstoffmonoxid ausgestoßen, woraus sich **Stickstoffdioxid (NO₂)** als Folgeprodukt durch Umwandlung mit Sauerstoff und Ozon bildet. Die Umwandlungsrate ist u.a. von den Wetterbedingungen und der Verweildauer der Gase in der Atmosphäre abhängig.

Da mit zunehmender Entfernung von der Fahrbahn die Verweildauer und somit die Umwandlungsrate von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid zunimmt, verringert sich die Konzentration von NO₂ nicht in dem Maße, wie es auf Grund des Verdünnungsvorganges im Luftraum zu erwarten wäre. Insgesamt ist die NO-NO₂-Umwandlung ein sehr komplexer Vorgang.

Klinische Kurzzeitstudien haben ergeben, dass Stickstoffdioxidkonzentrationen, die üblicherweise in der Außenluft gemessen werden, keine bzw. nur minimale Auswirkungen auf die Lunge oder andere Systeme haben.

Allerdings kann Stickstoffdioxid in der Atemluft bei Allergikern die Effekte der Allergie auslösenden Substanzen verstärken. Deutlich höhere als üblicherweise vorhandene Konzentrationen lösen leichte entzündliche Reaktionen der Atemwege aus und zeigen Auswirkungen auf die Bronchien. Betroffen sind besonders Kinder und Jugendliche.

Da Stickstoffdioxid sich in belasteten Bereichen immer in einem Luftschadstoffgemisch befindet, ist die Wirkung zwar nicht direkt auf diese Verbindung allein zurückzuführen, Stickstoffdioxid kann aber als mess- und beurteilbare Schlüsselkomponente angesehen werden.

Eine weitere Schadstoffgruppe stellen die **partikelförmigen Emissionen (PM10 / PM2.5)** dar.

Bei der Untersuchung des Straßenverkehrsanteils an den Feinstaubimmissionen hat sich gezeigt, dass neben den Auspuffemissionen auch die Partikelfreisetzung in Folge der fahrzeuginduzierten Aufwirbelung eine wesentliche Rolle einnimmt.

Die aufgewirbelten Partikel resultieren aus akkumuliertem Straßenstaub, der sich im Wesentlichen aus Abrieben (Reifen-, Bremsen-, Kupplungs-, Karosserie- und Straßenbelagsabrieb), aus Einträgen von straßennahen Bereichen (Bäume, Fußwege, Grünanlagen etc.) sowie saisonal auch durch Streueinträge des Winterdienstes zusammensetzt.

Größere Feinstaubpartikel lagern sich vor allem in Luftröhre, Bronchien und Bronchiolen ab. Am Ort der Ablagerung kann es zu einer entzündlichen Abwehrreaktion mit vermehrter Schleimbildung kommen. Der Reiz führt auch zur Engerstellung der Atemwege und dadurch bei Asthmatikern und Asthmatikerinnen zu häufigeren Atemnotanfällen. Die Schleimhaut der Bronchien und Bronchiolen enthält Flimmerzellen, deren Oberflächen mit Härchen bedeckt sind, welche die eingedrungenen Partikel abtransportieren. In den Alveolen gibt es keine Flimmerzellen mehr. Die kleinsten Staubteilchen, welche diese Lungenbläschen erreichen, müssen dort durch Reinigungszellen, sogenannte Makrophagen, aufgelöst oder entfernt werden. Ultrafeine Partikel werden durch diese Mechanismen schlecht erfasst und können bis ins Blut und andere Körperorgane gelangen, bei Schwangeren auch in den Blutkreislauf des ungeborenen Kindes.

Es gibt Hinweise, dass die gröberen Anteile eher für Akutwirkungen und Reizungen der Atemwege, die feinsten Staubanteile stärker für die langfristigen Auswirkungen und die Herz-/Kreislauftrisiken verantwortlich sind, und dass aus Verbrennungsprozessen stammende Partikel toxischer wirken als Partikel aus der Erdkruste.

Nicht alle Personengruppen reagieren gleich empfindlich auf die Luftschadstoffbelastung: Kinder, ältere und kranke Personen sind einem erhöhten Risiko ausgesetzt. Auch die genetische Veranlagung spielt eine Rolle, wie empfindlich jemand auf die Luftverschmutzung reagiert.

7.2 Grundbelastung durch Luftschadstoffe

Die Immission eines Luftschadstoffes im Nahbereich von Verkehrswegen ergibt sich aus der Addition von großräumig vorhandener Vorbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung. Die Vorbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen.

Aktuelle Informationen über die Luftschadstoffbelastungen in Baden-Baden liegen durch die LUBW-Luftmessstation Baden-Baden in der Aumattstraße vor.

Lageposition der Luftmessstation Baden-Baden:

WGS84_OST	8°13'12.76"
WGS84_NORD	48°46'23.06"
Höhe über NN	148

Die Ergebnisse der NO₂-Messungen (siehe nachfolgende Auflistung) zeigen, dass im betrachteten Zeitraum ab 2012 der Grenzwert für das Jahresmittel von 40.0 µg/m³ in Baden-Baden nicht überschritten wird. 2022 liegt der NO₂-Jahresmittelwert bei ca. 12 µg/m³ (30% des Grenzwertes nach 39. BImSchV). Dies ist nach **Tabelle 2** als mittlere Konzentration einzustufen.

NO₂-Jahresmittelwerte:

Jahr 2012: 15 µg/m³
Jahr 2014: 15 µg/m³
Jahr 2016: 17 µg/m³
Jahr 2018: 16 µg/m³
Jahr 2020: 14 µg/m³
Jahr 2022: 12 µg/m³

Auch der Kurzzeitgrenzwert von 200 µg/m³ wird im o.a. Zeitraum nicht überschritten.

Die PM10 die Jahresmittelwerte (siehe nachfolgende Auflistung) zeigen an der Luftmessstation Baden-Baden in den letzten sieben Jahren ebenfalls keine Grenzwertüberschreitungen nach 39. BImSchV.

2022 liegt der PM10-Jahresmittelwert bei 12 µg/m³ (30 % des Grenzwertes nach 39. BImSchV = mittlere Konzentration). Der Kurzzeitgrenzwert von 50 µg/m³ wird nicht überschritten.

PM10-Jahresmittelwerte (in Klammer Überschreitungshäufigkeit des Kurzzeitgrenzwertes):

Jahr 2016: 14 µg/m³ (1)

Jahr 2017: 14 µg/m³ (7)

Jahr 2018: 13 µg/m³ (3)

Jahr 2019: 12 µg/m³ (0)

Jahr 2020: 11 µg/m³ (1)

Jahr 2021: 10 µg/m³ (2)

Jahr 2022: 12 µg/m³ (0)

Nach IMA RICHTER & RÖCKLE (2021) tritt bei PM_{2,5} eine Grenzwertproblematik erst auf, wenn es bei PM₁₀ Grenzwertüberschreitungen gibt. PM_{2,5} zeigt demnach keine grenzwertüberschreitende Belastungssituation und wird deshalb nachfolgend nicht weiter betrachtet.

Die LUBW zeigt in ihrem Daten- und Kartendienst (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>) für das Planungsgebiet nachfolgende Hintergrundbelastung:

NO₂-Jahresmittelwert 2016: 18 µg/m³

PM₁₀-Jahresmittelwert 2016: 14 µg/m³

Für das Prognosejahr 2025 wird von einer Hintergrundbelastung von NO₂ = 11 µg/m³ und von PM₁₀ = 12 µg/m³ für PM₁₀ ausgegangen.

7.3 Immissionsverhältnisse - Bewertung

Die Luftqualitätsuntersuchung von MÜLLER-BBM GmbH (2016) bewertet im Planungsumfeld „Wohnbebauung Wörthstraße“ sechs Immissionsorte (siehe **Abb. 28**).

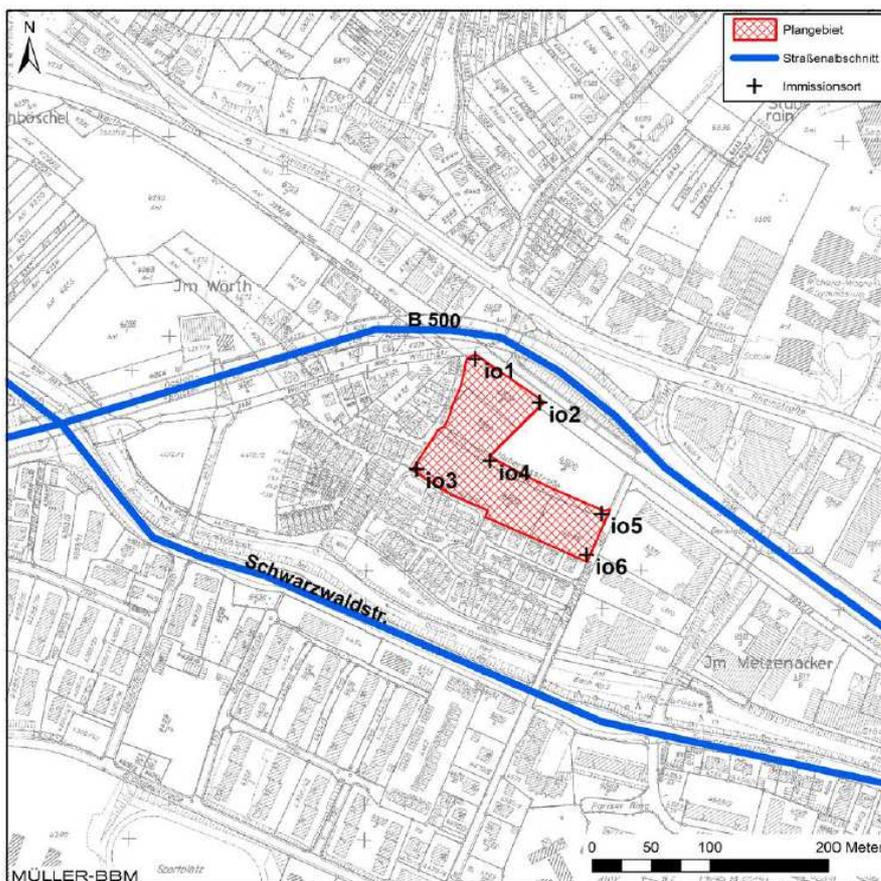


Abb. 28: Lage der Immissionsorte. Aus: MÜLLER-BBM GmbH (2016)

Die Prognoserechnungen in MÜLLER-BBM GmbH (2016) erfolgen mit der Verkehrsprognose für 2025 und den Emissionsfaktoren einer Fahrzeugflotte des Jahres 2016. Die Prognose stellt somit einen konservativen Ansatz dar. Als Hintergrundbelastung werden den Immissionsprognosen Werte aus dem Jahr 2010 zu Grunde gelegt. Sie zeigen für das NO₂-Jahresmittel einen Wert von 22 µg/m³ und für PM₁₀ von 20 µg/m³.

Die in **Tabelle 3** aufgelisteten Immissionswerte für NO₂ und PM₁₀ zeigen, dass im Planungsgebiet „Wohnbebauung Wörthstraße“ die Grenzwerte der 39. BImSchV sicher eingehalten werden. Nur unmittelbar an der Europastraße (B 500) wird am Untersuchungspunkt io1 mit einem Jahresmittelwert von 38 µg/m³ der NO₂-Grenzwert nur knapp unterschritten. Am Untersuchungspunkt io4, der sich an der Nordostgrenze des Planungsgebiets befindet, wird ein NO₂-Jahresmittelwert von 28 µg/m³ (= 70% des Grenzwertes von 40 µg/m³) erreicht. Laut **Tabelle 2** liegt damit bzgl. NO₂ eine leicht erhöhte Konzentration vor.

Untersuchungs- punkt	NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀ -TM>50
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]
Immissionen Prognose 2016 / 2025			
io1	38	23	12
io2	34	22	11
io3	28	21	9
io4	28	21	9
io5	29	21	9
io6	28	21	9
Grenzwert	40	40	35

Tabelle 3: Immissionen an den ausgewählten Untersuchungspunkten (vgl. Abb. 28).
 Aus: MÜLLER-BBM GmbH (2016)

Dabei wird von nachfolgenden Verkehrszahlen ausgegangen:

Straßenabschnitt	DTV	SV-Anteil	Längs- neigung	Verkehrssituation
	[Kfz/24h]	% / 24h		
B 500	29'700	9.8%	+0%	Lhvsk60
Schwarzwaldstraße	11'900	4.2%	+0%	Lhvsk50

Dabei bedeuten:

DTV: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h

SV-Anteil: Schwerverkehrsanteil (Kfz > 3,5 t zul. Gesamtgewicht)

Lhvsk60d Verkehrssituation nach HBEFA [4]

ländlich, Hauptverkehrsstraße, kurvig, Tempolimit 60, dichter Verkehr, Längsneigung 0 %

Tabelle 4: Verkehrsdaten (DTV, SV-Anteil) und Verkehrssituation.
 Aus: MÜLLER-BBM GmbH (2016)

Auch die Feinstaubimmissionen (PM10) zeigen keine Grenzwertüberschreitungen . Am Standort io4 (Nordostrand des Planungsgebiets) wird ein PM10-Jahresmittelwert von 21 µg/m³ bestimmt. Der Grenzwert von 40 µg/m³ wird nur zu ca. 53% erreicht (= leicht erhöhte Konzentration nach **Tabelle 2**).

Die aktuellen LUBW-Prognosewerte für 2025 (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>) zeigen für das Planungsgebiet nur noch eine NO₂-Hintergrundbelastung von 11 µg/m³ und eine PM10-Hintergrundbelastung von 12 µg/m³. Da zudem mit der Zunahme der Elektromobilität insbesondere der NO_x-Schadstoffausstoß der Kraftfahrzeuge weiter abnehmen wird, ist auch zukünftig am Planungsstandort mit keinen Grenzwertüberschreitungen (NO₂, PM10 und PM2.5) nach 39. BImSchV zu rechnen.



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

ÖKOPLANA

Mannheim, Dezember 2023

8 Quellenverzeichnis / weiterführende Schriften

- AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION (2008):** Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.
- 39. BImSchV (2010):** Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Luftqualitätsrichtlinie der EU durch Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) und BImSchG – Änderung in deutsches Recht.
- BAUMÜLLER, N. (2018):** Stadt im Klimawandel. Klimaanpassung in der Stadtplanung. Grundlagen, Maßnahmen und Instrumente. Städtebau-Institut der Univ. Stuttgart.
- BRUSE, M., FLEER, H. (1998):** Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model, Environmental Modelling & Software (13), S 272 – 384.
- BRUSE, M. (2002/2023):** Envi-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum/Essen.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- FRIEDRICH, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138
- GIESE-EICHHORN, J. (1998/2016):** Miskam - Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell. Mainz.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2010):** Leitfaden zur Berücksichtigung klimatischer Ausgleichsfunktionen in der räumlichen Planung am Beispiel der Regionen Mittlerer Oberrhein und Nordschwarzwald. Hannover.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2016):** Stadtklimagutachten für die Stadt Heidelberg – Fortschreibung des Gutachtens von 1995. Hannover / Mannheim.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Projekt.-Nr. 4500442984/23. Hrsg.: LUBW. Karlsruhe.
- IMA RICHTER & RÖCKLE (2021):** Stadtklimaanalyse für die Stadt Baden-Baden. Freiburg i. Br.
- ING.-BÜRO LOHMEYER (2009):** Stadtklimaanalyse Baden-Baden. Karlsruhe.
- ING.-BÜRO LOHMEYER GMBH (2009):** Ermittlung natürlicher klimatischer Ausgleichsfunktionen in der Region Mittlerer Oberrhein. Karlsruhe.

- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- KUTTLER, W. (2010):** Urbanes Klima, Teil 2. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 70, Nr. 9
- LFU BADEN-WÜRTTEMBERG (1993):** Die Luft in Baden-Württemberg. Jahresbericht 1992. Karlsruhe.
- ÖKOPLANA (2016A):** Klimaökologische Kurzbeurteilung – Planungsgebiet Hubertusstraße in Baden-Baden. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2016B):** Klimagutachten zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan „Wohnpark Hubertus“ in Baden-Baden. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2017):** Klimaökologische Stellungnahme zum geplanten DRK Pflegezentrum Hubertusstraße im Bereich VEP „Wohnpark Hubertus“ in Baden-Baden. Mannheim.
- PFOSE ET AL. (2013):** Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld, Forschungsbericht, Technische Universität Darmstadt.
- REGIONALVERBAND MITTLERER OBERRHEIN (2013):** Regionalplan vom 13. März 2002, Stand November 2018. Karlsruhe.
- STADTVERWALTUNG BADEN-BADEN (2016):** Schreiben vom 27.01.2016, FB Bürgerdienste, Sicherheit und Umwelt. FG Umwelt und Gewerbeaufsicht – Umweltrecht I.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020):** VDI 3787, Bl. 8. Umweltmeteorologie - Stadtentwicklung im Klimawandel. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2020):** VDI-Richtlinie 3782, Blatt 7 Kfz-Emissionsbestimmung. Düsseldorf.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2008/2022):** VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas. Düsseldorf.