



Lohmeyer

An der Rosswald 15, D – 76229 Karlsruhe
Telefon: +49 (0) 721 / 625 10 - 0
Telefax: +49 (0) 721 / 625 10 - 30
E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
URL: www.lohmeyer.de

Leitung: Dr.-Ing. Thomas Flassak

Zertifiziert nach ISO9001:2015

Unser Zeichen
21102-24-02-Na

Karlsruhe, den
23.09.2024

Bauvorhaben 878 „Quartier Stadtgärten“ in Pfungstadt, stadtklimatische Stellungnahme unter Berücksichtigung aktueller Fachdaten

In zentraler Innenstadtlage von Pfungstadt ist das Bauvorhaben 878 „Quartier Stadtgärten“ in Planung, das die Entwicklung eines neuen Quartiers auf einer Fläche von ca. 6 ha vorsieht. Die bisherige gewerbliche Nutzung und eine benachbarte Freifläche sollen in ein Wohnquartier überführt werden. Für diese Planungen sind im Rahmen des Planverfahrens u. a. Aussagen zu den Auswirkungen auf das Stadtklima erforderlich.

Lokalklimatische Gegebenheiten

Das Stadtgebiet von Pfungstadt liegt im Oberrheingraben und das Gelände steigt nach Osten zu den im Abstand von ca. 3 km östlich anschließenden Geländeerhebungen des Odenwaldes um mehr als 200 Höhenmeter an. Das ansteigende Gelände wird u. a. durch das Tal des Fließgewässers Modau mit einer Orientierung von Osten nach Westen unterbrochen. Das Fließgewässer Modau verläuft auch durch das zentrale Siedlungsgebiet von Pfungstadt. **Abb. 1** zeigt eine perspektivische Darstellung des Reliefs der Umgebung von Pfungstadt mit doppelter Überhöhung und Blick aus Süden; die bestehenden Gebäude sind zusätzlich eingetragen.

Damit führt das vorliegende Relief mit der Lage im Oberrheingraben dort bodennah einerseits zur Windlenkung für vorherrschende Regionalwindanströmungen und andererseits auch zur Ausbildung thermisch induzierter Winde, den Kaltluftströmungen.

An wolken- und windarmen Sommertagen entstehen über vegetationsbestandenen Hangbereichen kühle Hangabwinde, die sich von den Hangbereichen des Odenwaldes nach Westen Richtung Oberrheingraben bewegen. In dem Talbereich des Fließgewässers findet schon kurz nach Eintreten der Kaltluftbedingungen eine Kaltluftsammlung statt, die im Lauf einer Strahlungsnacht

zu einer gesammelten und mächtigen Kaltluftströmung mit Orientierung nach Westen und West-südwesten führt.

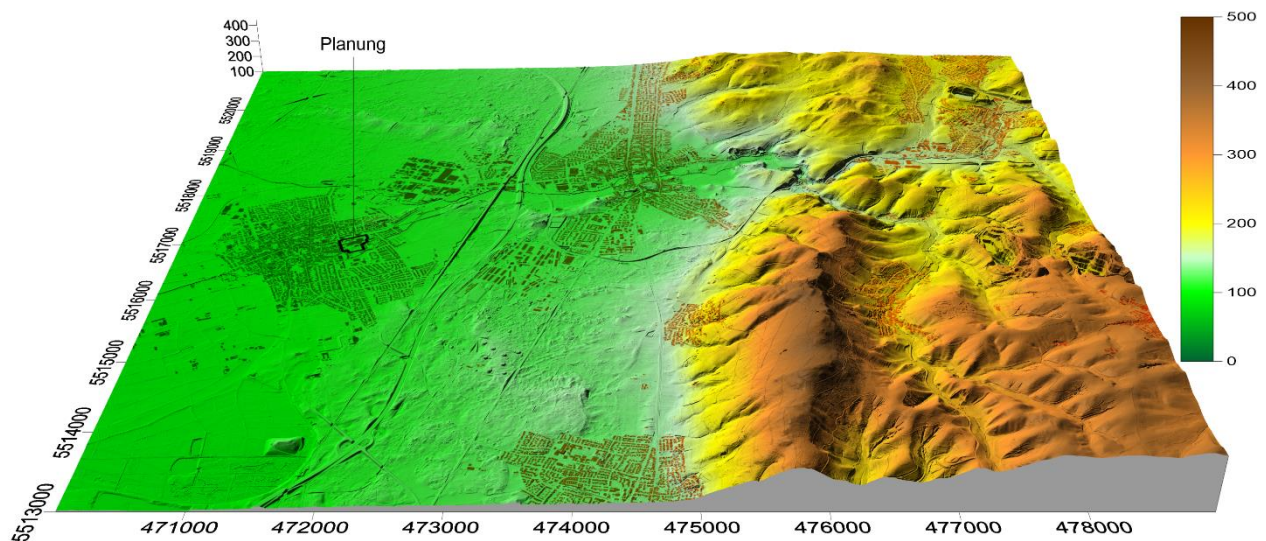


Abb. 1: Perspektivische Darstellung des Reliefs der Umgebung des Plangebietes mit Blick aus Süden und doppelter Überhöhung sowie bestehenden Gebäude.

Diese gesammelten nächtlichen Kaltluftströmungen mit einer Mächtigkeit von mehreren Dekametern fördern auch die nächtliche Belüftung des Siedlungsgebietes von Pfungstadt.

Langjährige Windmessdaten liegen für Pfungstadt nicht vor. In Riedstadt, ca. 3 km westlich des Siedlungsrandes von Pfungstadt, erfasst das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) im Rahmen des Luftmessnetzes auch Windrichtung und Windgeschwindigkeit. **Abb. 2** zeigt die Windrose von Riedstadt für den Zeitraum 2014 bis 2023. Die Hauptwindrichtungen werden durch Winde aus dem südlichen bis südwestlichen Richtungssektor sowie dem nördlichen bis nordöstlichen Richtungssektor entsprechend der Orientierung des Oberrheingrabens gebildet. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist mit ca. 2.9 m/s erfasst.

Südwestlich des Siedlungsrandes von Pfungstadt wurden im Zeitraum 8/2018 bis 7/2019 temporär Winderfassungen für eine luftseitige Sonderbetrachtung (Lohmeyer, 2019) durchgeführt. Die entsprechende Windrose ist in **Abb. 3** aufgezeigt und zum Vergleich die Windrose für Riedstadt für denselben 11-monatigen Zeitraum. Die Hauptwindrichtungen werden am Messstandort südwestlich von Pfungstadt durch Winde aus dem südlichen bis südsüdwestlichen Richtungssektor entsprechend der Orientierung des Oberrheingrabens gebildet. Die sekundäre Hauptwindrichtung wird durch Winde aus dem nordöstlichen Richtungssektor gebildet, wobei dort aus nordöstlichen bis östlichen Windrichtungen eine erhöhte Häufigkeit von Winden mit geringer Windgeschwindigkeit erfasst wurde, die auf Einflüsse der gesammelten nächtlichen Kaltluftströmungen aus dem Odenwald und dem Talbereich des Fließgewässers Modau schließen lassen.

Riedstadt 2014-23

Windverteilung in Prozent

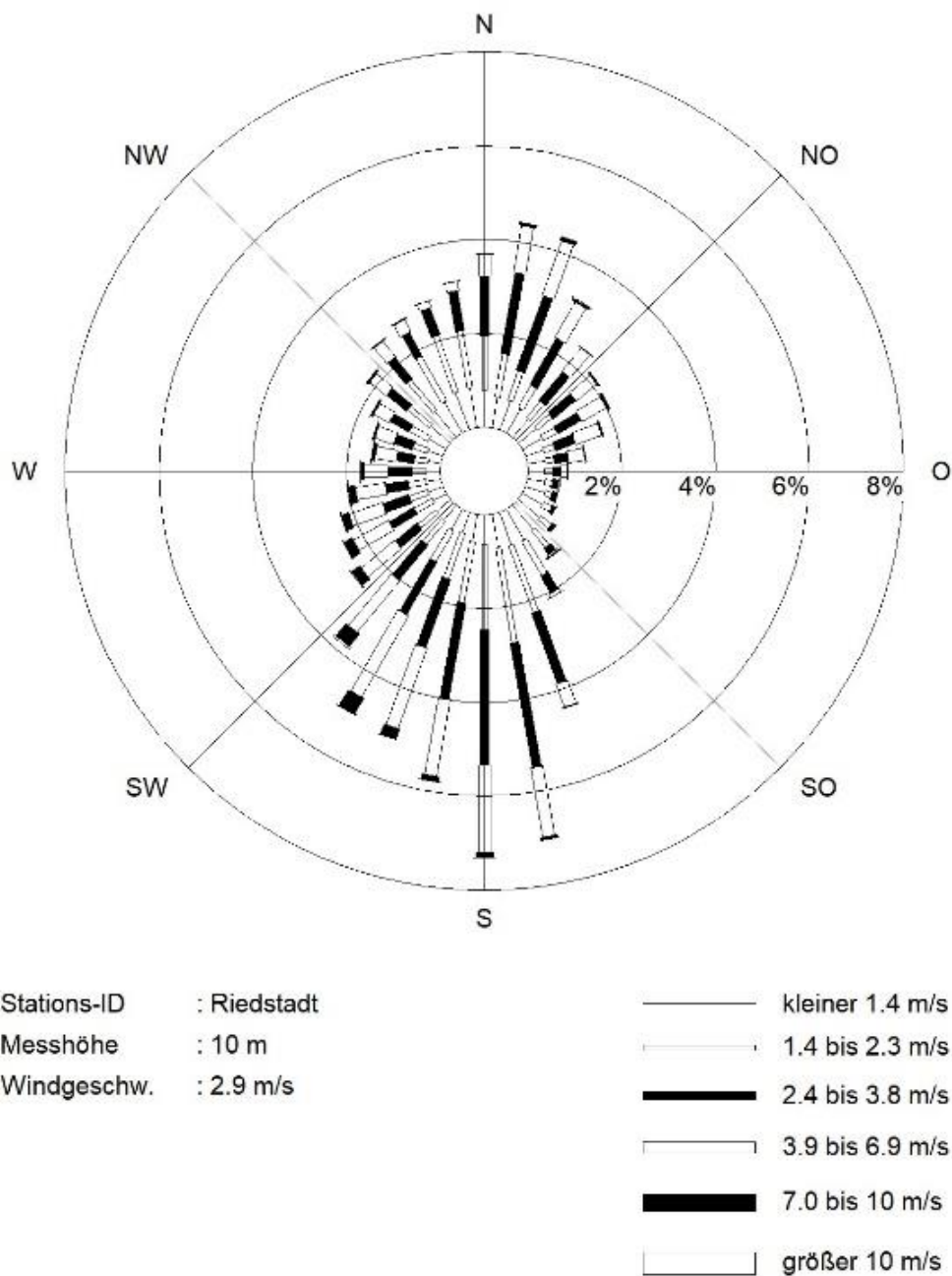


Abb. 2: Windrose für Riedstadt, Zeitraum 2014-2023 (Quelle: HLNUG)

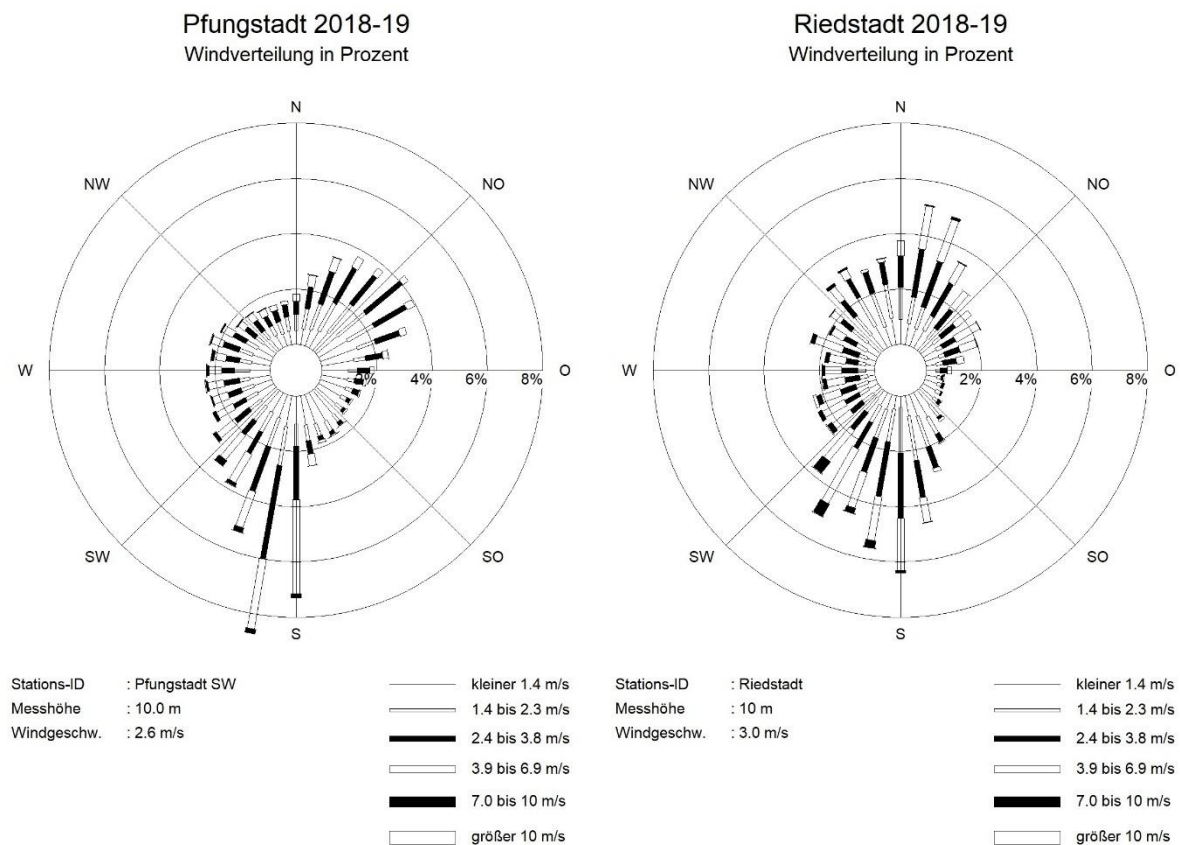


Abb. 3: Windrose für Pfungstadt (links) und Riedstadt (rechts) für den Zeitraum 8/2018 bis 7/2019 (Quelle: Lohmeyer, 2019 und HLNUG)

Die mittlere Windgeschwindigkeit ist für die 11 Monate mit ca. 2.6 m/s erfasst. An der Station Riedstadt ist eine vergleichbare Windverteilung zur zehnjährigen Windverteilung erfasst, mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von ca. 3 m/s; bei der Lage im zentralen Bereich des Oberrheingrabens sind keine thermisch induzierten Winde aus dem Odenwald wirksam und damit sind dort Winde aus dem nordöstlichen bis östlichen Sektor mit deutlich geringerer Häufigkeit vertreten gegenüber dem Standort bei Pfungstadt.

Lage des Bauvorhabens 878 „Quartier Stadtgärten“

Das Gebiet des Bauvorhabens 878 „Quartier Stadtgärten“ befindet sich im zentralen Stadtbereich von Pfungstadt direkt südlich des Bahnhofs und Busbahnhofs. Das Bebauungsplangebiet wird im Norden von der Eberstädter Straße, im Westen von der Mühlstraße und im Süden von der Kaplaneigasse begrenzt; der östliche Grundstücksrand wird nicht durch Straßenränder gebildet.

Der wesentliche Flächenanteil des Grundstücks war bislang durch Brauereinutzungen belegt; der südliche Bereich des Grundstücks weist Vegetationsflächen auf. Der zentrale Bereich der

Brauereinutzung weist mehrere zusammenhängende Teilgebäude mit einer nordsüdlichen Erstreckung bis ca. 100 m und einer westöstlichen Erstreckung bis ca. 175 m sowie einer Gebäudehöhe bis ca. 10 m auf. Im nordwestlichen Grundstücksbereich befinden sich entlang der Mühlenstraße und davon nach Osten rechtwinklig abzweigend zusammenhängende Teilgebäude mit einer Gesamtlänge in nordsüdlicher Richtung von ca. 80 m, in westöstlicher Richtung von ca. 95 m und einer Höhe bis ca. 14 m. Vier Teilgebäude der Brauereinutzung weisen Gebäudehöhen von 16 m bis 23 m auf. Nordöstlich des Grundstücks befindet sich eine Einzelhandelsnutzung mit großer Stellplatzanlage, die von der Eberstädter Straße erschlossen wird.

Mit der Planung sind im Plangebiet überwiegend Wohnnutzungen vorgesehen, die sich auf zahlreiche drei- bis sechsgeschossige Gebäude unterschiedlicher Ausdehnung verteilen. Die geplanten Baukörper weisen Längen bis ca. 55 m auf. In der südlichen Hälfte des Plangebietes Richtung Kaplaneigasse sind dreigeschossige Gebäude und in der nördlichen Hälfte Richtung Eberstädter Straße bis zu sechsgeschossige Gebäude vorgesehen. Im nordwestlichen Bereich sind zentrale Nutzungen mit einem Gesundheitszentrum sowie Einrichtungen für betreutes Wohnen und Alterswohngruppen vorgesehen. Dort soll entlang der Mühlenstraße das zusammenhängende Gebäudeensemble weitgehend erhalten bleiben. Erforderliche Stellplatzanlagen für Kraftfahrzeuge sind entsprechend der aktuellen verkehrlichen Ausarbeitung (Hupfer, 2024c) mit ca. 580 Stellplätzen für Wohnnutzungen sowie ca. 36 Stellplätzen für Beschäftigte vorgesehen. Am nordwestlichen Grundstücksrand werden oberirdisch 20 Besucherstellplätze in Nachbarschaft zu der Stellplatzanlage der Einzelhandelsnutzung ausgewiesen.

In **Abb. 4** ist ein Übersichtsplan der Umgebung des Bebauungsplangebietes dargestellt und **Abb. 5** zeigt das geplante Bauvorhaben.

Lokalklimatische Auswirkungen der Planung

In bebauten Gebieten werden insbesondere die bodennahen Windfelder durch die Gebäude eingeschränkt, indem vorherrschende Windanströmungen um die Gebäude herumgeführt und an den Hindernissen abgebremst werden.

Die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 10 (Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle (2010)) ermöglicht die Ableitung der Ausdehnung von Auswirkungsbereichen von Hindernisumströmungen. Diese Auswirkungen beziehen sich auf eine Anströmrichtung quer zur Ausdehnung eines Hindernisses.



Abb. 4: Luftbild für den Bestand (Quelle: LUBW)

Für den bisher bestehenden zentralen Gebäudekomplex der Brauereinutzung mit einer Länge bis 175 m und einer Höhe bis 10 m ergeben sich im Lee, d. h. hinter dem Strömungshindernis in Strömungsrichtung, bis in einen Abstand von ca. 57 m Bereiche mit modifizierter Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit, bis in einen Abstand von ca. 285 m nur verringerte Strömungsgeschwindigkeiten. Damit sind bei der vorherrschenden südlichen Hauptwindrichtung nördlich Bereiche zwischen der Eberstädter Straße und der nördlich parallel verlaufenden Mühlberger Straße von den modifizierten Strömungseinschränkungen betroffen.

Bei einer baulichen Länge bis 100 m in nordsüdlicher Richtung und einer Gebäudehöhe bis 10 m der zentralen Brauereinutzung ergeben sich im Lee bis in einen Abstand von ca. 50 m modifizierte Strömungsrichtungen und bis ca. 250 m Abstand eingeschränkte Windgeschwindigkeiten; bei östlicher und nordöstlicher Anströmung sind auch westlich der Mühlgasse eingeschränkte bodennahe Strömungsgeschwindigkeiten vorherrschend. Das bestehende Gebäudeensemble im nordwestlichen Plangebiet führt zu vergleichbaren Einschränkungen.

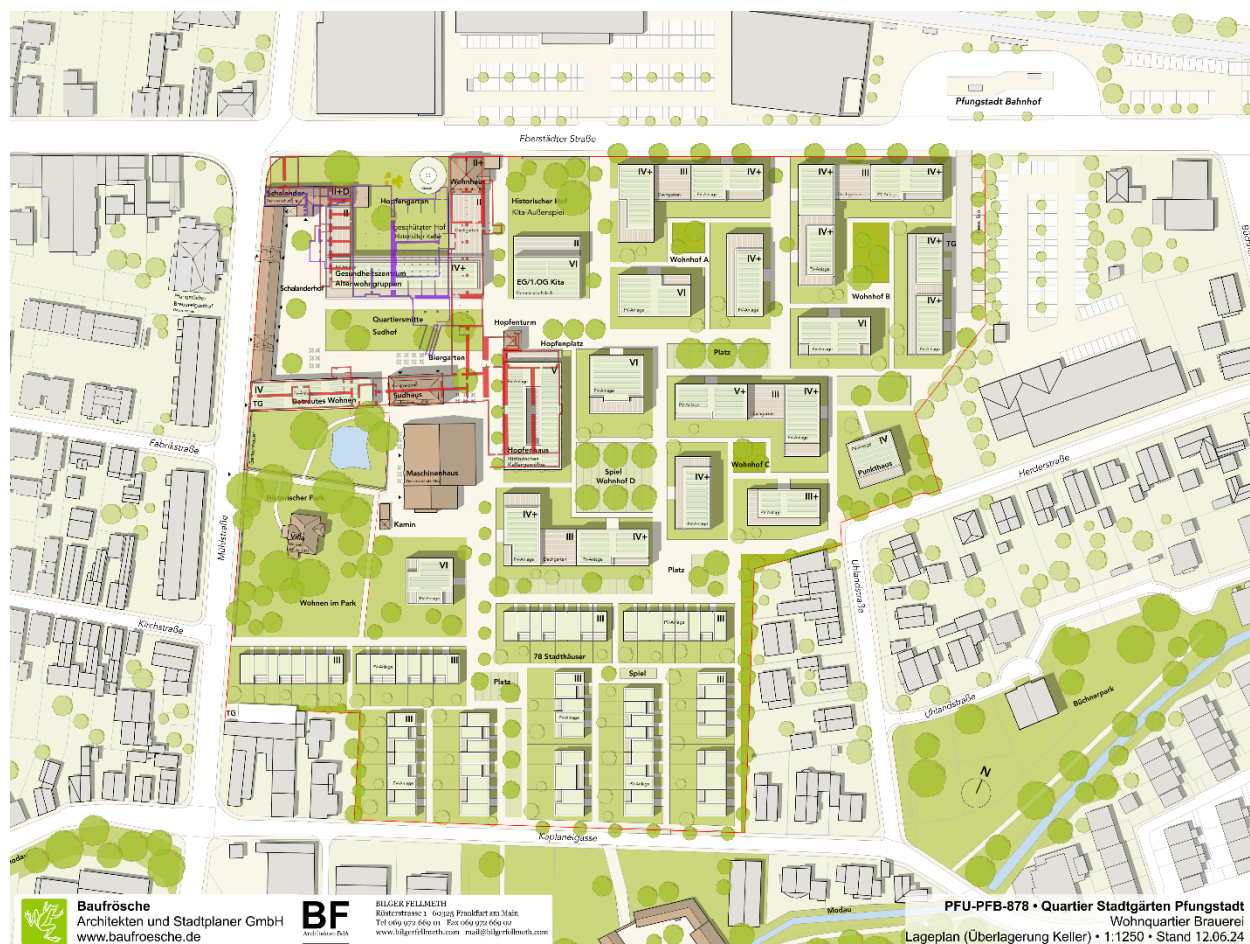


Abb. 5: Bebauungsplan 878 „Quartier Stadtgärten“

Für die geplanten Baukörper mit einer Länge bis 55 m und einer Höhe bis 18 m ergeben sich jeweils im Lee bis in einen Abstand von ca. 55 m modifizierte Strömungsrichtungen und bis ca. 273 m Abstand eingeschränkte Windgeschwindigkeiten; damit sind vergleichbare Reichweiten der Störzonen zu den Störzonen der bisherigen Gebäudekomplexe ableitbar. Im Plangebiet überlagern sich die einzelnen Störzonen der geplanten Gebäudegruppen; eine wesentliche Ausdehnung der Störzonen am Rand des Bebauungsplangebietes gegenüber den bisherigen Einschränkungsbereichen ist für die westliche, nördliche und östliche Nachbarschaft nicht abzuleiten. Im südlichen Plangebiet sind durch die geplanten dreigeschossigen Gebäudekomplexe über den bisher unbebauten Flächen reduzierte bodennahe Durchlüftungsverhältnisse zu erwarten. Aufgrund der kurzen Stirnseiten sind in der südlichen Nachbarschaft geringe Reichweiten der Störzonen ableitbar. In westlicher oder östlicher Richtung reichen bei Gebäudelängen bis 50 m und Gebäudehöhen bis 9 m die Störzonen bis in einen Abstand von ca. 37 m und 184 m; damit sind in westlich oder östlich benachbarten Wohngebieten teilweise Einschränkungen der Durchlüftungsverhältnisse gegenüber bisherigen Verhältnissen zu erwarten.

Insgesamt ist aus der Beschreibung der Reichweite der bodennahen Windfeldbeeinflussungen für die bisherige Bebauung und die geplante Bebauung abzuleiten, dass für den überwiegenden Bereich des Betrachtungsgebietes keine wesentlich intensivere Einschränkung der Durchlüftungsverhältnisse in umliegenden Siedlungsnutzungen zu erwarten ist. Nur im südlichen Bereich rückt die geplante Bebauung auf der ehemaligen Freilandnutzung näher an die bestehende Bebauung heran und führt dort zu einer Intensivierung der Einschränkungen der bodennahen Durchlüftungsverhältnisse, wobei die bodennahe Windgeschwindigkeit denen der umliegenden Siedlungsnutzung entsprechen.

Die großzügigen ebenerdigen Vegetationsflächen zwischen den geplanten Gebäudegruppen fördern die nächtliche Abkühlung der bodennahen Luftmassen und dämpfen die Wärmeabstrahlung der geplanten Baukörper.

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass die im Bebauungsplan vorgegebene Begrünung der geplanten Flachdächer, Tiefgaragen und Nebengebäude auch in diesen Höhen die nächtliche Abkühlung der Luftmassen ermöglicht. Die geplante Ausstattung der nicht mit Gebäuden überdeckten Bereiche im Bebauungsplangebiet mit Vegetationsanpflanzungen und Bäumen mildert die solar bedingte Erwärmung im Sommerhalbjahr und fördert die nächtliche Abkühlung. Auch an Tagen mit intensiver Wärmebelastung sind im Bebauungsplangebiet vielfältige Nutzungsmöglichkeiten im Freien gegeben, indem die Nutzer zwischen besonnten und durch Baumstandorte oder Gebäude verschatteten Aufenthaltsbereichen wählen können.

Verkehrsbezogene Treibhausgas-Bilanz

Für das Betrachtungsgebiet liegen u. a. Betrachtungen zum Verkehr vor, die die Verkehrserzeugung für die Quartiersentwicklung Stadtgärten Pfungstadt auf Grundlage der geplanten Nutzungen inklusive der erforderlichen Stellplatzzahlen aufweisen und auch die Aufteilung auf die zu- und abführenden öffentlichen Straßen beschreiben (Hupfer, 2024c). Für die geplanten Wohnnutzungen werden insgesamt 580 Stellplätze und täglich ca. 1 853 Kfz-Fahrten abgeleitet. Für die Beschäftigten im Plangebiet werden 36 Stellplätze und täglich ca. 84 Kfz-Fahrten abgeleitet. Die Stellplätze verteilen sich auf mehrere Tiefgaragen.

Ergänzend führt die Verkehrsuntersuchung weitere 482 tägliche Kfz-Fahrten von Besuchern, Gastro-Gästen, Patienten und Bringen/Holen im Zusammenhang mit der Quartiersentwicklung Stadtgärten Pfungstadt an.

Für die Straßenabschnitte am Quartier Stadtgärten in Pfungstadt und den zu- und abführenden Straßenabschnitten sind die täglichen Kfz-Verkehre für den Bezugsfall und den Planfall in **Tab. 1** aufgeführt.

	Bezugsfall		Planfall	
	Kfz/24h	SV	Kfz/24h	SV
Eberstädter Straße Ost	7 040	2.4%	8 621	2.5%
Eberstädter Straße am Quartier	6 855	2.8%	7 855	2.8%
Eberstädter Straße West	5 355	1.7%	5 974	1.6%
Mühlstraße Nord	4 170	2.3%	4 551	2.2%
Mühlstraße Süd	4 980	1.6%	6 030	1.5%
Büchner Weg	1 835	0.0%	1 835	0.0%
Herderstraße	250	0.0%	250	0.0%

Tab. 1: Verkehrszahlen für die Straßenabschnitte am Plangebiet (Quelle: Hupfer, 2024c)

Basierend auf diesen Informationen erfolgt hier eine Abschätzung der Auswirkungen auf die verkehrsbezogene Treibhausgas (THG)-Freisetzung. Dabei werden die Emissionen jeweils für eine Straßenlänge bis zur nächsten größeren Kreuzung betrachtet; das umfasst für die Eberstädter Straße eine Länge von insgesamt ca. 2 995 m, für die Mühlstraße von ca. 2 202 m, für den Büchner Weg von ca. 776 m und für die Herderstraße von ca. 298 m.

Seit Februar 2022 ist die Emissionsdatenbank für den Kfz-Verkehr in der Version HBEFA4.2 (UBA, 2022) verfügbar, die auch Angaben über THG-Emissionen beinhaltet. Dabei wird differenziert nach betriebsbedingten Auspuffemissionen (Tank-To-Wheel, TTW), betriebsbedingten Vorkettenemissionen für Elektroantrieb (Well-To-Tank-el, WTTel) und betriebsbedingten Vorkettenemissionen für fossile Brennstoffe (Well-To-Tank-fo, WTTfo).

Für das lokale Straßennetz in Pfungstadt am Plangebiet sind die Verkehrssituationen für innerörtliche Hauptverkehrsstraßen mit Tempolimit 50 km/h (IO-HVS50) und flüssigen, in Kreuzungsbereichen dichten Verkehrsfluss (IO-HVS50d) und innerörtliche Nebenstraßen in Tempo 30-Zonen (IOS-NS30) mit flüssigem Verkehrsfluss und auf der östlichen Zufahrtsstraße für außerörtliche Hauptverkehrsstraßen mit Tempolimit 70 km/h (AO-HVS70) berücksichtigt. **Tab. 2** zeigt die entsprechenden Emissionsfaktoren für den Leichtverkehr (LV) und den Schwerverkehr (SV) für den klimarelevanten Anteil der direkten THG-Emissionen. Weitere verkehrsbedingte Beiträge an Treibhausgasen wie Methan oder Lachgas sind hinsichtlich ihres Wirkanteils am gesamten Treibhausgaspotenzial des Kfz-Verkehrs von untergeordneter Rolle und werden daher nicht detailliert betrachtet.

Verkehrssituation	Reisegeschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren 2030 je Kfz in g/km					
		TTW		WTTel		WTTfo	
	LV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AO-HVS70	67.0	104.9	485.4	6.5	14.6	23.1	102.7
IO-HVS50	49.0	112.1	431.2	6.6	18.0	24.6	90.9
IO-HVS50d	39.6	132.6	466.4	7.5	18.1	29.1	98.5
IO-NS30	33.6	139.2	600.4	7.6	24.3	30.5	127.8

Tab. 2: Emissionsfaktoren für THG-Freisetzen für die Prognose 2030

Mit dieser Vorgehensweise der THG-Bilanzierung werden die Änderungen im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall aufgezeigt und sind als relative Änderungen aufzufassen. Als weitere Bewertungsgrundlage wird hier auf das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG, 2024) zurückgegriffen, das u. a. jahresbezogene Minderungsraten nennt und für das Jahr 2030 für Deutschland eine Reduktion auf 438 Millionen Tonnen THG pro Jahr gegenüber 1 251 Millionen Tonnen pro Jahr im Jahr 1990 nennt.

Für den Bezugsfall 2030 wird auf dem lokalen Straßennetz eine betriebsbedingte THG-Freisetzung von ca. 1 378 Tonnen pro Jahr bei einer Fahrleistung von ca. 11.0 Millionen Fahrkilometern pro Jahr berechnet, ergänzt um die bei der Herstellung von Strom für die elektrisch gefahrenen Fahrkilometer anfallenden THG-Freisetzen von ca. 78 Tonnen pro Jahr und bei der Herstellung fossiler Brennstoffe anfallenden THG-Freisetzen von ca. 302 Tonnen pro Jahr. Das macht insgesamt THG-Freisetzen von ca. 1 785 Tonnen pro Jahr.

Für den Planfall 2030 wird auf dem lokalen Straßennetz eine THG-Freisetzung von ca. 1 591 Tonnen pro Jahr bei einer Fahrleistung von ca. 12.7 Millionen Fahrkilometern pro Jahr berechnet. Das entspricht einer verkehrsbedingten THG-Zunahme um ca. 213 Tonnen pro Jahr (15.5%) auf dem lokalen Straßennetz gegenüber dem Bezugsfall. Mit den im Planfall bei der Herstellung von Strom für die elektrisch gefahrenen Fahrkilometer anfallenden THG-Freisetzen von ca. 90 Tonnen pro Jahr und bei der Herstellung fossiler Brennstoffe anfallenden THG-Freisetzen von ca. 348 Tonnen pro Jahr macht das auf den betrachteten Straßen in Pfungstadt insgesamt THG-Freisetzen von ca. 2 029 Tonnen pro Jahr und eine Zunahme gegenüber dem Bezugsfall von ca. 271 Tonnen pro Jahr.

Im Planfall wird für die Fahrten in der geplanten Tiefgarage für Wohnnutzungen eine mittlere Fahrtlänge von ca. 300 m und für die Beschäftigten eine mittlere Fahrtlänge von ca. 80 m angesetzt. Daraus berechnen sich in der Tiefgarage direkte THG-Freisetzen von ca. 29 Tonnen

pro Jahr und insgesamt ca. 37 Tonnen pro Jahr inklusive den Vorkettenemissionen (Elektro 2 Tonnen pro Jahr, fossil 6 Tonnen pro Jahr).

Damit sind die durch die Tiefgaragennutzung prognostizierten THG-Freisetzungen von ca. 37 Tonnen pro Jahr gegenüber der auf den zuführenden Straßen planungsbedingten THG-Zunahme von 271 Tonnen pro Jahr deutlich geringer.

Die Messwerte der Luftschadstoffe des Landesmessnetze Hessen (HLNUG) in der Umgebung von Pfungstadt sind in den letzten Jahren deutlich rückgängig, insbesondere an den verkehrsbeeinflussten Messstandorten. Die Beurteilungswerte der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden an den Messstandorten in der Umgebung von Pfungstadt deutlich unterschritten, wie in **Tab. 3** an der Aufstellung der Luftmessdaten aufgezeigt. Für NO₂- und PM₁₀-Jahresmittelwerte beträgt der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit 40 µg/m³. An dem verkehrsnahen Standort Darmstadt-Hügelstraße mit den relativ höchsten gemessenen NO₂-Konzentrationen von 20 µg/m³ bis 28 µg/m³ in den letzten vier Jahren bei einer Verkehrsbelastung von über 20 000 Kfz/24h wird der Grenzwert in den letzten beiden Jahren deutlich unterschritten.

Daraus ist zu folgern, dass bei den Verkehrsbelastungen von weniger als 10 000 Kfz/24h und den geringen Schwerverkehrsanteilen an den betrachteten Straßen in Pfungstadt auch im Planfall Konzentrationen deutlich unterhalb der Grenzwerte vorherrschen. Damit sind auch für geplante Wohnnutzungen keine Konflikte mit den Beurteilungswerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit zu erwarten.

Schadstoff	Jahr	Darmstadt Hugelstrae	Darmstadt	Riedstadt
NO₂-Jahres- mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2014	60	23	20
	2015	61	25	20
	2016	55	23	18
	2017	52	23	17
	2018	50	21	17
	2019	38	22	16
	2020	28	17	14
	2021	27	17	14
	2022	26	15	12
	2023	20	12	10
PM10-Jahres- mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2014	24	18	18
	2015	24	18	18
	2016	21	17	16
	2017	21	17	17
	2018	20	17	17
	2019	16	14	15
	2020	14	14	15
	2021	14	13	15
	2022	14	15	15
	2023	13	13	13
PM10- Überschreitung (Anzahl der Tage über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	2014	13	4	6
	2015	12	6	5
	2016	4	0	0
	2017	9	7	6
	2018	6	5	6
	2019	3	1	0
	2020	2	2	1
	2021	3	3	2
	2022	0	0	0

Tab. 3: Messwerte an den Stationen in der Umgebung des Plangebietes (HLNUG, 2015-2024, UBA, 2023-2024). PM10-Überschreitung = Anzahl der Tagesmittelwerte über dem angegebenen Wert.

Quellen:

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Luftqualitätsrichtlinie der EU durch Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) und BImSchG – Änderung in deutsches Recht umgesetzt. Im Internet unter www.bmu.de.
- Hupfer (2024a): Quartiersentwicklung Stadtgärten, Pfungstadt, Verkehrserzeugung. Hupfer Ingenieure GmbH, Mai 2024.
- Hupfer (2024b): Quartiersentwicklung Stadtgärten, Pfungstadt, Verkehrserzeugung, Querschnitte zur Lärmtechnischen Beurteilung. Hupfer Ingenieure GmbH, Juni 2024.
- Hupfer (2024c): Quartiersentwicklung Stadtgärten, Pfungstadt, Verkehrserzeugung, Querschnitte zur Lärmtechnischen Beurteilung. Hupfer Ingenieure GmbH, September 2024.
- KSG (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist, in Kraft getreten am 18. Dezember 2019.
- KSG (2024): Zweites Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. I Nr. 235), in Kraft getreten am 17. Juli 2024.
- Lohmeyer, (2019): Messbericht über die Rastermessungen für das Bebauungsplangebiet „Südlich der Brauerei“ in Pfungstadt. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 80203-18-16, Juni 2019. Auftraggeber: Magistrat der Stadt Pfungstadt.
- HLNUG (2015-2024): Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an Stationen des Landesmessnetzes Hessen. Im Internet unter www.HLNUG.de.
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.2 / Februar 2022. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- UBA (2023-2024): Luftmessdaten. Im Internet www.uba.de.
- VDI 3783 Blatt 10 (2010): Umweltmeteorologie. Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle. Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783 Blatt 10. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, März 2010.