

Müller-BBM GmbH
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. Till Nürrenbach
Telefon +49(89)85602 358
Till.Nuerrenbach@mbbm.com

15. April 2021
M157912/06 Version 4 NRB/WG

Fernwärmeerzeugungsanlagen Mannheim, Standort Rheinufer Neckarau (RUN)

**Gutachten zur Luftreinhaltung inkl.
Schornsteinhöhenberechnung,
(35 mg/m³ SO_x im HEL-Betrieb)**

Bericht Nr. M157912/06

Auftraggeber:

MVV Umwelt GmbH
68142 Mannheim

Bearbeitet von:

Dipl.-Ing. Till Nürrenbach

Berichtsumfang:

Insgesamt 114 Seiten, davon
63 Seiten Textteil,
5 Seiten Anhang A
5 Seiten Anhang B
7 Seiten Anhang C
27 Seiten Anhang D
7 Seiten Anhang E

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Situation und Aufgabenstellung	7
2 Beurteilungsgrundlagen	8
2.1 Emissionen	8
2.2 Immissionen	9
3 Örtliche Situation	12
4 Beschreibung der Anlage und des Betriebs	15
5 Emissionsdaten	19
5.1 Betrachtete Szenarien	19
5.2 Emissionsbegrenzende Anforderungen	19
5.3 Emissionen und Ableitbedingungen	20
5.4 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme	22
5.5 Sonstige Quellen – Lkw-Fahrverkehr	23
5.6 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen	24
6 Schornsteinhöhenberechnung	25
6.1 Bestimmung der Schornsteinhöhe H'	25
6.2 Festlegung des Zusatzbetrages J für Bebauung und Bewuchs (Verbrennung)	26
6.3 Geländekorrektur gemäß VDI-Richtlinie 3781 Blatt 2 (Verbrennung)	27
6.4 Schornsteinbauhöhe aufgrund der baulichen Gegebenheiten	27
6.5 Zusammenfassung von Emissionen	27
6.6 Berücksichtigung hoher Einzelgebäude	29
6.7 Schornsteinhöhe nach Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)	30
6.8 Fazit Schornsteinhöhe	35
7 Meteorologische Eingangsdaten	36
8 Weitere Eingangsgrößen	39
8.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung	39
8.2 Rauigkeitslänge	40
8.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	41
8.4 Chemische Umwandlung von NO zu NO ₂	43
8.5 Verwendetes Ausbreitungsmodell	43
8.6 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	44

8.7	Modellierung der Emissionsquellen	44
8.8	Zeitliche Charakteristik der Emissionen	44
8.9	Abgasfahnenüberhöhung	44
9	Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung	45
9.1	Vorbemerkung zur Immissionsberechnung	45
9.2	Zusatzbelastungen in der bodennahen Schicht	46
9.3	Zusatzbelastungen in höheren Schichten	53
10	Grundlagen und Literatur	60
	Anhang A – Protokolldatei WinSTACC	1
	Anhang B – Protokolldateien der Rechenläufe (austal.log)	1
	Anhang C – Zusätzliche Ergebnisse für die Unterlagen zur FFH-Vorprüfung, Stoffeinträge in FFH-Gebiete	1
11	Stoffdepositionen und Stoffeinträge in Natura2000-Gebiete	1
11.1	Vorbemerkung	1
11.2	Ermittlung der Stoffdepositionen und Stoffeinträge	1
11.3	Ergebnisse zu Stoffdepositionen und Stoffeinträgen	3
	Anhang D – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten	1
	Anhang E – Ermittlung des repräsentativen Jahres	1

Zusammenfassung

Die MVV Umwelt Asset GmbH plant auf dem Gelände „Rhein Ufer Neckarau“ (RUN), Großmannstraße 6, 68219 Mannheim-Rheinau die Errichtung und den Betrieb einer Fernwärmebesicherungsanlage mit der dazugehörigen Infrastruktur. Der Zweck des Vorhabens ist die Sicherstellung der Fernwärmebesicherung vor dem Hintergrund der kurz- bis mittelfristig anstehenden Stilllegungen der Bestandskraftwerksblöcke des Grosskraftwerks Mannheim (GKM).

Die Fernwärmebesicherungsanlage wird aus zwei baugleichen Heißwasserkesseln mit der zugehörigen Peripherie (Gasdruckregel- und Messanlage, Fernwärmepumpenanlage) bestehen. Die Kessel werden mit einer bivalenten Feuerung für Gas und Heizöl Extra Leicht, schwefelarm (HEL) ausgestattet. Die maximale Feuerungswärmeleistung (FWL) der Heißwasserkesselanlage wird insgesamt bei < 300 MW (FWL je Kessel < 150 MW) liegen.

Die Ableitung der Abgase der beiden Heißwasserkessel erfolgt über je einen eigenen Schornstein.

Die geplante Anlage fällt unter die Nr. 1.1 (Verfahrensart G/E) des Anhangs 1 der 4. BImSchV [3] und ist daher immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig und unterliegt gemäß der Kennzeichnung „E“ der Industrieemissionsrichtlinie [8]. Sie wird als Neuanlage nach § 4 BImSchG [1] beantragt.

Die geplante Anlage fällt unter die Bestimmungen der 13. BImSchV [5]. Antragsgemäß sind schon die Anforderungen der von der Bundesregierung beschlossenen Verordnung zur Neufassung der 13. BImSchV [6] zu beachten.

Des Weiteren ist das Vorhaben der Nr. 1.1.1 der Anlage 1 zum UVPG [2] zuzuordnen, weswegen von der Behörde eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen ist.

Der Betrieb der Fernwärmebesicherungsanlage dient der Versorgungssicherheit bei Ausfall von Erzeugungsanlagen und zur Deckung von Lastspitzen im Bedarfsfall. Die Anlage wird daher nur zeitweise betrieben (insgesamt maximal 7.000 h/a, davon maximal 1.000 h/a mit HEL und die restliche Zeit mit Erdgas).

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens war unter anderem ein Gutachten zur Luftreinhaltung inkl. Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft 2002 [9] zu erstellen.

Über die rein immissionsschutzrechtliche Betrachtung hinausgehend sollten als Grundlage für die naturschutzrechtliche Untersuchung in der FFH-Vorprüfung zudem die Stoffeinträge und -depositionen in die umliegenden FFH-Gebiete ermittelt werden. Die Beurteilung der Stoffeinträge und -depositionen erfolgt in der FFH-Vorprüfung.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die nach TA Luft erforderliche Schornsteinbauhöhe für die beiden Heißwasserkessel beträgt jeweils 32 m über Grund. In Verbindung mit dem thermischen Auftrieb ist ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung gewährleistet.
- Die über die Schornsteine abgeleiteten Emissionen überschreiten die Bagatellmassenströme für gefasste Emissionen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft (soweit festgelegt).
- Daher wurde eine Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung der Zusatzbelastung durchgeführt.
- Die für die relevanten Schadstoffe prognostizierten maximalen Zusatzbelastungen (NO₂, SO₂, PM₁₀ und Staubniederschlag) sind irrelevant im Sinne der TA Luft.
- Daher kann nach Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, und die Bestimmung von (sonstigen) Immissionskenngrößen soll entfallen.
- In Bereichen, in denen schon mit Überschreitungen der Immissionswerte zu rechnen ist, liegen die Zusatzbelastungen an NO₂ und PM₁₀ deutlich unter 1 % des jeweiligen Immissions-Jahreswertes. Ein kausaler Beitrag zur Immissions-situation ist daher nicht zu erwarten und Maßnahmen über den Stand der Technik hinaus sind nicht geboten.
- Zusätzlich wurden entsprechend der Aufgabenstellung die durch die Anlage hervorgerufenen Beiträge zu Stoffdepositionen und zu Stoffeinträgen in Natura 2000-Gebieten ermittelt und im Anhang des vorliegenden Gutachtens als Grundlage für die FFH-Vorprüfung bereitgestellt. Die Beurteilung der Stoffdepositionen und Stoffeinträge erfolgt in der FFH-Vorprüfung.

Dipl.-Ing. Till Nürrenbach

Telefon +49 (0)89 85602-358

Projektverantwortlicher

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse in diesem Gutachten beziehen sich auf die für diese Untersuchung zur Verfügung gestellten Angaben und Planunterlagen.

Müller-BBM ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 u. a. für die Durchführung von Immissionsprognosen im anlagenbezogenen Immissionsschutz nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 akkreditiert. In den Geltungsbereich der Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 fällt auch die folgend durchgeführte Schornsteinhöhenbestimmung nach TA Luft 2002.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die MVV Umwelt Asset GmbH plant auf dem Gelände „Rhein Ufer Neckarau“ (RUN), Großmannstraße 6, 68219 Mannheim-Rheinau die Errichtung und den Betrieb einer Fernwärmebesicherungsanlage mit der dazugehörigen Infrastruktur. Der Zweck des Vorhabens ist die Sicherstellung der Fernwärmebesicherung vor dem Hintergrund der kurz- bis mittelfristig anstehenden Stilllegungen der Bestandskraftwerksblöcke des Grosskraftwerks Mannheim (GKM).

Die Fernwärmebesicherungsanlage wird aus zwei baugleichen Heißwasserkesseln mit der zugehörigen Peripherie (Gasdruckregel- und Messanlage, Fernwärmepumpenanlage) bestehen. Die Kessel werden mit einer bivalenten Feuerung für Gas und Heizöl Extra Leicht, schwefelarm (HEL) ausgestattet. Die maximale Feuerungswärmeleistung (FWL) der Heißwasserkesselanlage wird insgesamt bei < 300 MW (FWL je Kessel < 150 MW) liegen.

Die Ableitung der Abgase der beiden Heißwasserkessel erfolgt über je einen eigenen Schornstein.

Die geplante Anlage fällt unter die Nr. 1.1 (Verfahrensart G/E) des Anhangs 1 der 4. BImSchV [3] und ist daher immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig und unterliegt gemäß der Kennzeichnung „E“ der Industrieemissionsrichtlinie [8]. Sie wird als Neuanlage nach § 4 BImSchG [1] beantragt.

Die geplante Anlage fällt unter die Bestimmungen der 13. BImSchV [5]. Antragsgemäß sind schon die Anforderungen der von der Bundesregierung beschlossenen Verordnung zur Neufassung der 13. BImSchV [6] zu beachten.

Des Weiteren ist das Vorhaben der Nr. 1.1.1 der Anlage 1 zum UVPG [2] zuzuordnen, weswegen von der Behörde eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen ist.

Der Betrieb der Fernwärmebesicherungsanlage dient der Versorgungssicherheit bei Ausfall von Erzeugungsanlagen und zur Deckung von Lastspitzen im Bedarfsfall. Die Anlage wird daher nur zeitweise betrieben (insgesamt maximal 7.000 h/a, davon maximal 1.000 h/a mit HEL und die restliche Zeit mit Erdgas).

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens ist unter anderem ein Gutachten zur Luftreinhaltung inkl. Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft 2002 [9] zu erstellen.

Über die rein immissionsschutzrechtliche Betrachtung hinausgehend sollen als Grundlage für die naturschutzrechtliche Untersuchung in der FFH-Vorprüfung zudem die Stoffeinträge und -depositionen in die umliegenden FFH-Gebiete ermittelt werden. Die Beurteilung der Stoffeinträge und -depositionen erfolgt in der FFH-Vorprüfung.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Emissionen

Grundlage der Beurteilung ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft 2002) [9].

Eine Betrachtung von Immissionskenngrößen ist nach Nr. 4.1 der TA Luft nicht erforderlich:

- bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft),
- bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft) oder
- bei irrelevanten Zusatzbelastungen (Nr. 4.2.2, 4.3.2 und 4.4.3 TA Luft).

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft vor.

Die im Sinne dieser Regelung zur Beurteilung zugrunde zu legenden Bagatellmassenströme sind für die vorliegend relevanten Komponenten in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1. Bagatellmassenströme nach TA Luft [9].

Komponente	Bagatell- massenströme (Nr. 4.6.1.1 TA Luft) [kg/h]
Schwefeloxide	20
Staub	1
Stickstoffoxide	20

Nach Nr. 4.6.1.1 Buchstabe b) TA Luft betragen die Bagatellmassenströme für nicht nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitete (diffuse) Emissionen 10 % der in Tabelle 1 aufgeführten Werte.

2.2 Immissionen

Die der Beurteilung zu Grunde gelegten Immissionswerte ergeben sich aus den Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen gemäß Nr. 4 TA Luft (s. Tabelle 2)

Beurteilungspunkte (bzw. relevante Immissionsorte) sind dabei nach Nr. 4.6.2.6 TA Luft so festzulegen, dass eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit mutmaßlich höchster relevanter Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter ermöglicht wird. Für das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ gilt dies z. B. für Wohnnutzungen.

Tabelle 2. Immissionswerte (Jahresmittelwert) und Irrelevanzschwellen nach TA Luft [9].

Immissionswerte gem.	Irrelevanzschwellen gem.	Komponenten	Immissionswerte (Jahresmittel)		Irrelevanzschwellen	
4.2.1	4.2.2	Schwebstaub (PM ₁₀)	40	µg/m ³	≤ 3,0	% vom Immissionswert
		SO ₂	50		≤ 3,0	
		NO ₂	40		≤ 3,0	
4.3.1	4.3.2	Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35	g/m ² d	≤ 10,5	mg/(m ² ×d)
4.4.1/4.4.2	4.4.3	SO ₂	20 ⁽¹⁾	µg/m ³	≤ 2	µg/m ³
		NO _x (als NO ₂)	30 ⁽¹⁾		≤ 3	

⁽¹⁾ Diese Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen bzw. der Vegetation sind im Beurteilungsgebiet nur anzuwenden, soweit die Beurteilungspunkte zur Überprüfung dieser Immissionswerte mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind.

Die Immissionswerte für SO₂ und NO_x zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation sind vorliegend aufgrund der Abstandsregel der Nr. 4.6.2.6 Abs. 6 TA Luft (vgl. auch Fußnote ⁽¹⁾ zur vorstehenden Tabelle 2) nicht anwendbar. (Rein informativ werden sie später tabellarisch dennoch ausgewertet.)

Hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung, ob der Schutz vor sonstigen erheblichen Nachteilen¹ durch Schwefeldioxid oder Stickstoffoxide sichergestellt ist, liegen nicht vor bzw. sind nicht erkennbar. (Eine Ermittlung der Stickstoffdeposition insbesondere in FFH-Gebieten wird mit Blick auf naturschutzrechtliche Belange entsprechend Aufgabenstellung gesondert durchgeführt, vgl. Anhang C. In diesem Zusammenhang werden auch die NO_x-Immissionen ausgewertet.)

¹ Als sonstige erhebliche Nachteile kommen insbesondere Vermögensschäden in Betracht, vgl. z. B. Hansmann: NomosGesetze, Bundesimmissionsschutzgesetz, 31. Auflage, S. 800.

Neben den Jahresmittelwerten sind in der TA Luft für Schwebstaub (PM₁₀), Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffdioxid (NO₂) Kurzzeitwerte mit maximal zulässigen Überschreitungshäufigkeiten festgelegt:

PM₁₀: Tagesmittelwert von 50 µg/m³ bei maximal 35 Überschreitungen pro Jahr.

SO₂: Stundenmittelwert von 350 µg/m³ bei 24 zulässigen Überschreitungen und Tagesmittelwert von 125 µg/m³ bei 3 zulässigen Überschreitungen pro Jahr.

NO₂: Stundenmittelwert von 200 µg/m³ bei maximal 18 Überschreitungen pro Jahr.

Die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ für PM₁₀ kann aus dem Jahresmittelwert anhand der Auswertung von Immissionsmessdaten abgeschätzt werden. Nach [11] kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass dieser Wert eingehalten wird, wenn der Jahresmittelwert nicht mehr als 28-30 µg/m³ beträgt².

Analog lässt sich nach [11] und [12] für NO₂ ableiten, dass bei Einhaltung des Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ in der Regel von der Einhaltung des Kurzzeitwertes auszugehen ist.

Für Kohlenmonoxid sind in der TA Luft keine Immissionswerte angegeben, da diese Komponente von untergeordneter lufthygienischer Relevanz ist. Die Immissionswerte der (hier formal nicht einschlägigen) 39. BImSchV [7] werden generell deutlich unterschritten, so dass eine immissionsseitige Betrachtung von Kohlenmonoxid nicht erforderlich ist.

Nach der 39. BImSchV gilt für PM_{2,5} zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Grenzwert von 25 µg/m³ als Mittelwerte über ein Kalenderjahr.

Für PM_{2,5} ist in den einschlägigen Regelwerken kein Irrelevanzkriterium definiert. Ersatzweise wird vorliegend jedoch (gem. Ausführung der LAI zur Anwendbarkeit im Rahmen der Sonderfallprüfung [10]) in Anlehnung an die Regelungen der TA Luft eine Irrelevanzschwelle von 3,0 % des Jahresmittelwerts festgelegt.

Andere Luftschadstoffe als die vorstehend genannten sind für die vorliegende Untersuchung nicht relevant.

Überschreitet die Gesamtbelastung die Immissionsgrenzwerte (wie im vorliegenden Fall in Mannheim, weswegen ein Luftreinhalteplan von 2006 mit Fortschreibung von 2012 und 2017 [43] hinsichtlich NO₂ und PM10 erstellt und eine Umweltzone festgelegt wurde), ist im Bereich der Überschreitung Nr. 4.2.2 bzw. 4.2.3 der TA Luft heranzuziehen. Auch für Ludwigshafen existiert ein Luftreinhalteplan [44]. Die aktuelle Fortschreibung bezieht sich auf Überschreitungen des Immissionswertes für NO₂ im Innenstadtbereich. Eine Umweltzone ist für Ludwigshafen nicht festgelegt.

² Auch in der Fußnote zu Tabelle 1 des Entwurfs zur Neufassung der TA Luft wird festgehalten: „Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m³ ist in der Regel der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert eingehalten.“

Der Standort RUN liegt zwar außerhalb der Umweltzone von Mannheim, etwa 4 km von der südlichen Grenze der Umweltzone und noch etwas weiter von der Innenstadt von Ludwigshafen entfernt. Ein potenzieller Immissionsbeitrag in diesen Bereichen kann jedoch nicht von vornherein ausgeschlossen werden.

Für die Genehmigungsfähigkeit ist demnach in Bereichen mit Überschreitung der Immissionswerte (das ist nicht überall in der Umweltzone von Mannheim zwingend zutreffend, trotzdem wird vereinfachend die gesamte Umweltzone als Bereich mit Überschreitung der Immissionswerte zugrunde gelegt) die Einhaltung der Irrelevanz erforderlich und es sind zusätzlich Maßnahmen über den Stand der Technik hinaus zu ergreifen.

Nach den Auslegungshinweisen des LAI zur TA Luft [13] sind jedoch Maßnahmen über den Stand der Technik bei Zusatzbelastungen (einer Anlage) bis maximal 1 % des Immissions-Jahreswertes unverhältnismäßig. Ein kausaler Beitrag zur Immissionssituation besteht dann nicht [10].

Im Bereich der Umweltzone von Mannheim und in der Innenstadt von Ludwigshafen ist daher für die betroffenen Schadstoffe NO₂ und PM₁₀ zu prüfen, ob die Zusatzbelastung höchstens 1 % des jeweiligen Immissions-Jahreswertes beträgt. Ansonsten ist für die Zusatzbelastung die Einhaltung der Irrelevanz nachzuweisen und es müssen nach den Vorgaben der TA Luft emissionsmindernde Maßnahmen über den Stand der Technik hinaus oder Kompensationsmaßnahmen ergriffen werden.

Die Beurteilung der Stickstoff- und Säuredeposition sowie der Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete erfolgt im Rahmen der der FFH-Vorprüfung. Dort werden auch die entsprechenden Beurteilungswerte aufgeführt.

3 Örtliche Situation

Der Standort der geplanten Fernwärmeerzeugungsanlage liegt auf einem Gelände an der Graßmannstraße am Becken 1 im Reinauhafen in Mannheim.

Die geodätische Höhe am Standort beträgt etwa 95 m über NN. Die Umgebung des Standorts kann als weitläufig ebenes Gelände (Rheinebene) charakterisiert werden. Östlich/südöstlich steigt das Gelände leicht an und erreicht etwa 3 km vom Standort entfernt Höhen von ca. 110 m ü. NN.

Abbildung 1 zeigt die Lage und die weitere Umgebung des Standorts.

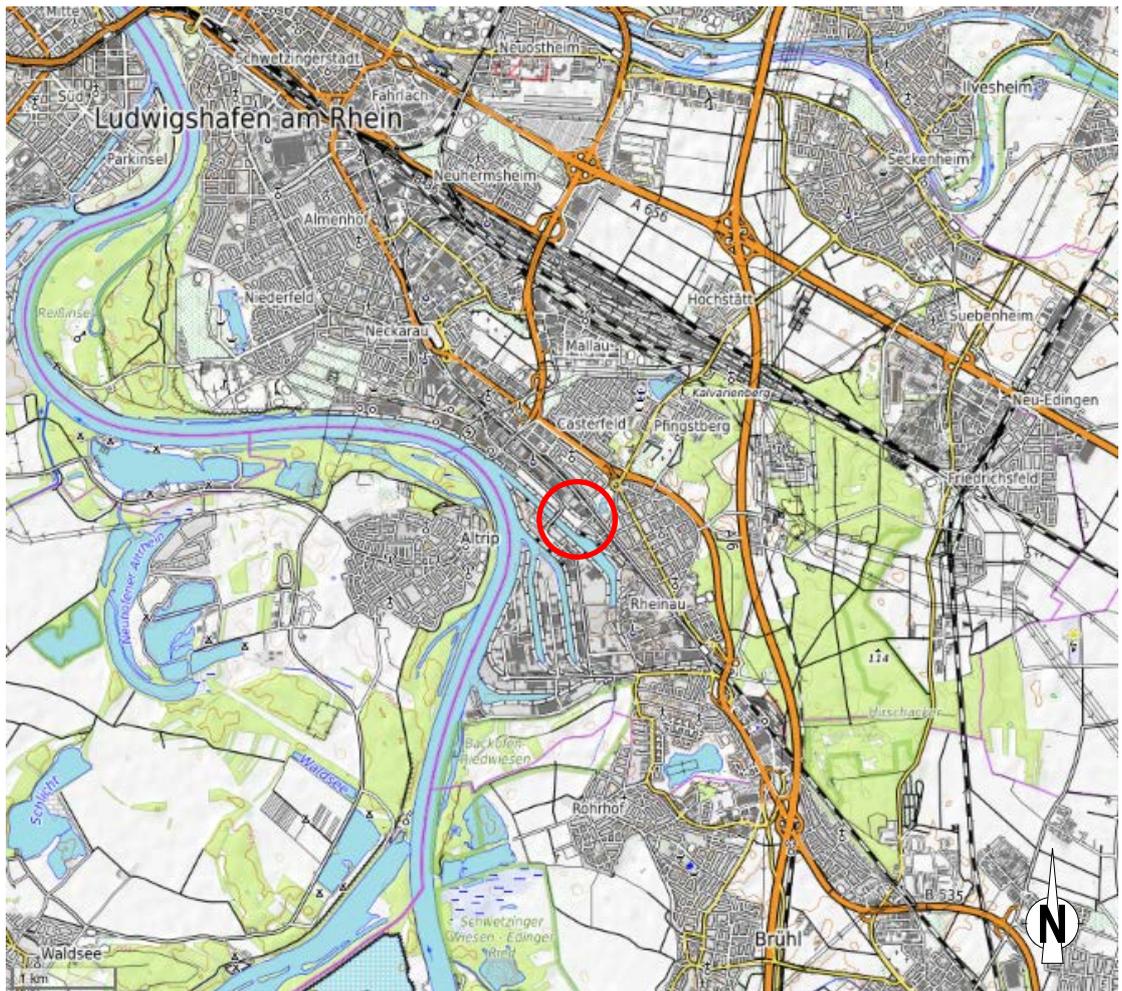


Abbildung 1. Standort (roter Kreis) und Umgebung, Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) [34].

Die Umgebung des Standorts ist durch das Hafengebiet mit verschiedenen industriellen und gewerblichen Nutzungen geprägt. Nordwestlich befindet sich das Großkraftwerk Mannheim (GKM). Im weiteren Umfeld befinden sich verschiedene Siedlungsgebiete. Auf der anderen Rheinseite liegt Altrip. Zwischen den Siedlungsgebieten befinden sich landwirtschaftliche Nutzflächen. Östlich und südwestlich befinden sich bewaldete Flächen in ca. 2,5 km bzw. 1,5 km Entfernung zum Standort. Die Autobahn A6 verläuft etwa 2 km östlich des Standorts.

Die dem Standort nächstgelegenen Wohnnutzungen befinden sich in einem Abstand von ca. 200 – 300 m nördlich des Standorts.

Der Skizze des Standorts in Abbildung 2 kann die Lage der geplanten Fernwärmeerzeugungsanlage entnommen werden.

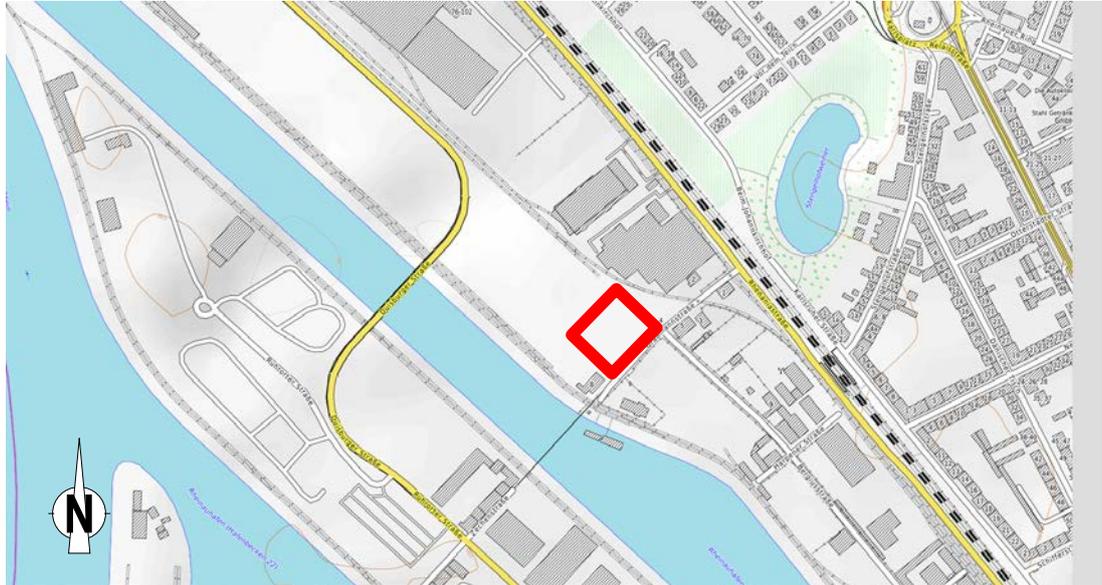


Abbildung 2. Standort für die FW-Besicherungsanlage (rot markiert). Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) [34]

Die Mannheimer Umweltzone ist in Abbildung 3 gezeigt. Sie umfasst die Innenstadt („Quadrate“) sowie die Stadteile Neckarstadt, Oststadt (mit Luisenpark), Schwetzingenstadt und Jungbusch.

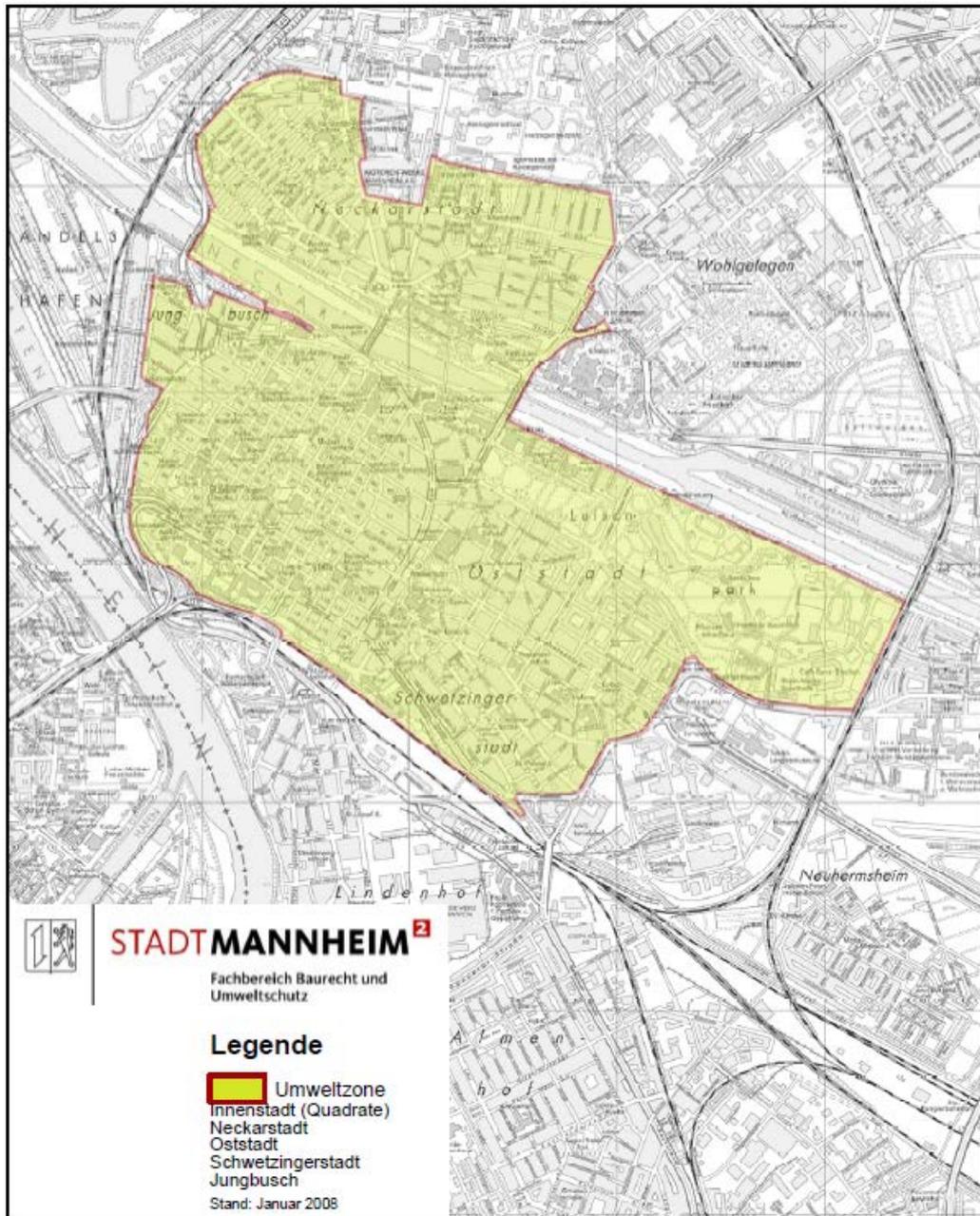


Abbildung 3. Umweltzone Mannheim [43].

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\MM157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10. 06. 2021

4 Beschreibung der Anlage und des Betriebs

Die folgende Beschreibung basiert auf Angaben der Vorhabenträgerin [28]. Eine detaillierte Beschreibung kann den Antragsunterlagen entnommen werden.

Das Vorhaben am Standort RUN beinhaltet die Errichtung einer Fernwärmebesicherungsanlage, bestehend aus zwei baugleichen Heißwasserkesseln, einem zugehörigen Gashauss, zwei Pumpengruppen mit jeweils drei Fernwärmepumpen, einem Trafogebäude, einem Leittechnikraum, einem Schaltanlagegebäude, einer Brandmeldeanlage mit MSA und einem Heizöltank mit 16 m Durchmesser und einem Fassungsvermögen von ca. 3.000 m³ (< 2.500 t) samt der Pumpengruppe mit Tankkesselwagen (TKW)-Entladetasche. Die Fernwärmepumpenanlage wird eine hydraulische Leistung von ca. 9.000 t/h haben.

Die Heißwasserkesselanlage ist mit einer Besicherungsleistung von ca. 286 MW_{th} geplant.

Als Brennstoffe kommen Erdgas oder Heizöl Extra Leicht, schwefelarm (HEL) zum Einsatz. Die Feuerungen können auch als Mischfeuerungen³ (gleichzeitiger Einsatz von Erdgas und HEL) betrieben werden.

Die technischen Daten der Fernwärmebesicherungsanlage sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3. Technische Daten der Fernwärmebesicherungsanlage [28].

Anzahl der Heißwasserkessel	Stück	2
Brennstoff	Art	Erdgas/ HEL
Feuerungswärmeleistung Erdgas je Kessel	MW	< 150
Feuerungswärmeleistung HEL je Kessel	MW	< 150
Max. FWL Gesamtanlage Erdgas	MW	< 300
Max. FWL Gesamtanlage HEL	MW	< 300
Nutzvolumen HEL Tank	m ³	ca. 3.000 (< 2.500 t)
Fernwärmeverlauftemperatur (max.)	°C	< 130
Fernwärmeförderstrom (max.)	t/h	ca. 9.000

Es sind insgesamt folgende max. Feuerungswärmeleistungen (FWL) sowie max. Abgasvolumenströme vorgesehen (Tabelle 4).

Tabelle 4. Max. Feuerungswärmeleistungen/Abgasvolumenströme, insgesamt [28].

Parameter	Einheit	Erdgas	HEL
Max. FWL, insgesamt	MW	< 300	< 300
Max. Abgasvolumenstrom (trocken) bei 3 % O ₂ -Gehalt, insgesamt	Nm ³ /h	343.000	365.000

³ Mischfeuerung im Sinne der 13. BImSchV ist eine Einzelfeuerung, die mit zwei oder mehr Brennstoffen gleichzeitig betrieben werden kann.

Für das Vorhaben werden mehrere Gebäude mit folgenden Abmessungen errichtet [28]:

Kesselhaus: $L \times B \times H = 35,5 \text{ m} \times 23,4 \text{ m} \times 24,6 \text{ m}$

Gashaus: $L \times B \times H = 15,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m} \times 7,8 \text{ m}$

Pumpenhaus: $L \times B \times H = 31,65 \text{ m} \times 14,3 \text{ m} \times 8,9 \text{ m}$ (Treppenturm 11,5 m)

Schaltanlagegeb.: $L \times B \times H = 14,18 \text{ m} \times 17,3 \text{ m} \times 4,75 \text{ m}$

HEL Tank: Durchmesser $\times H = 16 \text{ m} \times 18 \text{ m}$ (Oberkante Geländer)

In Abbildung 4 ist ein Auszug aus dem Aufstellungsplan gezeigt.

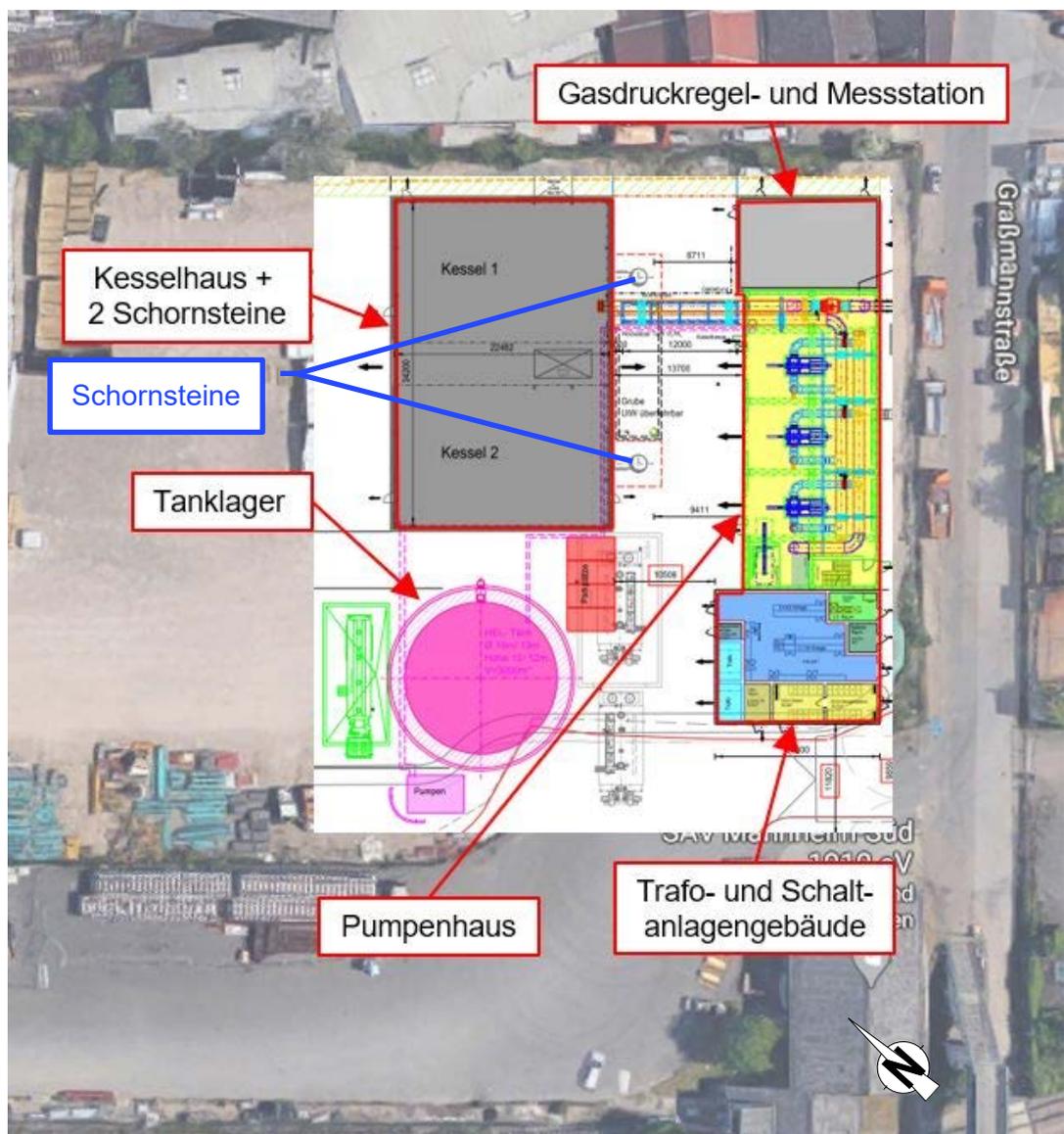


Abbildung 4. Auszug aus dem Aufstellungsplan [28].

Das Erdgas wird aus dem Stadtübertragungsnetz bezogen und in einer Gasdruckregel- und Messanlage (Teil eines gesonderten Genehmigungsantrages) auf das Betriebsniveau der Heißwassererzeuger reduziert. Zur Aufwärmung des, durch die Reduzierung abgekühlten, Erdgases wird Heizwasser aus dem Fernwärmenetz verwendet.

Der Brennstoff HEL wird mittels Tankkesselwagen angeliefert und auf der Anlage in einem Heizöltank bevorratet. Heizölpumpen fördern je nach Bedarf den Brennstoff zu den jeweiligen Heißwassererzeugern. Zur Einhaltung der Viskosität des HEL wird das Tanklager beheizt. Für die Anlieferung von HEL sind maximal 16 Tankkesselwagen pro Tag zu erwarten, soweit die Anlage mit Heizöl EL betrieben wird [28]. Im Jahresdurchschnitt sind es aufgrund der Beschränkung der Betriebszeit mit HEL deutlich weniger Tankkesselwagen pro Tag. Die An- und Abfahrt erfolgt über die Zufahrt zum Betriebsgelände an der Graßmannstraße.

Die notwendige Verbrennungsluft wird aus der Umgebung angesaugt und mithilfe von Verbrennungsluftgebläsen den Kesseln zugeführt.

Die Abgase der beiden Kessel werden über zwei eigenständige Abgasschornsteine an die Atmosphäre abgeleitet.

Anfallende Kondensate aus den Abgasschornsteinen werden einer Neutralisierung zugeführt und zusammen mit den, zuvor durch einen Leichtflüssigkeitsabscheider gereinigten, ölhaltigen Abwässern aus der TKW-Entladetasse sowie aus dem Auffangraum des Heizöltanks und dem betrieblichen Abwasser abgeleitet. Der abgeschiedene ölhaltige Teil des Abwassers wird einer gesonderten Entsorgung zugeführt. Regenwasser wird in die städtische Kanalisation gegeben.

Die Anlage ist konzipiert für einen 72 h Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung (BoB-Betrieb). Die Steuerung und Überwachung erfolgt von der Leitwarte des HKW der MVV aus. Ein ständiger Arbeitsplatz in der Fernwärmebesicherungsanlage ist somit nicht gegeben.

Der Betrieb der Fernwärmebesicherungsanlage dient der Versorgungssicherheit bei Ausfall von Erzeugungsanlagen und zur Deckung von Lastspitzen im Bedarfsfall. Gem. Planung der Vorhabenträgerin wird hierfür von folgenden Betriebszeiten pro Jahr ausgegangen⁴:

- Maximal 7.000 Betriebsstunden im Jahr mit Erdgas oder Heizöl EL (HEL),
- davon maximal 1.000 Betriebsstunden im Jahr mit dem Brennstoff HEL, schwefelarm.

⁴ Im Antrag werden Volllastbetriebsstunden als Planungsgrundlage angegeben. Da es prinzipiell beliebig viele mögliche Betriebszustände in Teillast mit zugehörigen Tages- und Jahresgängen gibt, wird im vorliegenden Gutachten jedoch – unabhängig von der Last – auf Betriebsstunden abgestellt und ein (in der Realität möglicher) Teillastbetrieb im Rechenmodell (bzgl. der Emissionen konservativ) als Volllastbetrieb berücksichtigt, vgl. auch Abschnitt 5.3. Eine Umrechnung der hier zugrunde gelegten Betriebsstunden auf Volllastbetriebsstunden kann vor diesem Hintergrund nicht vorgenommen werden.

Insgesamt ist die Anlage demnach maximal 7.000 Betriebsstunden pro Jahr in Betrieb. Darin enthalten ist auch der Betrieb als Mischfeuerung.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\157\M157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10.06.2021

5 Emissionsdaten

5.1 Betrachtete Szenarien

Der Betrieb der Fernwärmebesicherungsanlage kann mit Erdgas oder Heizöl EL, schwefelarm erfolgen, s. o. Es werden daher diese beiden Betriebsfälle betrachtet und hierfür je eine Ausbreitungsrechnung durchgeführt.

5.2 Emissionsbegrenzende Anforderungen

Für die Anlage gelten die Anforderungen der 13. BImSchV [5].

Vorliegend werden – soweit über die Anforderungen der aktuell gültigen 13. BImSchV hinausgehend – die Emissionsgrenzwerte nach den §§ 30, 31 der von der Bundesregierung beschlossenen Verordnung zur Neufassung der 13. BImSchV [6] für Anlagen mit einer FWL von weniger als 300 MW beantragt und daher für die Begutachtung zugrunde gelegt. Dabei wird aufgrund des ausschließlichen Einsatzes von schwefelarmem Heizöl EL – über die Anforderungen in [6] hinausgehend – für SO_x ein niedrigerer Grenzwert von 35 mg/m³ beantragt. Eine SCR oder SNCR ist nicht vorgesehen [28].

Im Tagesmittel sind demnach folgende Emissionsgrenzwerte einzuhalten:

Brennstoff Erdgas:

Gesamtstaub	5 mg/m ³
Kohlenmonoxid	50 mg/m ³
Stickoxide (NO _x , angegeben als NO ₂)	85 mg/m ³
Schwefeloxide (SO _x , angegeben als SO ₂)	35 mg/m ³

Brennstoff Heizöl EL, schwefelarm:

Gesamtstaub	10 mg/m ³
Kohlenmonoxid	80 mg/m ³
Stickoxide (NO _x , angegeben als NO ₂)	100 mg/m ³
Schwefeloxide (SO _x , angegeben als SO ₂)	35 mg/m ³

Die Emissionswerte beziehen sich auf Normbedingungen (1.013 hPa, 273 K) und auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im trockenen Abgas von 3 Vol.-%.

Nach den §§ 30, 31 der von der Bundesregierung beschlossenen Verordnung zur Neufassung der 13. BImSchV [6] gelten zudem Emissionsgrenzwerte für das Jahresmittel. Für den Heizöl-Betrieb wird dabei für SO_x – über die Anforderungen in [6] hinausgehend – der o. g. Grenzwert im Tagesmittel übernommen. Die im Jahresmittel einzuhaltenden Emissionen betragen damit

- für den Betrieb mit Erdgas: 60 mg/m³ NO_x.
- für den Betrieb mit Heizöl EL: 10 mg/m³ Staub, 75 mg/m³ NO_x und 35 mg/m³ SO_x.

Nach Angabe der Vorhabenträgerin werden die im Jahresmittel einzuhaltenden Emissionsgrenzwerte auch im Mittel über die tatsächlich stattfindenden Betriebsstunden (insgesamt maximal 7.000 h/a mit Erdgas oder HEL, davon maximal 1.000 h/a mit Heizöl EL) eingehalten.

Zur Ermittlung der Zusatzbelastung von Stickoxiden (NO_x, NO₂) im Jahresmittel (die Grundlage für die Prüfung auf Einhaltung des Irrelevanz- und des 1 %-Kriteriums ist) wird daher in den Ausbreitungsrechnungen von den zulässigen Emissionen im Jahresmittel ausgegangen⁵. (Für Staub, CO und SO_x ergeben sich keine Unterschiede zwischen den im Tages- und Jahresmittel einzuhaltenen Emissionen.)

Für Mischfeuerung⁶ ist § 6 der von der Bundesregierung beschlossenen Verordnung zur Neufassung der 13. BImSchV [6] zu beachten. Dort ist insbesondere folgendes geregelt:

Bei Mischfeuerungen sind die für den jeweiligen Brennstoff maßgeblichen Emissionsgrenzwerte und der jeweilige Bezugssauerstoffgehalt nach dem Verhältnis der mit diesem Brennstoff zugeführten Feuerungswärmeleistung zu der insgesamt zugeführten Feuerungswärmeleistung zu ermitteln. Die für die Feuerungsanlage maßgeblichen Emissionsgrenzwerte und der für die Feuerungsanlage maßgebliche Bezugssauerstoffgehalt ergeben sich durch Addition der nach Satz 1 ermittelten Werte.

Diese Regelung gilt sowohl für die Tages- als auch die Jahresmittelwerte. Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass kein Halbstundenmittelwert das Doppelte des so bestimmten Emissionsgrenzwertes für den Tag überschreitet.

5.3 Emissionen und Ableitbedingungen

Die Ableitung der Abgase aus den beiden Heißwasserkesseln erfolgt über zwei neu zu errichtende Schornsteine.

Die Abgasvolumenströme, die Abgastemperatur und der Austrittsdurchmesser wurden entsprechend den von der Vorhabenträgerin zur Verfügung gestellten Angaben [28] übernommen.

-
- ⁵ Nach Nr. 4.2.2 TA Luft ist in Bereichen mit Überschreitungen der Immissionswerte (entsprechend der Luftreinhaltepläne in Mannheim und Ludwigshafen) eine dort irrelevante Zusatzbelastung Genehmigungsvoraussetzung. Daher erfolgt die Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanz nach Nr. 4.1 Buchstabe c TA Luft 2002. Die Irrelevanz stellt auf die jahresmittlere Zusatzbelastung ab. Diese ergibt sich, wenn man in einer Ausbreitungsrechnung, die ein Jahr abbildet, auch emissionsseitig die im Jahresmittel zulässigen Gegebenheiten ansetzt (eine Berechnung mit den im Tagesmittel zulässigen Emissionen würde die Zusatzbelastung im Jahresmittel deutlich überschätzen). Da vorliegend die im Jahresmittel einzuhaltenen Emissionsgrenzwerte nach Angabe der Vorhabenträgerin auch im Mittel über die tatsächlich stattfindenden Betriebsstunden einzuhalten sind und eingehalten werden, ist die Ausschöpfung der im Tagesmittel gültigen Emissionsgrenzwerte über die Jahres-Betriebsstunden nicht zulässig. In den Ausbreitungsrechnungen werden daher die mit den im Jahresmittel zulässigen Emissionskonzentrationen berechneten Emissionsmassenströme angesetzt.
- ⁶ Mischfeuerung im Sinne der Verordnung ist eine Einzelfeuerung, die mit zwei oder mehr Brennstoffen gleichzeitig betrieben werden kann.

Die daraus und aus den Anforderungen nach Abschnitt 5.2 resultierenden Emissionen und Ableitbedingungen (emissionstechnische Daten) sind in den folgenden Tabelle 5 zusammengestellt. In der Tabelle wird auf die zulässigen Emissionen im Tagesmittel abgestellt.

Tabelle 5. Emissionen im Tagesmittel und Ableitbedingungen, [28] und Berechnungen.

Fernwärmebesicherung Rhein Ufer Neckarau					
Betriebsart		Heißwasserkessel 1		Heißwasserkessel 2	
		Volllast	Volllast	Volllast	Volllast
Brennstoff		Erdgas	Heizöl EL	Erdgas	Heizöl EL
max. Feuerungswärmeleistung	MW	< 150	< 150	< 150	< 150
Heizwert H_i	MJ/Nm ³	36		36	
	MJ/kg		42,7		42,7
Brennstoffeinsatz	Nm ³ /h	15.000		15.000	
	kg/h		12.646		12.646
Schornstein					
Schornsteinhöhe nach TA Luft	m	zu ermitteln		zu ermitteln	
Innendurchmesser	m	2,20		2,20	
Querschnittfläche	m ²	3,80		3,80	
Gauß-Krüger-Koordinaten, ungefähr					
- Rechtswert	m	34 65 126		34 65 113	
- Hochwert	m	54 77 714		54 77 700	
Abgaskenngrößen im Schornstein					
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	20,7	20,6	20,7	20,6
Temperatur an der Mündung	°C	100	100	100	100
Wärmestrom (bezogen auf 283 K)	MW	7,04	7,02	7,04	7,02
Bezugssauerstoffgehalt (trocken)	Vol.-%	3,0	3,0	3,0	3,0
Volumenstrom fe., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	207.000	206.500	207.000	206.500
Volumenstrom tr., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	171.500	182.500	171.500	182.500
Schwefeloxide					
		TMW	TMW	TMW	TMW
- maximale Konzentration (als SO ₂) ¹⁾	mg/m ³	35	35	35	35
- maximaler Massenstrom (als SO ₂)	kg/h	6,0	6,4	6,0	6,4
Stickstoffoxide					
		TMW	TMW	TMW	TMW
- NO ₂ -Anteil im Abgas (Erfahrungswerte / Messdaten)	%	10	10	10	10
- max. NO _x -Konzentration (als NO ₂) ¹⁾	mg/m ³	85	100	85	100
- maximaler NO-Massenstrom	kg/h	8,56	10,71	8,56	10,71
- maximaler NO ₂ -Massenstrom	kg/h	1,46	1,83	1,46	1,83
- maximaler NO ₂ -Massenstrom (mit 60%-Konvention) ²⁾	kg/h	9,33	11,68	9,33	11,68
- maximaler NO _x -Gesamtmassenstrom (als NO ₂)	kg/h	14,6	18,3	14,6	18,3
Kohlenmonoxid (CO)					
		TMW	TMW	TMW	TMW
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	50	80	50	80
- maximaler Massenstrom	kg/h	8,6	14,6	8,6	14,6
Staub					
		TMW	TMW	TMW	TMW
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	5	10	5	10
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,9	1,8	0,9	1,8

TMW: Tagesmittelwert

¹⁾ Konzentrationsangaben jeweils bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand sowie auf den Bezugssauerstoffgehalt

²⁾ Massenstromberechnung unter Berücksichtigung eines NO₂-Anteils von 10% und eines Umwandlungsgrades von NO zu NO₂ von 60 % (TA Luft Nr. 5.5.3)

Der Bezugssauerstoffgehalt beträgt auch für die Mischfeuerung 3 Vol.-% im trockenen Abgas. Die Emissionsgrenzwerte für die Mischfeuerung liegen jedoch nach oben genannter Regelung in § 6 der von der Bundesregierung beschlossenen Verordnung zur Neufassung der 13. BImSchV [6] zwischen denen für alleinigen Einsatz von Erdgas und denen für alleinigen Einsatz von HEL. Auch die Abgasvolumenströme und somit die Emissionsmassenströme liegen zwischen denen für die Feuerung mit Erdgas und denen für die Feuerung mit HEL. Emissionsgrenzwerte, Abgasvolumenströme und Emissionsmassenströme ergeben sich proportional zum Verhältnis der eingesetzten Brennstoffe.

Da die Abgastemperatur im Erdgas- und HEL-Betrieb (planerisch) identisch ist, ergibt sie sich auch für die Mischfeuerung. Die genauen Werte für die Mischfeuerung hängen jedoch davon ab, in welchem Verhältnis Erdgas und HEL eingesetzt werden. Dieses Verhältnis kann variieren.

Eine explizite Betrachtung aller Möglichkeiten für die Mischfeuerung in der Ausbreitungsrechnung kann daher nicht (oder nur beispielhaft) erfolgen. Die Ergebnisse für die Mischfeuerung (insbesondere auch bzgl. Lage und Höhe der maximalen Zusatzbelastung im Jahresmittel) liegen aufgrund der vorstehend beschriebenen Zusammenhänge aber (etwa proportional zum Verhältnis der eingesetzten Brennstoffe) zwischen den Ergebnissen für Erdgas und HEL.

In den Ausbreitungsrechnungen werden daher die „Grenzfälle“, also der Volllastbetrieb alleine mit Erdgas und der Betrieb alleine mit HEL, untersucht.

Die Anlage soll auch in Teillast betrieben werden können⁷. Die Teillast richtet sich nach dem Bedarf. Konkrete Angaben zum Jahresgang der Lastzustände und den zugehörigen Ableitbedingungen können daher nicht vorliegen.

In den Ausbreitungsrechnungen wird daher konservativ grundsätzlich auf den Volllastbetrieb mit den höchsten zu erwartenden Emissionen abgestellt.

Der Betrieb der Fernwärmebesicherungsanlage ist nur zeitlich begrenzt vorgesehen (maximal 7.000 h/a, davon maximal 1.000 h/a mit schwefelarmem Heizöl EL und die restliche Zeit mit Erdgas).

Die Betriebsstunden mit Mischfeuerung sind dabei entsprechend dem aktuell mit dem jeweiligen Brennstoff eingebrachten Anteil an der aktuellen, gesamten FWL anteilig den Betriebsstunden mit Erdgas bzw. Heizöl EL zuzurechnen⁸.

5.4 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme

Die gem. Tabelle 5 resultierenden Emissionsmassenströme sind in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammengefasst und den jeweiligen Bagatellmassenströmen der TA Luft Nr. 4.6.1.1 (vgl. auch Tabelle 1) gegenübergestellt.

Tabelle 6. Emissionsmassenströme und Bagatellmassenströme nach TA Luft.

Komponente	Bagatell-	Emissions-	Emissions-
	massenströme (Nr. 4.6.1.1 TA Luft)	massenstrom, maximal (Erdgas)	massenstrom, maximal (Heizöl EL)
	[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
Schwefeloxide	20	12,0	12,8
Staub	1	1,72	3,65
Stickstoffoxide	20	29,2	36,5

⁷ Die Anlage insgesamt wird auch dann in Teillast betrieben, wenn nur ein Kessel (auch wenn dieser dann Volllast läuft) betrieben wird.

⁸ Beispiel: Eine Mischfeuerung erfolgt über 4 h in Teillast der Anlage mit einer FWL von insgesamt 200 MW, wobei 150 MW mit Erdgas und 50 MW mit HEL gedeckt werden. Dies entspricht $150/200 * 4 = 3$ Betriebsstunden mit Erdgas und $50/200 * 4 = 1$ Betriebsstunde mit HEL.

Die Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2002 werden demnach mit Ausnahme von SO_x überschritten. Daher ist eine Ausbreitungsrechnung durchzuführen.

5.5 Sonstige Quellen – Lkw-Fahrverkehr

Der Fahrverkehr auf dem Betriebsgelände mit Lkw ist dem Anlagenbetrieb zuzuordnen und daher grundsätzlich zu betrachten.

Relevante Schadstoffemission aus dem Verkehr sind typischerweise NO_x (aus den Motoren) und Staub (aus Motoren sowie Aufwirbelungen und Abrieb). Andere Schadstoffemissionen aus dem Verkehr sind auch mit Bezug auf die jeweiligen Immissionswerte als gering anzusehen und können vorliegend vernachlässigt werden.

Der Fahrverkehr (Fahrwege sowie Art und Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge) wurden nach Angaben der Vorhabenträgerin [28] berücksichtigt.

Die Abschätzung der motorischen Emissionen erfolgt für Lkw auf der Grundlage des Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) [29].

Im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise wurde 2020 als Bezugsjahr gewählt, d. h. eine durch verbesserte Abgasminderung zukünftig zu erwartende Reduktion der Emissionen wurde nicht in Betracht gezogen.

Zur möglichst realitätsnahen Beschreibung der Fahrweise der Lkw auf dem Betriebsgelände wurden nach [29] die Verkehrssituationen „*Agglo/Erschliessung/30/dicht*“ und „*Agglo/Erschliessung/30/stop+go*“ für Erschließungsstraßen mit je 50 % Gewichtung kombiniert. Die Eingabedaten werden nachfolgend dokumentiert:

- Bezugsjahr: 2020 (für die Zukunft konservative Annahme, da künftig mit geringeren Emissionen zu rechnen ist)
- Fahrzeugkategorie: Lkw
- Verkehrssituation: 0,5 × *Agglo/Erschliessung/30/stop+go* +
0,5 × *Agglo/Erschliessung/30/dicht*

Die hieraus resultierenden Emissionsfaktoren aus den Motoren ergeben sich nach [29] für die relevanten Schadstoffe zu:

- Partikel (PM₁₀): 0,069 g/(km*Fahrzeug)
- NO_x: 7,472 g/(km*Fahrzeug)

Neben den Emissionen aus dem Motor treten Staubemissionen aus Abrieb und Aufwirbelung auf.

Für die Fahrten auf dem asphaltierten und regelmäßig bzw. bedarfsgerecht gereinigten [28] Betriebsgelände können Staubemissionen aus Abrieb und Aufwirbelung nach dem der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 (September 2018) [30] mit etwa 11 g/km PM₁₀ und etwa 56 g/km Gesamtstaub abgeschätzt werden⁹. (Zum Vergleich: Nach [31]

⁹ Für die Abschätzung wurden zugrunde gelegt: s_L = 1 g/m² (regelmäßige Reinigung); W = 27,5 t (Lkw: voll 40 t, leer 15 t); p = 121 d/a; k_M = 0,4 (max. zul. Fahrgeschwindigkeit auf dem Gelände 10 km/h).

ergeben sich für Lkw auf öffentlichen Straßen deutlich geringere PM₁₀-Emissionen aus Aufwirbelung und Abrieb von 1,2 g/km im Fahrmodus „stop+go“ und 0,5 g/km im Fahrmodus „dicht“.)

Für die Anlieferung von Heizöl EL sind maximal 16 Lkw pro Anliefertag erforderlich, s. o. [28].

Dabei legt ein Fahrzeug insgesamt (Hin- und Rückweg) durchschnittlich eine Strecke von etwa 0,25 km auf asphaltierten Wegen auf dem Betriebsgelände zurück.

Insgesamt ergeben sich aus dem Lkw-Fahrverkehr für die Anlieferung von Heizöl EL im ungünstigsten Fall (maximale Anzahl an Lkw pro Tag) in der Größenordnung die folgenden diffusen Emissionen pro mittlerer Tages-Stunde:

- Gesamtstaub: 0,009 kg/h inkl. Aufwirbelung
davon Feinstaub (PM₁₀): 0,002 kg/h inkl. Aufwirbelung
- NO_x: 0,001 kg/h.

Die Emissionen aus dem Fahrverkehr halten demnach die Bagatellmassenströme für diffuse Emissionen (Nr. 4.6.1.1 Buchstabe b) TA Luft) ein. Aufgrund der geringen Größenordnung der Emissionen ist davon auszugehen, dass durch die Fahrten auf dem Betriebsgelände keine signifikanten Immissionsbeiträge an den relevanten Immissionsorten auftreten. Außerhalb des Betriebsgeländes fallen die zusätzlichen Immissionsbeiträge durch die Verkehrsbewegungen auf dem Betriebsgelände nicht ins Gewicht. In der Ausbreitungsrechnung wird diese Quelle daher nicht explizit berücksichtigt.

5.6 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind Deposition (= Ablagerung der Staubteilchen aufgrund ihrer Affinität zu Oberflächen) und Sedimentation (= Ablagerung der Staubteilchen aufgrund der Schwerkraft) zu berücksichtigen.

Für staubförmige Emissionen aus den Heißwasserkesseln wird davon ausgegangen, dass sie vollständig als Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm anfallen. Die weitere Korngrößenverteilung ist nicht bekannt, sodass die Emissionen der Klasse 2 (pm-2) zugeordnet werden.

Die Korngrößenverteilung wurde in der Ausbreitungsrechnung durch die Sedimentations- (v_s) und Depositionsgeschwindigkeiten (v_d) nach Anhang 3 der TA Luft abgebildet.

Für die Klasse 2 (pm-2) gilt $v_s = 0,00$ m/s und $v_d = 0,01$ m/s.

6 Schornsteinhöhenberechnung

6.1 Bestimmung der Schornsteinhöhe H'

Zur Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.3 der TA Luft [9] sind die folgenden Parameter erforderlich:

d in m:	Innendurchmesser des Schornsteins oder äquivalenter Innendurchmesser der Querschnittfläche
t in °C:	Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung
R in m ³ /h:	Volumenstrom des Abgases im Normzustand nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf
Q in kg/h:	Emissionsmassenstrom des emittierten luftverunreinigenden Stoffes aus der Emissionsquelle

Für t , R und Q sind jeweils die Werte einzusetzen, die sich bei bestimmungsgemäßem Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes der Brenn- bzw. Rohstoffe. Als ungünstigster Betriebszustand ist der Vollastbetrieb mit Heizöl EL bei Ausschöpfung der Emissionsbegrenzungen anzusehen¹⁰.

Der Volumenstrom R wird dabei gem. „Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung“ [14] jeweils für einen realistischen Sauerstoffgehalt (hier: Betriebssauerstoffgehalt, der nach vorliegenden Daten dem Bezugssauerstoffgehalt entspricht) angesetzt. Nach dem „Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung“ [14] bzw. der Ergebnisniederschrift über die 102. Sitzung des LAI-Unterausschusses Luft/Technik [18] sind für die Schornsteinhöhenbestimmung die Tagesmittelwerte zugrunde zu legen¹¹.

Mit den ermittelten Abgasvolumenströmen und den jeweils anzusetzenden Grenzwerten wurden die Emissionsmassenströme Q berechnet. Entsprechend der Vorgabe der Nr. 5.5.3 der TA Luft ist dabei von einer 60 %igen Umwandlung von NO zu NO₂ auszugehen. Der Emissionsmassenstrom von NO ist also mit dem Faktor 0,6 zu gewichten, auf NO₂ umzurechnen und zusammen mit der NO₂-Emission an der Quelle als NO_x (angegeben als NO₂) in der Berechnung zu berücksichtigen (vgl. auch [14]). Der Anteil von NO₂ an der gesamten NO_x-Emission im Abgas wurde auf der Basis von typischen Werten konservativ mit 10 % angesetzt.

Die Emissionsmassenströme der einzelnen Schadstoffkomponenten werden mit dem *S-Wert* normiert (vgl. Anhang 7 der TA Luft). Im vorliegenden Fall ergibt sich damit der höchste Q/S -Wert für NO₂ (der *S-Wert* für NO₂ beträgt 0,1), d. h. diese Komponente ist maßgeblich für die Bestimmung der erforderlichen Schornsteinhöhe.

¹⁰ Sowohl für den Betrieb mit Erdgas als auch für den Betrieb als Mischfeuerung mit Erdgas und Heizöl EL ergeben sich geringere maximal zulässige Emissionen.

¹¹ Eine abweichende Vorgehensweise, welche z. B. den Halbstundenmittelwert zur Bestimmung der Schornsteinhöhe zu Grunde legt, ist im Einzelfall nicht ausgeschlossen, sie ist jedoch ausführlich zu begründen. Im vorliegenden Fall kann hierzu keine Veranlassung erkannt werden.

Die Eingangsdaten zur Schornsteinhöhenberechnung für einen Schornstein sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7. Daten für die Schornsteinhöhenberechnung (je Schornstein).

Größe	Schornstein	
Austrittsdurchmesser d	2,20	m
Mündungstemperatur t	100	°C
Volumenstrom R (Norm, tr.)	182.500	m ³ /h
Massenstrom NO _x (als NO ₂)	18,3	kg/h
NO ₂ -Massenstrom (60 % Konvention)	11,7	kg/h
S-Wert NO ₂	0,1	-
Emissionsmassenstrom Q/S	117	kg/h
Massenstrom SO _x (als SO ₂)	6,4	kg/h
S-Wert SO ₂	0,14	-
Emissionsmassenstrom Q/S	45,7	kg/h

Anhand des Nomogramms nach Ziffer 5.5., der TA Luft bzw. mit dem Rechenprogramm P&K 3781 [21] ergibt sich die emissionsbedingte Schornsteinhöhe H' zu

$H' = 11,8$ m.

6.2 Festlegung des Zusatzbetrages J für Bebauung und Bewuchs (Verbrennung)

Gemäß Nr. 5.5.4 der TA Luft muss die Schornsteinhöhe H' um einen Zusatzbetrag erhöht werden, sofern die geschlossene, vorhandene oder nach einem Bebauungsplan zulässige Bebauung oder der geschlossene Bewuchs mehr als 5 vom Hundert der Fläche des Beurteilungsgebietes¹² beträgt.

Im vorliegenden Fall kann die mittlere Höhe der Bebauung und des Bewuchses in der Umgebung konservativ mit $J' = 15$ m abgeschätzt werden (die Gebäude in der näheren Umgebung haben meist Höhen von 10 - 15 m, einzelne Gebäude – insbesondere die Blöcke des GKM sind auch höher. In Rheinau liegen die Höhen der mehrstöckigen Wohnbebauung zwischen etwa 15 und 20 m. In Altrip liegen die Gebäudehöhen meist unter 15 m).

Entsprechend dem Diagramm zur Ermittlung des Zusatzbetrages J nach Nr. 5.5.4 der TA Luft ergibt sich aus dem Verhältnis J'/H' ein Wert von 1,0 für das Verhältnis zwischen J und J' . Die Schornsteinhöhe H' muss daher um $J = 15$ m erhöht werden.

¹² Nach dem Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung zu berücksichtigen ist ein Gebiet mit dem Radius des fünfzigfachen der nach Nomogramm ermittelten Schornsteinhöhe bzw. 1.000 m bei Schornsteinhöhen kleiner 20 m.

Die erforderliche Schornsteinbauhöhe H für die Verbrennung ergibt sich damit aus der Addition von H' und J zu

$$H = 26,8 \text{ m.}$$

6.3 Geländekorrektur gemäß VDI-Richtlinie 3781 Blatt 2 (Verbrennung)

Das Gelände im Umfeld des Standorts ist weitgehend eben. Aufgrund der östlich in etwa 3 km Entfernung gelegenen Erhebung ist jedoch eine geringe Geländekorrektur gemäß VDI-Richtlinie 3781 Blatt 2 [22] erforderlich.

Als Parameter wurden für die maßgebliche Geländeform „Berg“ berücksichtigt:
 $d = 3.048,8 \text{ m}$, $a = 19 \text{ m}$, $\beta = 179,3^\circ$, $x/d = -1,1475$.

Damit ergibt sich die geländekorrigierte Schornsteinbauhöhe über Grund auf ganze Meter aufgerundet zu

$$H_G = 27 \text{ m.}$$

6.4 Schornsteinbauhöhe aufgrund der baulichen Gegebenheiten

Zusätzlich zur schadstoff- bzw. umgebungsbedingten Festlegung der Schornsteinbauhöhe ist zu überprüfen, ob die aufgrund der baulichen Gegebenheiten zu stellenden Mindestanforderungen nach Nr. 5.5.2 Abs. 1 der TA Luft erfüllt sind.

Demnach soll der Schornstein mindestens eine Höhe von zehn Meter über der Flur und eine den Dachfirst um drei Meter überragende Höhe haben. Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad ist die Höhe des (fiktiven) Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad zu berechnen:

$$\begin{aligned} \text{Bauhöhe} &= \text{fiktive Firsthöhe} + 3 \text{ m} \\ &= \text{Traufhöhe } (H) + 0,5 * \text{Gebäudebreite } (B) * \tan 20^\circ + 3 \text{ m} \end{aligned}$$

Diese Regelung dient dazu, den Mündungsbereich des Schornsteins über die Windverwirbelungen in Flachdachnähe zu verlegen und damit einen Abtransport der Abgase mit der freien Windströmung zu ermöglichen. Die Schornsteinhöhe soll jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht überschreiten. Letztere Anforderung ist insbesondere bei breiten Flachdächern sinnvoll, da ansonsten unverhältnismäßig hohe Schornsteine errechnet würden.

Im vorliegenden Fall ist für die Schornsteine das Kesselhaus zu betrachten. Mit einer relevanten Höhe von 24,6 m und einer Breite von 23,4 m folgt nach der 20-Grad-Regelung eine baulich bedingte Mindesthöhe von **31,9 m über Grund** für beide Schornsteine.

6.5 Zusammenfassung von Emissionen

Ergeben sich mehrere etwa gleich hohe Schornsteine, ist gemäß Nr. 5.5.2 Abs. 2 TA Luft zu prüfen, inwieweit deren Emissionen bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe zusammenzufassen sind.

Hierzu gibt es zwei Methoden (vgl. auch [14]):

Bei **Methode 1** werden die Emissionsmassenströme aller Einzelquellen unter Beibehaltung der übrigen Daten einer zu berechnenden Einzelquelle zusammengefasst.

Bei **Methode 2** werden die Einzelquellen wie mehrzügige Schornsteine behandelt, also sowohl die Massen- als auch die Volumenströme addiert und ein fiktiver äquivalenter Schornsteindurchmesser gebildet.

Als Handlungsempfehlung für die Zusammenfassung von Emissionsmassen- und Volumenströmen bei der Schornsteinhöhenberechnung gilt nach dem Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung [14]:

Schornsteinabstand	Berechnungsmethode
5 D bis 1,4 H	Methode 1
Kleiner 5 D	Methode 2

Erläuterung: 1,4 H ist das 1,4fache der Schornsteinhöhe
5 D ist das 5fache des Schornsteindurchmessers

Im vorliegenden Fall sind zwei Schornsteine (siehe Abbildung 4) geplant. Daher ist weiter zu prüfen, ob bzw. wie die Emissionen dieser Schornsteine zusammenzufassen sind.

Die Schornsteine haben einen Abstand von 19,7 m zueinander. Der Abstand beträgt damit mehr als 5D (5fache des in Tabelle 7 genannten Austrittsdurchmessers von 2,2 m) aber weniger als das 1,4fache der für den Einzelschornstein ermittelten Höhe. Die Emissionen der beiden Schornsteine sind daher nach der oben beschriebenen Methode 1 zusammenzufassen.

Die Eingangsdaten zur Schornsteinhöhenberechnung bei Zusammenfassung der Emissionen sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Tabelle 8. Daten für die Schornsteinhöhenberechnung (Zusammenfassung der Emissionen).

Größe	Schornstein	
Austrittsdurchmesser d	2,20	m
Mündungstemperatur t	100	°C
Volumenstrom R (Norm, tr.)	182.500	m ³ /h
Massenstrom NO _x (als NO ₂)	36,5	kg/h
NO ₂ -Massenstrom (60 % Konvention)	23,4	kg/h
S-Wert NO ₂	0,1	-
Emissionsmassenstrom Q/S	234	kg/h
Massenstrom SO _x (als SO ₂)	12,8	kg/h
S-Wert SO ₂	0,14	-
Emissionsmassenstrom Q/S	91,4	kg/h

- b) für Schornsteine außerhalb des nahen Nachlaufes und innerhalb des fernen Nachlaufes ($l_{NN} < x < l_{FN}$)

$$H_S = (l_{FN} - x) * \frac{H_{20^\circ}}{(l_{FN} - l_{NN})} \quad (2)$$

Die erforderliche Schornsteinhöhe H ergibt sich wie folgt:

$$H = \text{MAX} \{H_S, H_N\} \quad (3)$$

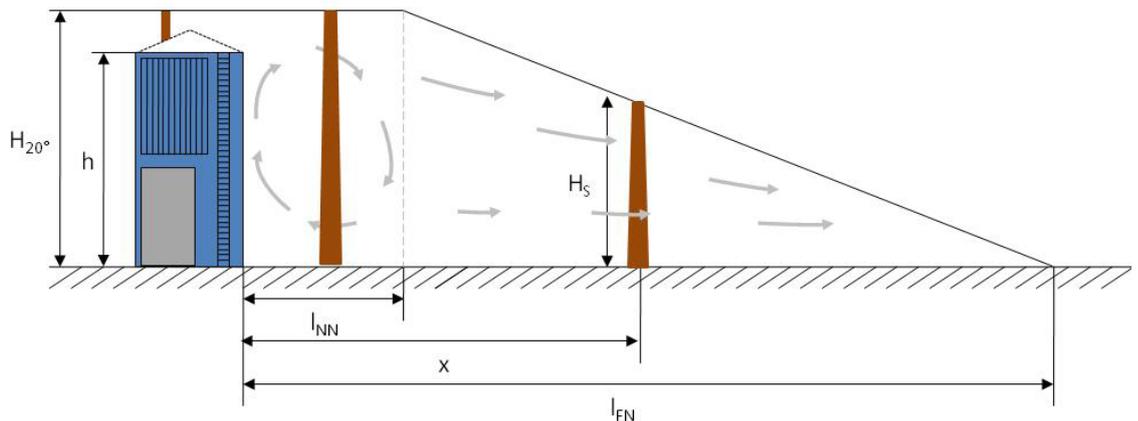


Abbildung 5. Schematische Darstellung der Konvention zur Ermittlung der erforderlichen Schornsteinhöhe im Nahbereich eines hohen Einzelgebäudes, aus [14].

Wie eine Prüfung nach diesem Vorgehen mit der effektiven Gebäudebreite¹⁴ ergibt, befinden sich im relevanten Umfeld der Anlage keine höheren Gebäude als das geplante Kesselhaus.

Zwar liegen die Schornsteine im nahen bzw. fernen Nachlauf einiger Gebäude und des Heizöltanks. Aufgrund der Höhen und Abmessungen dieser Gebäude sowie ihrer Abstände zu den Schornsteinen ergibt sich jedoch kein Korrekturbedarf der in den vorstehenden Abschnitten bestimmten Schornsteinbauhöhe.

6.7 Schornsteinhöhe nach Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)

6.7.1 Grundlagen

Die LAI hat eine Empfehlung [15] vorgelegt, nach der die Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Juli 2017) [16] als Erkenntnisquelle zur Schornsteinhöhenberechnung nach den Nrn. 5.5.1 und 5.5.2 TA Luft heranzuziehen ist.

Die Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (2017) [16] unterscheidet hinsichtlich der erforderlichen Ableithöhe zwischen Anforderungen zum ungestörten Abtransport der Abgase und Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung der Abgase. Die größte der sich ergebenden Ableithöhen ist die maßgebliche.

¹⁴ die effektive Gebäudebreite ist die Gebäudebreite senkrecht zur Abstandslinie Gebäude-Schornstein.

Für einen ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung muss die Schornsteinmündung außerhalb der sogenannten Rezirkulationszone liegen, die durch das Einzelgebäude mit der Abgasanlage selbst, durch vorgelagerte Gebäude und durch Dachaufbauten verursacht werden kann. Die hierfür relevanten Prüfschritte sind in den Nr. 6.2.1 (Einzelgebäude), 6.2.2 (vorgelagerte Gebäude) und 6.2.3 (Dachaufbauten) der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (2017) [16] geregelt.

Zur Berücksichtigung der hinsichtlich Höhe und Abstand potentiell relevanten Gebäude (hier nur Flachdächer) im Umfeld der Schornsteine wird folgende Berechnungsgrundlage zu Grunde gelegt (Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 Kap. 6.2.1.2.2 und 6.2.1.2.3).

Symmetrische Satteldächer mit Dachneigungen $\geq 20^\circ$:

$$H_1 = a \cdot \tan(\alpha - \gamma) \quad (4)$$

$$H_2 = f \cdot H_{\text{Dach}} \quad (5)$$

Flachdächer und symmetrische Satteldächer mit Dachneigungen $< 20^\circ$:

$$H_1 = \left(a + \frac{b}{2}\right) \cdot \tan 20^\circ - H_{\text{Dach}} \quad (6)$$

$$H_2 = (1 + f) \cdot \frac{b}{2} \cdot \tan 20^\circ - H_{\text{Dach}} \quad (7)$$

$$f = \frac{\alpha}{20^\circ} \cdot 0,85 \quad (8)$$

Flach- und Satteldächer:

$$H_{S1} = \min(H_1, H_2) \quad (9)$$

$$H_{A1} = H_{S1} + H_{\text{Ü}} \quad (10)$$

Bei Flachdächern ist die Mündungshöhe zusätzlich nach Gleichung (11) zu berechnen. Die geringere Höhe ist zu verwenden:

$$H_{A1,F} = G \cdot \sqrt[3]{H_{\text{First}}^2 + H_{\text{Ü}}^3} \quad (11)$$

Bei Gebäuden mit Flachdächern oder mit symmetrischen Satteldächern mit Dachneigungen $< 20^\circ$ soll die Höhe des Schornsteins über Grund nicht größer sein als die doppelte Gebäudehöhe.

Dabei ist

H_1	Höhe der Rezirkulationszone in Abhängigkeit vom Abstand a in m
a	horizontaler Abstand zwischen der Mitte des Austrittsquerschnitts der Abgasanlage und dem First in m
b	Breite der Giebelseite (Satteldach) bzw. Schmalseite (Flachdach) des Gebäudes in m
H_{Dach}	reale Dachhöhe des Gebäudes in m
H_2	maximale Höhe der Rezirkulationszone in m
f	Faktor zur Bestimmung von H_2
α	Dachneigungswinkel in °
γ	Dachneigungskorrektur in Abhängigkeit von der Dachneigung
H_{S1}	berechnete Höhe der Mündung der Abgasanlage für ein Einzelgebäude ohne additiven Termin in m
H_{A1}	erforderliche Höhe der Mündung der Abgasanlage für den ungestörten Abtransport der Abgase für ein Einzelgebäude in m
$H_{\dot{U}}$	additiver Term in Abhängigkeit vom Anlagentyp und der Wärmeleistung in m
$H_{A1,F}$	erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableitinrichtung über First für den ungestörten Abtransport der Abgase für ein Einzelgebäude mit Flachdach in m
G	Skalierungsparameter: $G = 1,3 \text{ m}^{1/3}$

Tabelle 9. Werte für den additiven Term $H_{\dot{U}}$ zur Berücksichtigung der turbulenten Scherschicht einer Rezirkulationszone bei Feuerungsanlagen.

Additiver Term $H_{\dot{U}}$ in m	Nenn- oder Feuerungswärmeleistung (Q_N oder Q_F)
0,4	$Q_N \leq 400 \text{ kW}$
1,0	$Q_N > 400 \text{ kW}$ bis $Q_F < 1 \text{ MW}$
3,0	$Q_F \geq 1 \text{ MW}$

Nach Nr. 6.2.2.1 der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (2017) lässt sich die maximale Ausdehnung der Rezirkulationszone eines vorgelagerten Gebäudes wie folgt ermitteln:

$$I_{RZ} = \frac{1,75 \cdot I_{\text{eff}}}{1 + 0,25 \cdot \frac{I_{\text{eff}}}{H_{\text{First,V}}}} \quad (12)$$

Dabei ist

- l_{RZ} horizontale Ausdehnung der Rezirkulationszone in Richtung der Linie „Gebäudemitte-Abgasanlage“ in m
- l_{eff} effektive Länge des vorgelagerten Gebäudes senkrecht zur Linie „Gebäudemitte-Abgasanlage“ in m
- $H_{First,V}$ Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes in m

Ist die horizontale Entfernung der Abgasanlage von der ihr zugewandten Seite des vorgelagerten Gebäudes $l_A \geq l_{RZ}$, muss der Einfluss des vorgelagerten Gebäudes nicht berücksichtigt werden. Andernfalls ist die Abgasanlage so zu erhöhen, dass sich die Schornsteinmündung außerhalb der Rezirkulationszone befindet. Im Vertikalschnitt wird die Rezirkulationszone dabei als Viertelellipse beschrieben, wobei sich die Höhe der Rezirkulationszone mit einem Interpolationsparameter bestimmen lässt.

Eine Hanglage (Nr. 6.2.4 der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (2017)) ist im vorliegenden Fall nicht zu berücksichtigen.

Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung sind in der Nr. 6.3 der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (2017) [16] formuliert. Insbesondere sind hier der sogenannte Einwirkungsbereich der Anlage (Nrn. 6.3.1 und 6.3.2) und das sogenannte Bezugsniveau (Nrn. 6.3.3 und 6.3.4) zu beachten.

Für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) ≥ 1 MW (wie vorliegend der Fall) wird bezüglich der Höhe über Bezugsniveau auf die Anforderungen der TA Luft zur Bestimmung der Schornsteinhöhe unter Berücksichtigung der Bebauung, des Bewuchses und von unebenem Gelände verwiesen (wurde in den Abschnitten 6.1 bis 6.6 behandelt).

Eine Hanglage (Nr. 6.3.5 der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (2017)) ist im vorliegenden Fall nicht zu berücksichtigen.

6.7.2 Berechnung mit dem Programm WinSTACC

Die Berechnung der Ableithöhen nach Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (2017) [16] erfolgte mit dem Programm WinSTACC Version 1.0.6.0 [17] (die Protokolle der Berechnungen für die beiden Schornsteine befinden sich im Anhang A).

Im Rechenprogramm WinSTACC wurden die aufgrund ihrer Höhe und ihrer Abstände potentiell relevanten Gebäude modelliert (Abbildung 6, beispielhaft für den Schornstein UHN2). Im Modell sind andere als rechteckige Grundrisse nicht abbildbar. Der Heizöltank wurde daher als Quader mit Flachdach, mit der effektiven Gebäudebreite und senkrecht zur Abstandslinie gedreht modelliert. Die Gebäude haben Flachdächer.

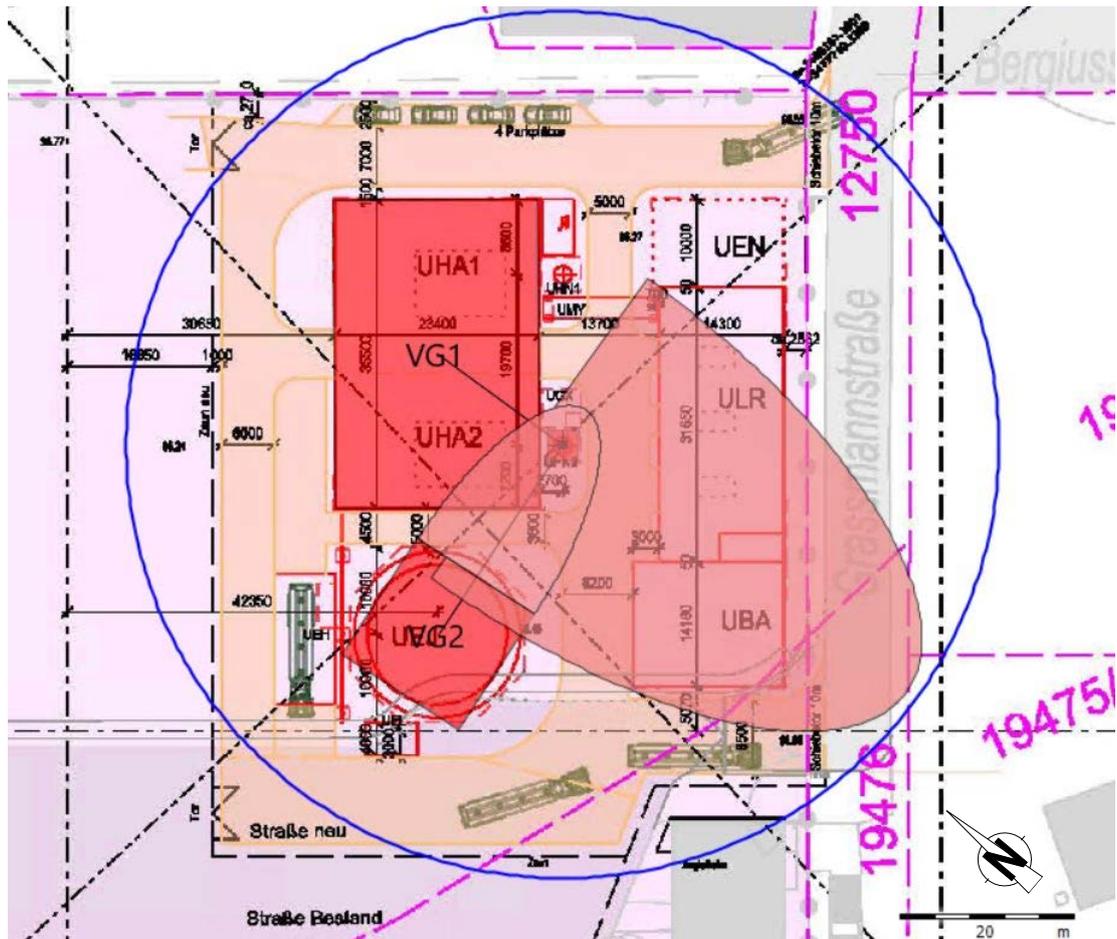


Abbildung 6. Potenziell relevante Gebäude (rot) und ihre Rezirkulationszonen (rosa) sowie Einwirkungsbereich (blau) für den Schornstein UHN2 [17], Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

Im Einwirkungsbereich (vgl. blauer Kreis in Abbildung 6) befinden sich nach den vorliegenden Informationen keine Fenster oder Türen von zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen bzw. sie befinden sich nur in Höhen, die deutlich unter der Höhe der jeweiligen Schornsteinmündung liegen. Das Bezugsniveau H_F und eine Höhe H_B über Bezugsniveau sind daher im vorliegenden Fall nicht höhenbestimmend.

Im vorliegenden Fall ergeben sich für die beiden Schornsteine Ableithöhen von jeweils

31,8 m über Grund.

6.8 Fazit Schornsteinhöhe

Die erforderliche Schornsteinbauhöhe für die beiden Heißwasserkessel ergibt sich aufgrund der emissionsseitigen Anforderungen zu jeweils **32 m über Grund**.

Bei diesen Bauhöhen sind die Vorgaben der TA Luft [9] erfüllt und es ist in Verbindung mit dem thermischen Auftrieb ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung gewährleistet.

Diese Schornsteinbauhöhen werden in der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

7 Meteorologische Eingangsdaten

Der Berücksichtigung der meteorologischen Situation kommt im Rahmen einer Immissionsprognose besondere Bedeutung zu, da die Ausbreitungsbedingungen anthropogen emittierter Spurenstoffe maßgeblich durch die meteorologische Situation der bodennahen Grenzschicht beeinflusst werden. Gemäß den Anforderungen des Anhangs 3 TA Luft sind für Ausbreitungsrechnungen meteorologische Daten zu verwenden, die für den Standort charakteristisch sind. Sofern keine Messdaten am Anlagenstandort vorliegen, sind Daten einer geeigneten und entsprechend ausgerüsteten Station zu verwenden. Dabei ist die Übertragbarkeit der Daten zu prüfen. Nach Anhang 3, Nr. 12 TA Luft kann prinzipiell, in Abhängigkeit der Häufigkeit von Schwachwindsituationen, entweder eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) oder eine Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) verwendet werden.

Im vorliegenden Fall können entsprechend der Prüfung der Übertragbarkeit [32] (vgl. Anhang D) die meteorologischen Daten der DWD-Station Mannheim des repräsentativen Jahres 2015 [33] (vgl. Anhang E) herangezogen werden. Diese Winddaten sind geeignet, die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitshäufigkeitsverteilungen am Standort zu beschreiben.

Für die Immissionsprognose sind die Strömungsverhältnisse im Rechengebiet mit einem geeigneten Windfeldmodell zu berechnen.

Die DWD-Station Mannheim liegt etwa 8 km nördlich des Anlagenstandorts. Die geodätische Höhenlage der Station beträgt 98 m über NN, die Messhöhe 10 m über Grund. Der Standort der Windmessung hat die Koordinaten 8,5585° Länge und 49,5062° Breite.

Abbildung 7 zeigt die Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Mannheim für das zugrunde gelegte Jahr 2015 [33]. Neben dem deutlich ausgeprägten Primärmaximum aus Süd-Südost zeigt die Häufigkeitsverteilung ein weniger stark ausgeprägtes Sekundärmaximum aus Nord-Nordwest. Höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an die südlichen Windrichtungen gekoppelt.

In Abbildung 8 sind die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen nach TA Luft dargestellt. Windschwache Lagen mit Windgeschwindigkeiten $< 1,4$ m/s und umlaufende Winde treten in rund 15 % der Jahresstunden auf. Indifferente Ausbreitungssituationen der Klassen III/1 und III/2 liegen in ca. 47 % der Jahresstunden vor. Stabile Ausbreitungssituationen der Klassen I und II, zu denen unter anderem die Inversionswetterlagen zu rechnen sind, treten in 41 % der Jahresstunden auf.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt etwa 2,9 m/s.

Die Anemometerhöhe wurde anhand der im Header der AKTerm enthaltenen Angaben an die Rauigkeitslänge angepasst.

Die Ersatz-Anemometerposition (EAP) im Rechengebiet (vgl. Abbildung 9) wurde entsprechend der Empfehlung in [32] mit folgenden GK-Koordinaten festgelegt:

GK-RW 34 68 308, GK-HW 54 75 991.

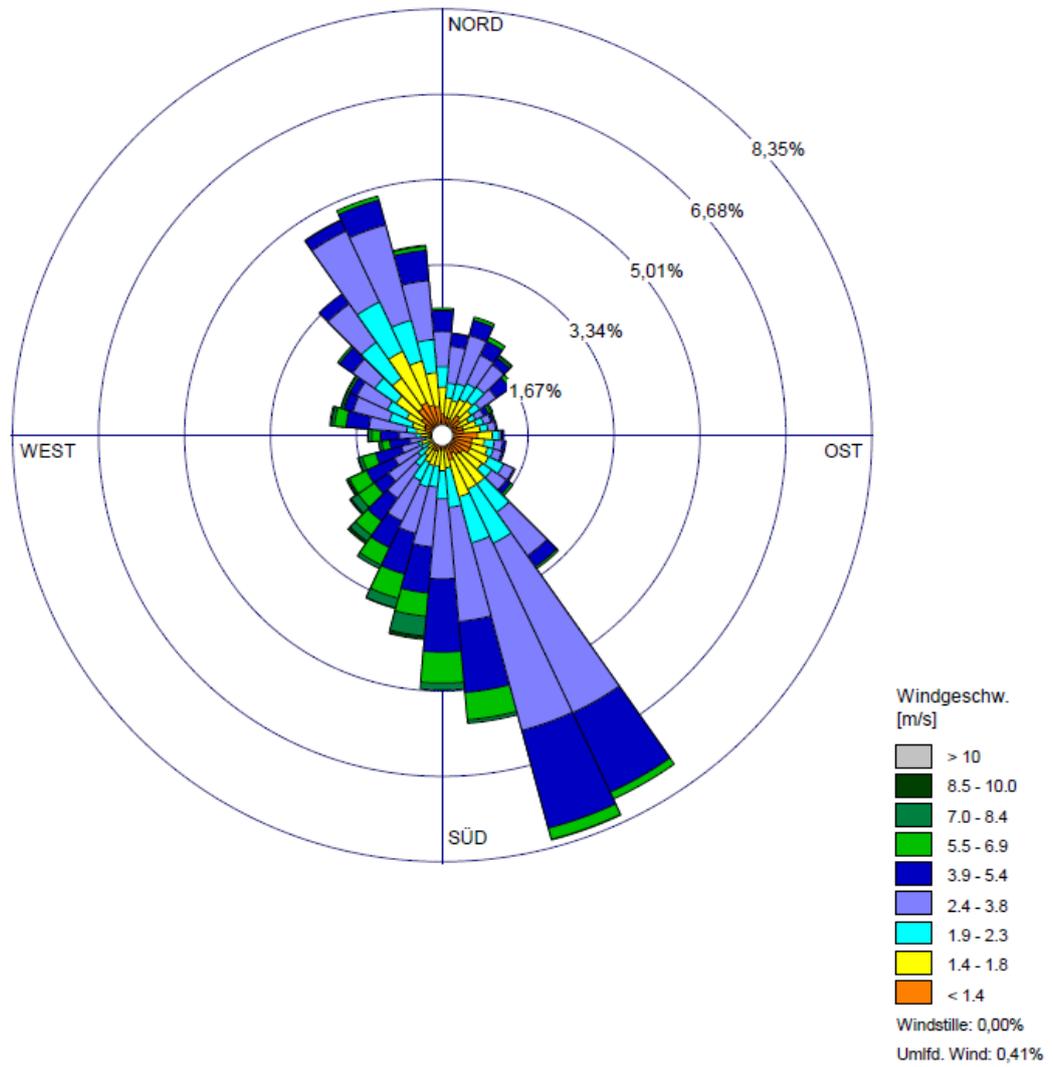


Abbildung 7. Windrichtungsverteilung der DWD-Station Mannheim 2015.

\\IS-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10.06.2021

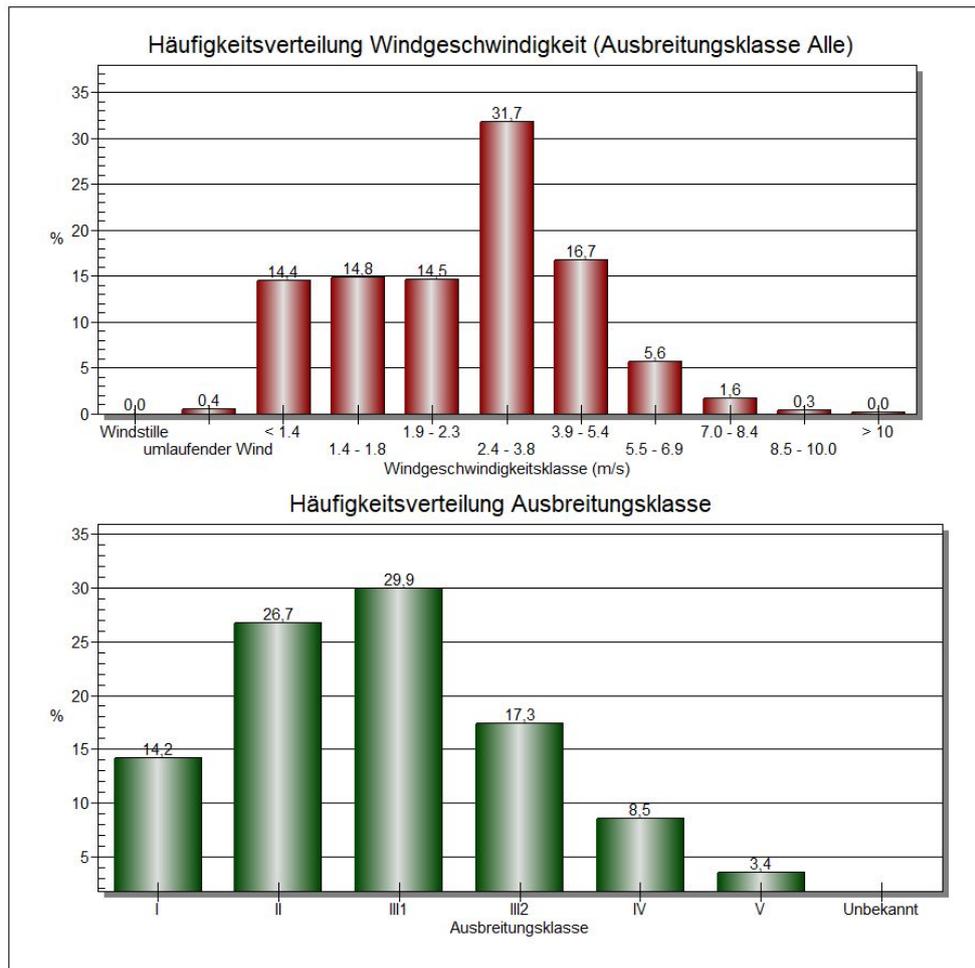


Abbildung 8. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten bzw. Ausbreitungsklassen der DWD-Station Mannheim 2015.

Wesentliche Einflüsse durch lokale Windsysteme oder Kaltluftströme sind aufgrund der Geländeform und auch aufgrund der Ableithöhe nicht zu erwarten. Für die Ausbreitungsrechnung werden die Strömungsverhältnisse im Rechengebiet mit einem geeigneten Windfeldmodell berechnet.

Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen

- Windrichtung in Anemometerhöhe
- Monin-Obukhov-Länge
- Mischungsschichthöhe
- Rauigkeitslänge
- Verdrängungshöhe

wurden gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 und entsprechend den in Anhang 3 der TA Luft festgelegten Konventionen bestimmt.

8 Weitere Eingangsgrößen

8.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das Untersuchungsgebiet nach TA Luft ist als das Innere eines Kreises um den Schornstein definiert, dessen Radius gem. Nr. 4.6.2.5 bzw. Anhang 3, Nr. 7 der TA Luft das 50fache der Schornsteinbauhöhe beträgt. Im vorliegenden Fall beträgt die Schornsteinbauhöhe 32 m, woraus sich das Untersuchungsgebiet nach TA Luft mit einem Radius von 1,6 km um die Schornsteine ergibt.

Für die Ausbreitungsrechnung wird ein rechteckiges Rechengebiet mit Abmessungen von 9,216 km × 11,264 km zugrunde gelegt, vgl. Abbildung 9. Es umfasst das kreisförmig definierte Gebiet gemäß TA Luft. Mit Blick auf die zusätzlich zu betrachtenden Stoffeinträge und -depositionen in Natura 2000-Gebieten wurde es erweitert, damit die relevanten Natura 2000-Gebiete im Rechengebiet liegen. Zudem wurde es in Richtung Norden erweitert, sodass die wesentlichen Flächen der Umweltzone im Rechengebiet liegen. Das Immissionsmaximum kann gem. Anforderung der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 [26] im Rechengebiet abgebildet werden.

Es wurde mit geschachtelten Netzen gearbeitet, wobei die Rasterschrittweite zur Berechnung der Immissionskonzentrationen innerhalb eines Kreises mit dem Radius der 10fachen Schornsteinhöhe höchstens der Schornsteinhöhe entspricht (Nr. 7 im Anhang 3 der TA Luft).

Zur Auflösung der Gebäude wurden in den inneren Rechengittern kleinere Raster gewählt. Die Maschenweite im feinsten Netz wurde mit 4 m festgelegt. Gemäß Ziffer 7 des Anhangs 3 der TA Luft wurde in größerer Entfernung die Maschenweite mit 8 m, 16 m, 32 m, 64 m, 128 m und 256 m proportional größer gewählt. Ort und Betrag der Immissionsmaxima können bei diesen Maschenweiten mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall, das vom Erdboden bis zu einer Höhe von 3 m über dem Erdboden reicht, berechnet. Sie ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen bzw. eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte.

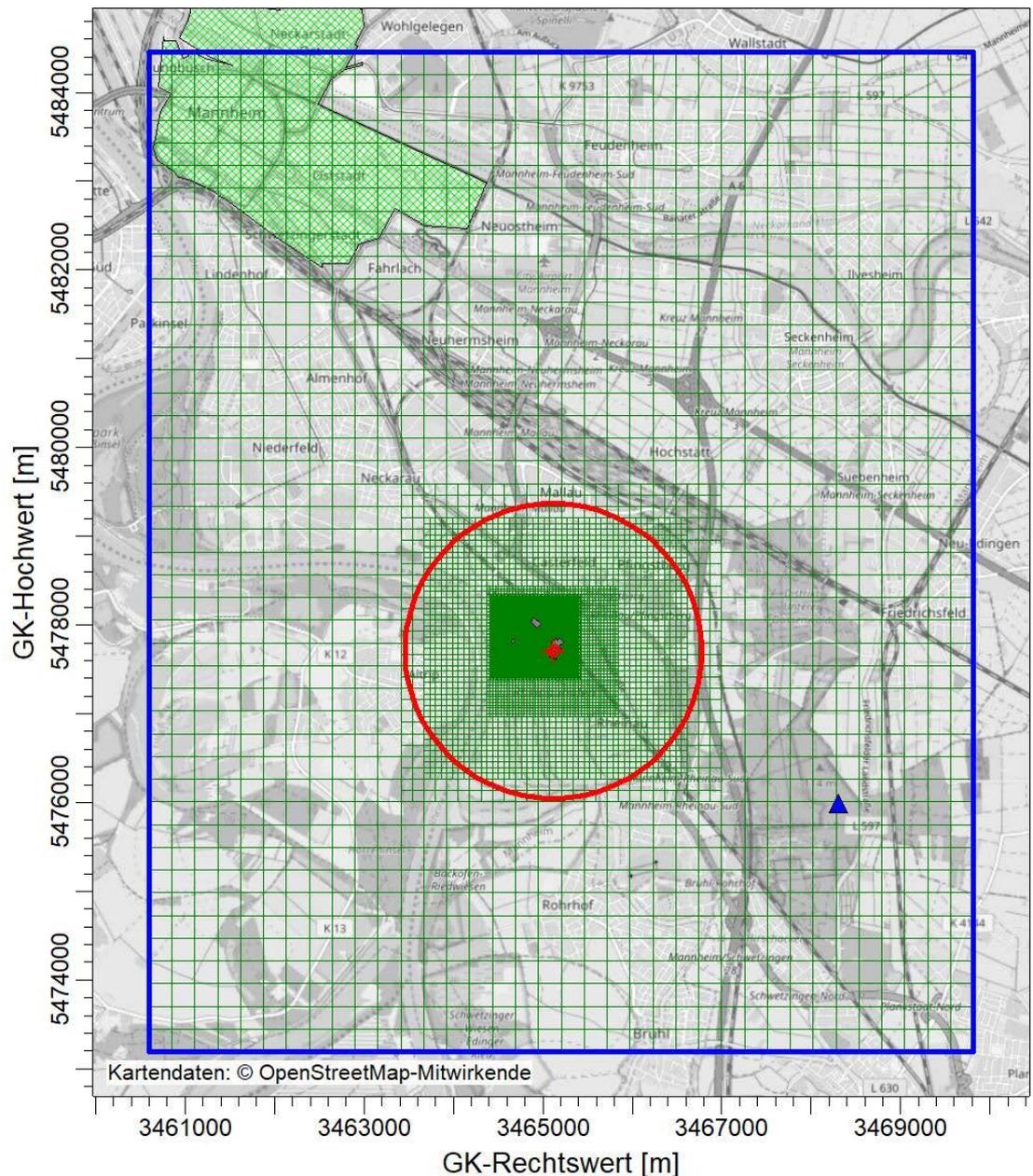


Abbildung 9. Untersuchungsgebiet nach TA Luft bei 32 m Schornsteinhöhe (rot, Kreisdurchmesser 1,6 km), rechteckiges Rechengebiet (blau, 9,216 km × 11,264 km), Anemometerposition (blaues Dreieck), Rechengitter (dunkelgrün) und Umweltzone (hellgrün).

8.2 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 14 in Anhang 3 der TA Luft aus den Landnutzungsclassen des CORINE-Katasters zu bestimmen. Die Rauigkeitslänge wurde gemäß TA Luft für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festgelegt, dessen Radius das 10fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt. Seit Erhebung des Katasters hat sich die Landnutzung nicht wesentlich geändert. Auch ist keine für die Immissionsprognose wesentliche Änderung zu erwarten.

Die Bodenrauigkeit z_0 wurde auf der Basis von Geländenutzungsdaten errechnet und auf den nächstgelegenen Tabellenwert gerundet. Es wurde ein (gerundeter) Wert von $z_0 = 1,0$ m verwendet.

Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Nr. 8.6 in Anhang 3 der TA Luft im vorliegenden Fall aus z_0 zu $d_0 = z_0 \cdot 6$.

8.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

8.3.1 Bebauung

Nach Nr. 10 in Anhang 3 der TA Luft bzw. Abschnitt 4.9.2 der Richtlinie VD 3783 Blatt 13 [26] sind Einflüsse von Bebauung auf die Immission im Rechengebiet zu berücksichtigen.

Vorausgesetzt, die Schornsteinbauhöhe beträgt mehr als das 1,2fache der Gebäudehöhen oder Gebäude, für die diese Bedingung nicht erfüllt ist, haben einen Abstand von mehr als dem 6fachen ihrer Höhe von der Emissionsquelle, sind bei der Überprüfung, wie Gebäude in der Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen sind, die Gebäude maßgeblich, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als die 6fache Schornsteinbauhöhe.

Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7fache der relevanten Gebäudehöhen, so kann der Gebäudeeinfluss mit der Rauigkeitslänge abgebildet werden. Beträgt die Schornsteinbauhöhe dagegen weniger als das 1,7fache der relevanten Gebäudehöhen, sind diese Gebäude im Rahmen der Ausbreitungsrechnungen explizit zu berücksichtigen und ihr Einfluss kann mit Hilfe eines diagnostischen Windfeldmodells abgebildet werden.

Für Schornsteinbauhöhen von weniger als dem 1,2fachen der relevanten Gebäudehöhen gibt es in der TA Luft keine Regelungen.

Hierzu konnte jedoch durch Vergleichsrechnungen mit Windkanaldaten und durch verschiedene Validierungsuntersuchungen die Anwendbarkeit des hier eingesetzten diagnostischen Windfeldmodells TALdia/DMK auch außerhalb des in der TA Luft genannten Anwendungsbereiches nachgewiesen werden [35], [36], [37], [38].

Im vorliegenden Fall beträgt die Schornsteinhöhe mit 32 m mehr als das 1,2fache der Gebäudehöhen am Standort. Die Schornsteinbauhöhe beträgt jedoch weniger als das 1,7fache der Höhen des Kesselhauses und des Heizöltanks.

Entsprechend wurden die maßgeblichen Gebäude in der Ausbreitungsrechnung mit einem diagnostischen Windfeldmodell (TALdia/DMK) berücksichtigt. Die im Modell digitalisierten Gebäude zeigt Abbildung 10.

Alle weiteren Gebäude innerhalb des Wirkungsbereiches wurden über die Rauigkeitslänge z_0 und die Verdrängungshöhe d_0 berücksichtigt.

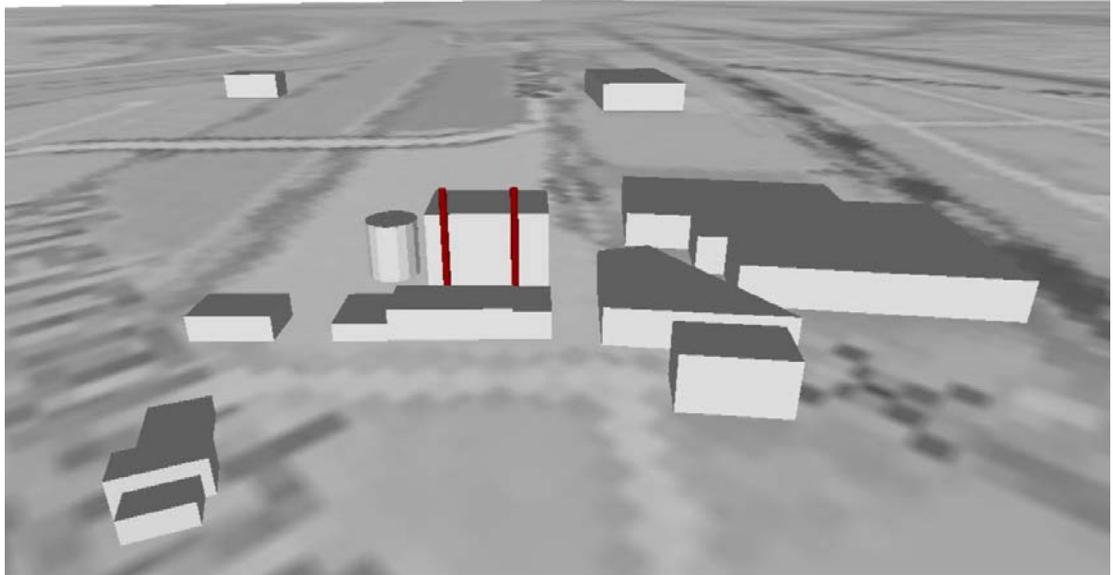


Abbildung 10. Im Modell berücksichtigte Gebäude, Blick etwa von Süden (Schornsteine rot).

8.3.2 Gelände

Nach TA Luft, Anhang 3, Nr. 11 sind Geländeunebenheiten zu berücksichtigen, wenn innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1 : 20 (0,05) auftreten.

Östlich/südöstlich des Standorts (Entfernung ca. 3 km) ergeben sich lokal begrenzt gegenüber dem Standort Höhendifferenzen von etwa 20 m. Ansonsten ist das Gelände im Rechengebiet weitgehend eben. Die Höhendifferenzen betragen somit weniger als 70% der Schornsteinhöhe.

Im Rechenmodell werden die Geländeunebenheiten dennoch berücksichtigt. Zur Berücksichtigung der Orographie wurden bei der Berechnung des Windfeldes die Höhendaten im Rechengebiet in Form eines Digitalen Höhenmodells (DHM) in einer Rasterauflösung von 50 m zugrunde gelegt [39].

Geländesteigungen von mehr als 1 : 20 sind im Rechengebiet punktuell vorhanden, Geländesteigungen von mehr als 1 : 5 liegen im Rechengebiet dagegen nicht vor, vgl. Abbildung 11. Nach Anhang 3 TA Luft ist daher ein diagnostisches Windfeldmodell anwendbar.

Auch weisen die mit dem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell TALdia berechneten Windfelder einen maximalen Divergenzfehler von 0,016 auf und erfüllen damit die Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13.

Die Anwendbarkeit eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells ist daher gegeben.

8.6 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Die mit dem eingesetzten Ausbreitungsmodell (Austal2000) prognostizierten Immissionskenngrößen besitzen aufgrund der statistischen Natur des Verfahrens eine statistische Unsicherheit (siehe auch VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 [27]). Durch die Wahl einer ausreichenden Partikelzahl ($q_s^{15} = 1$, Teilchenrate = 4 s^{-1}) bei der Ausbreitungsrechnung wurde sichergestellt, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Immissions-Jahreskennwert weniger als 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes betragen hat¹⁶.

8.7 Modellierung der Emissionsquellen

In der Ausbreitungsrechnung werden die beiden Schornsteine als Punktquellen mit einer Höhe von 32 m (gem. Abschnitt 6) modelliert, vgl. auch Protokolldateien in Anhang B.

8.8 Zeitliche Charakteristik der Emissionen

Die Emissionen im Vollastbetrieb der Anlage (beide Kessel parallel in Vollast) nach Tabelle 5 (bzw. für Stickoxide entsprechend der im Jahresmittel einzuhaltenden Emission, vgl. Abschnitt 5.2) wurden im Rahmen der Ausbreitungsrechnungen zunächst mit einer Betriebszeit von 8.760 h/a berücksichtigt.

Bei der Auswertung der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen wird dann auf die maximale Betriebszeit der Anlage mit Heizöl EL (1.000 h/a) und die daraus resultierende Betriebszeit mit Erdgas (6.000 h/a) skaliert. Die skalierten Ergebnisse werden anschließend zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt.

8.9 Abgasfahnenüberhöhung

Die in Tabelle 5 angegebenen Wärmeströme wurden bei der Berechnung der thermischen Überhöhung der Abgasfahnen berücksichtigt, vgl. auch austal2000.log-Datei im Anhang B dieses Gutachtens. Die effektive Quellhöhe wurde gemäß Richtlinie VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3 [23] bestimmt.

¹⁵ Die Variable q_s bezeichnet die Qualitätsstufe zur Festlegung der Freisetzungsrates von (Modell-)Partikeln im Programm AUSTAL2000.

¹⁶ Das ist nicht die in der austal2000.log ausgewiesene, auf den berechneten Immissionskennwert bezogene statistische Unsicherheit. Nach TA Luft muss die statistische Unsicherheit kleiner als 3 % des Immissions-Jahreswertes und nicht des berechneten Immissionskennwertes betragen. Diese Anforderung ist erfüllt.

9 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

9.1 Vorbemerkung zur Immissionsberechnung

Eine Betrachtung von Immissionskenngrößen ist nach Nr. 4.1 der TA Luft nicht erforderlich

- a) bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft),
- b) bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft) oder
- c) bei irrelevanten Zusatzbelastungen (Nr. 4.2.2, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.3 und 4.5.2 TA Luft).

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 vor. Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung liegen derzeit nicht vor.

Im vorliegenden Fall werden die Bagatellmassenströme nach TA Luft 2002 überschritten, vgl. Abschnitt 5.4.

Deswegen werden Ausbreitungsrechnungen für die beiden in Abschnitt 5.1 genannten Szenarien durchgeführt:

- **Szenario 1:** Betrieb der Heißwasserkessel mit Erdgas.
- **Szenario 2:** Betrieb der Heißwasserkessel mit Heizöl EL.

Wie bereits beschrieben, wurden die Ausbreitungsrechnungen jeweils für den Betrieb in 8.760 h/a (beide Kessel parallel in Vollast) durchgeführt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass jeweils die maximal zulässigen Emissionsgrenzwerte im Tagesmittel bzw. im Jahresmittel ausgeschöpft werden.

Die Protokolldateien der beiden Einzelrechnungen für den Betrieb in 8.760 h/a mit den Einzel-Ergebnissen (austal2000.log) finden sich im Anhang B.

Für die weitere Auswertung werden die Ergebnisse wie bereits vorstehend erläutert bzgl. der Betriebszeiten mit Erdgas und Heizöl EL skaliert und zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt.

In den folgenden Abschnitten werden die Gesamtergebnisse (zusammengeführte skalierte Ergebnisse inkl. statistischer Unsicherheit) für die vorgesehene maximale Betriebszeit der Anlage von insgesamt 7.000 h/a, davon 1.000 h/a mit Heizöl EL und 6.000 h/a mit Erdgas ausgewiesen und beurteilt¹⁷.

¹⁷ Gerechnet wurde für den parallelen Vollastbetrieb beider Kessel. Aufgrund der vorliegenden Gegebenheiten (identische Ableitbedingungen für beide Kessel und nahe beieinander stehenden Schornsteine, Berücksichtigung aller meteorologischer Bedingungen im Jahr durch die Skalierung) spielt es in Bezug auf die Zusatzbelastung im Jahresmittel keine Rolle, ob die beiden Kessel je 1.000 bzw. 6.000 h/a parallel oder nacheinander betrieben werden. Das gilt jedoch nicht für die prognostizierten Zusatzbelastungen im Kurzzeitmittel (soweit diese beurteilungsrelevant werden sollten).

Die Betriebsstunden mit Mischfeuerung sind dabei entsprechend des mit dem jeweiligen Brennstoff eingebrachten Anteils der gesamten FWL anteilig dem Betrieb mit Erdgas bzw. Heizöl EL zuzurechnen (s. o.).

9.2 Zusatzbelastungen in der bodennahen Schicht

9.2.1 Räumliche Verteilung der Zusatzbelastungen

In den folgenden Abbildungen (Abbildung 12 bis Abbildung 15) sind die räumlichen Verteilungen der im Jahresmittel prognostizierten Zusatzbelastungen (IJZ) für die untersuchten Komponenten im Rechengebiet dargestellt. Sie entsprechen im Wesentlichen der Windrichtungshäufigkeitsverteilung. Die Immissionsmaxima liegen etwa nördlich des Standorts.

Aus den Abbildungen und aus den Protokolldateien in Anhang B ist zu erkennen, dass die Maxima der Immissionsbeiträge im Jahresmittel innerhalb des Rechengebietes liegen. Außerhalb des Rechengebietes ergeben sich keine höheren Zusatzbelastungen.

Die Skalierung in den Abbildungen erfolgte so, dass Zusatzbelastungen bei Einhaltung der jeweiligen Irrelevanzschwelle in blau, grün, gelb und orange dargestellt sind. Zusatzbelastungen, die das jeweilige Irrelevanzkriterium überschreiten, sind rot dargestellt.

Für gegenüber dem jeweiligen Immissionswert bzw. der jeweiligen Irrelevanzschwelle sehr geringe Zusatzbelastungen sind dann Verteilungen nicht/kaum darstellbar (z. B. PM₁₀, Staubbiederschlag).

Bei den im Luftreinhalteplan behandelten Stoffen (NO₂ und PM₁₀) ist die Umweltzone in den Abbildungen schwarz schraffiert gezeigt.

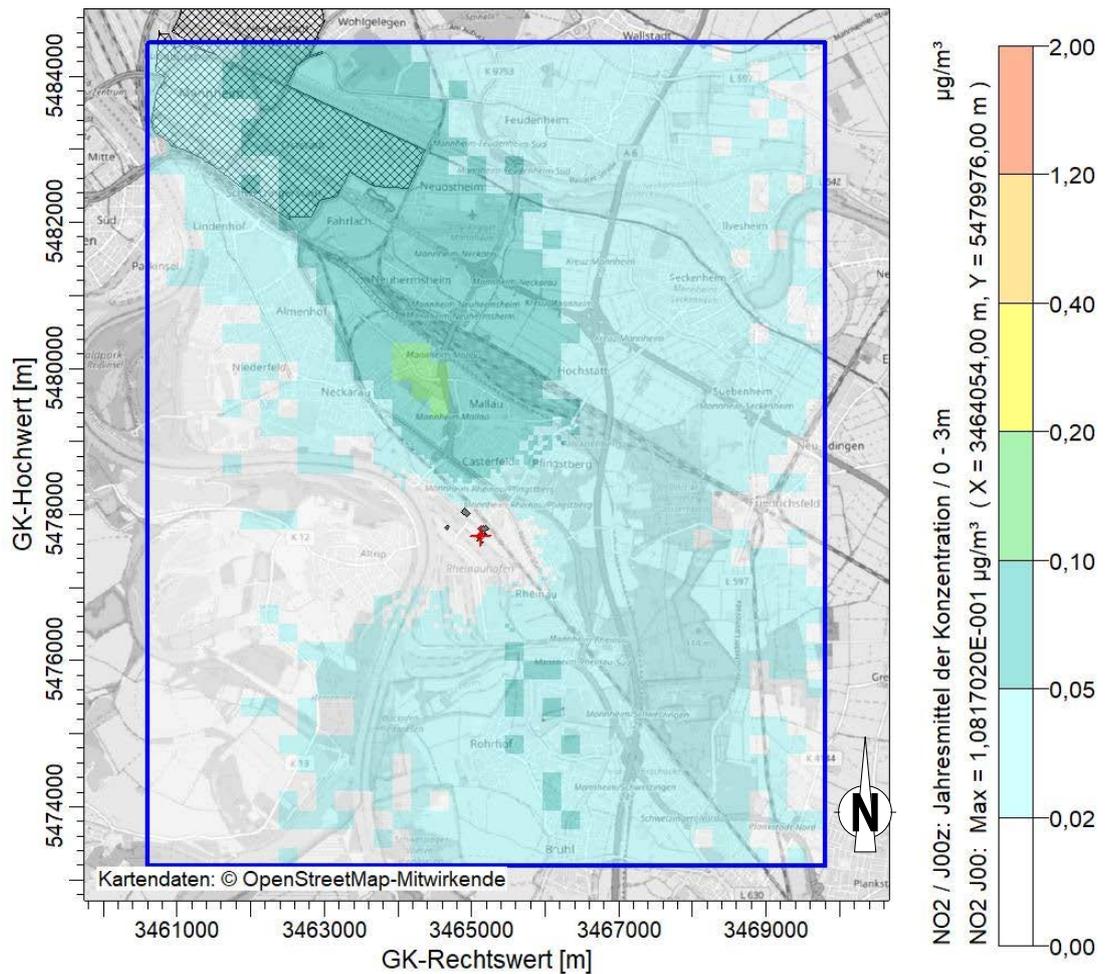


Abbildung 12. Stickstoffdioxid (NO₂): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der bodennahen Schicht in µg/m³, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\15712\M157912_06_BER_4D.DOCX:10. 06. 2021

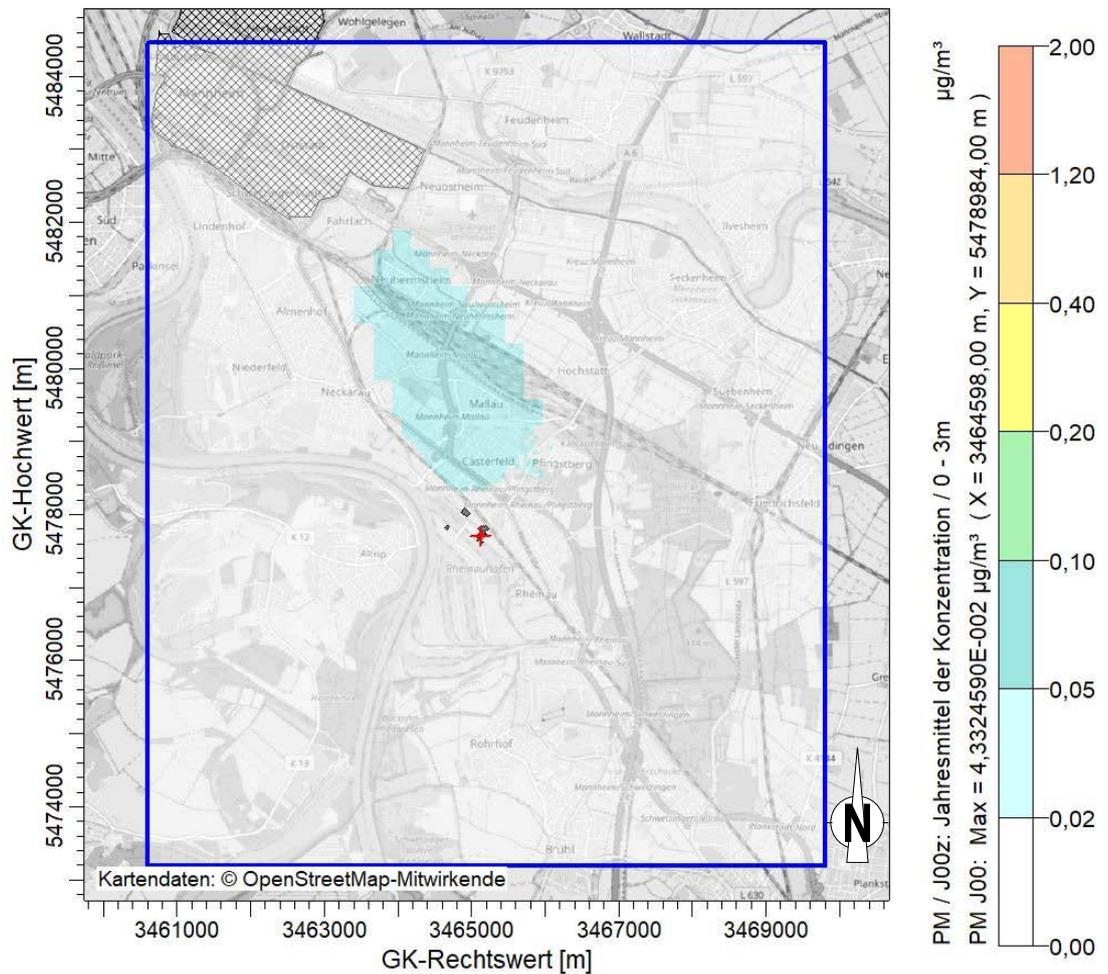


Abbildung 13. Feinstaub (PM₁₀): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der bodennahen Schicht in µg/m³ (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

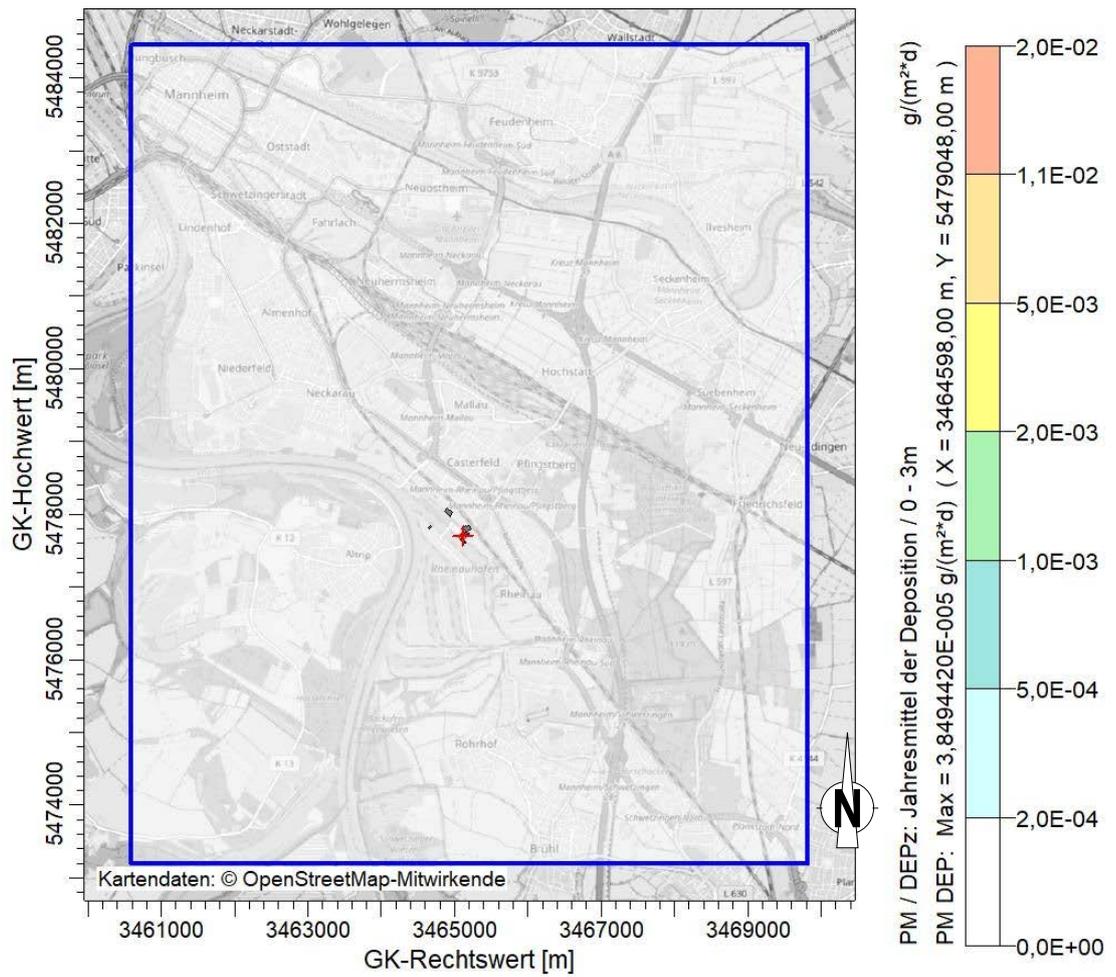


Abbildung 15. Staubniederschlag: Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in $g/(m^2 \times d)$ (Irrelevanzkriterium der TA Luft: $10,5 mg/(m^2 \times d)$), Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

9.2.2 Maximale Zusatzbelastungen im Jahresmittel

Die prognostizierten maximalen Immissionszusatzbelastungen im Jahresmittel sind für die relevanten Komponenten und die betroffenen Schutzgüter in den folgenden Tabellen zusammengefasst und den Immissionswerten und Irrelevanzkriterien gegenübergestellt.

Tabelle 10. Immissionswerte, irrelevante Zusatzbelastung und errechnete maximale Zusatzbelastung im Jahresmittel IJZ_{max} in der bodennahen Schicht bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** für das Schutzgut Mensch gemäß Nr. 4.2 TA Luft.

Stoff/Stoffgruppe	Immissions-Jahreswert (IJW)	Irrelevante Zusatzbelastung ¹⁾	max. Zusatzbelastung IJZ _{max}	
			µg/m ³	% vom IJW
Schwebstaub (PM-10)	40	≤3,0	0,04	0,11%
Schwefeldioxid SO ₂	50	≤3,0	0,30	0,60%
Stickstoffdioxid NO ₂	40	≤3,0	0,11	0,27%

¹⁾ gem. Nr. 4.2.2 der TA Luft

Tabelle 11. Immissionswert, irrelevante Zusatzbelastung und errechnete maximale Zusatzbelastung im Jahresmittel IJZ_{max} bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** für Staubniederschlag gemäß Nr. 4.3 TA Luft.

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert TA Luft	Irrelevante Zusatzbelastung ¹⁾	max. Zusatzbelastung IJZ _{max}
			mg/(m ² *d)
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 (Jahr)	≤10,5	0,04

¹⁾ gem. Nr. 4.3.2 der TA Luft

Tabelle 12. Immissionswerte, irrelevante Zusatzbelastung und errechnete maximale Zusatzbelastung im Jahresmittel IJZ_{max} in der bodennahen Schicht bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** für das Schutzgut Ökosysteme und Vegetation gemäß Nr. 4.4 TA Luft.

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert TA Luft	Irrelevante Zusatzbelastung ¹⁾	max. Zusatzbelastung IJZ _{max}
			µg/m ³
Schwefeldioxid SO ₂	20 (Jahr und Winter) ²⁾	≤2	0,30
Stickstoffoxide, angegeben als NO ₂	30 (Jahr) ²⁾	≤3	0,54

¹⁾ gem. Nr. 4.4.3 der TA Luft

²⁾ Ergebnisse sind hier nur informativ angegeben, da Beurteilungspunkte zur Überprüfung dieser Immissionswerte so festzulegen sind, dass sie mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind. Diese Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen bzw. der Vegetation sind im Rechengebiet entsprechend nicht anzuwenden.

Es ist festzustellen, dass die prognostizierten Zusatzbelastungen im Jahresmittel im Immissionsmaximum und somit im gesamten Rechengebiet und insbesondere an den relevanten Immissionsorten für alle betrachteten Schadstoffe irrelevant im Sinn der TA Luft sind¹⁸.

Selbst wenn man sehr konservativ davon ausgeht, dass die maximale Zusatzbelastung durch PM_{2,5} identisch mit der in Tabelle 10 genannten maximalen Zusatzbelastung durch PM₁₀ ist, liegt sie mit maximal 0,04 µg/m³ PM_{2,5} klar unter 3,0 % des Immissions-Jahreswertes von 25 µg/m³ und ist daher in Analogie zur TA Luft (vgl. Abschnitt 2) als irrelevant anzusehen.

Aufgrund der Einhaltung der Irrelevanz ist nach Nr. 4.1 Buchstabe c) TA Luft davon auszugehen, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können; eine Bestimmung von (sonstigen) Immissions-Kenngrößen wie Vor- und Gesamtbelastung sowie Kurzzeitwerte ist nicht erforderlich, vgl. auch Abschnitt 2.1.

Auf eine explizite Auswertung für beispielhafte Immissionsorte wird verzichtet, weil sich daraus aufgrund der überall im Rechengebiet eingehaltenen Irrelevanz qualitativ keine weitergehenden beurteilungsrelevanten Erkenntnisse ergeben können.

Da jedoch im Rechengebiet auch höhere Gebäude vorhanden sind, erfolgt in Abschnitt 9.3 zusätzlich eine Auswertung für höhere Schichten.

9.2.3 Zusatzbelastungen in Bereichen mit Überschreitung der Immissionswerte

Die prognostizierten Zusatzbelastungen im Jahresmittel durch Stickstoffdioxid (NO₂) und Schwebstaub (PM₁₀) betragen in den Bereichen von Mannheim, in denen schon mit Überschreitungen der Immissionswerte zu rechnen ist (also in der Umweltzone Mannheim am nördlichen Rand des Rechengebiets) weniger als 0,1 µg/m³ NO₂ und weniger als 0,02 µg/m³ PM₁₀, vgl. Abbildung 12 bzw. Abbildung 13. Am Rand des Rechengebiets und daher erst recht in der noch weiter vom Standort entfernten Innenstadt von Ludwigshafen sind die Zusatzbelastungen noch geringer.

Die Zusatzbelastungen liegen damit in den Bereichen, in denen schon mit Überschreitungen der Immissionswerte zu rechnen ist, deutlich unter 1 % des jeweiligen Immissions-Jahreswertes. Ein kausaler Beitrag zur Immissionssituation ist somit nicht zu erwarten und Maßnahmen über den Stand der Technik hinaus sind nicht geboten.

¹⁸ Wie den Protokolldateien der (jeweils für den ganzjährigen Volllastbetrieb durchgeführten, s. o.) Rechenläufe in Anhang B entnommen werden kann, würden sich sogar auch dann irrelevante Zusatzbelastungen ergeben, wenn hypothetisch davon ausgegangen würde, dass die Anlage durchgehend 8.760 h/a betrieben würde.

9.3 Zusatzbelastungen in höheren Schichten

Da im Rechengebiet auch höhere Gebäude (in größerer Entfernung zum Standort bis ca. 40 m Höhe im Stadtgebiet von Mannheim, vereinzelt auch noch höhere Gebäude (Viktoria-Turm, Collini-Center, MVV-Gebäude)) mit Wohn- oder Büronutzungen in den oberen Geschossen vorhanden sind, erfolgt zusätzlich eine Auswertung für höhere Schichten. Am Viktoria-Turm, Collini-Center und MVV-Gebäude ergeben sich keine anderen Befunde als für die Höhenschichten bis 40 m. Auf eine grafische Auswertung von Schichten über 40 m wurde nachstehend verzichtet.

In den folgenden Abbildungen sind beispielhaft für NO₂ die Verteilungen der Zusatzbelastungen im Jahresmittel in höheren Schichten gezeigt.

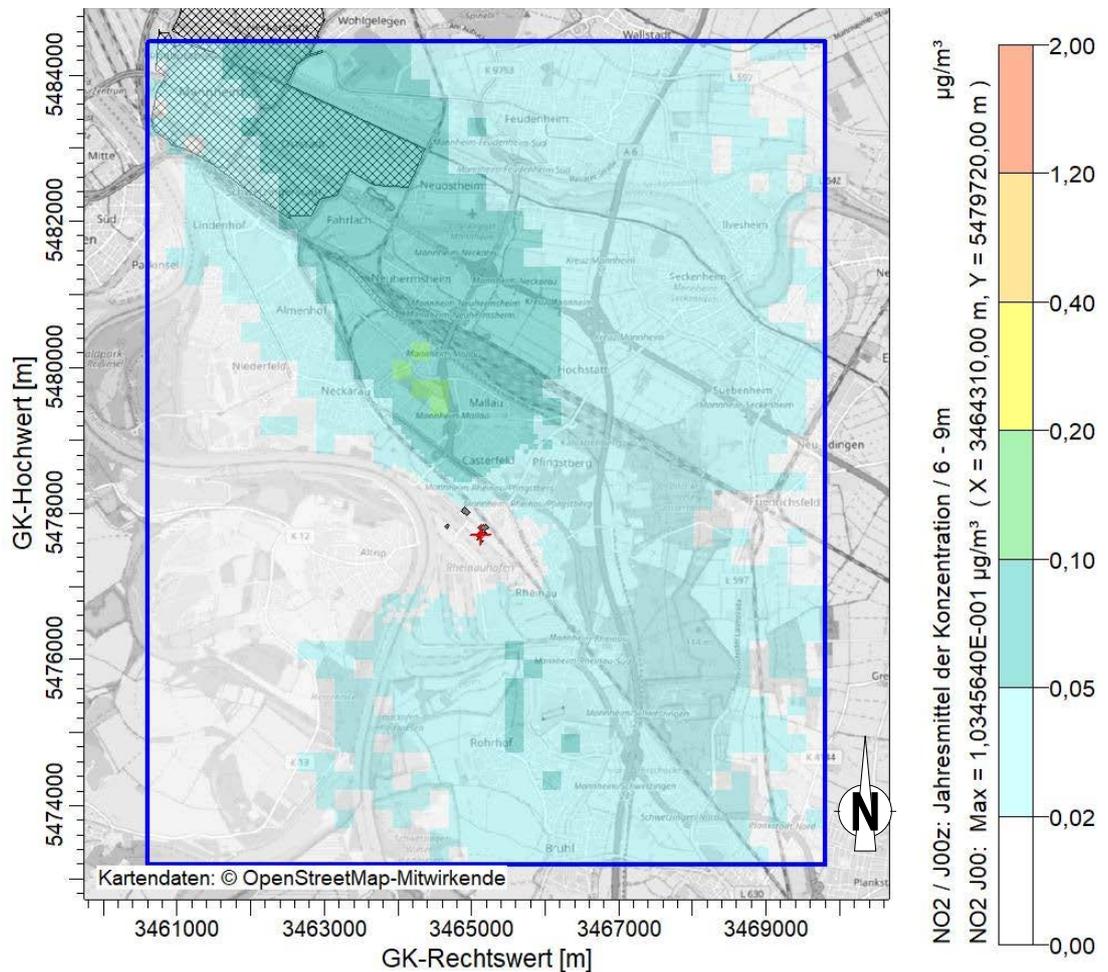


Abbildung 16. Stickstoffdioxid (NO₂): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der **Schicht von 6 bis 9 m über Grund** in µg/m³, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\157\MM157912\157912_06_BER_4D.DOCX:10. 06. 2021

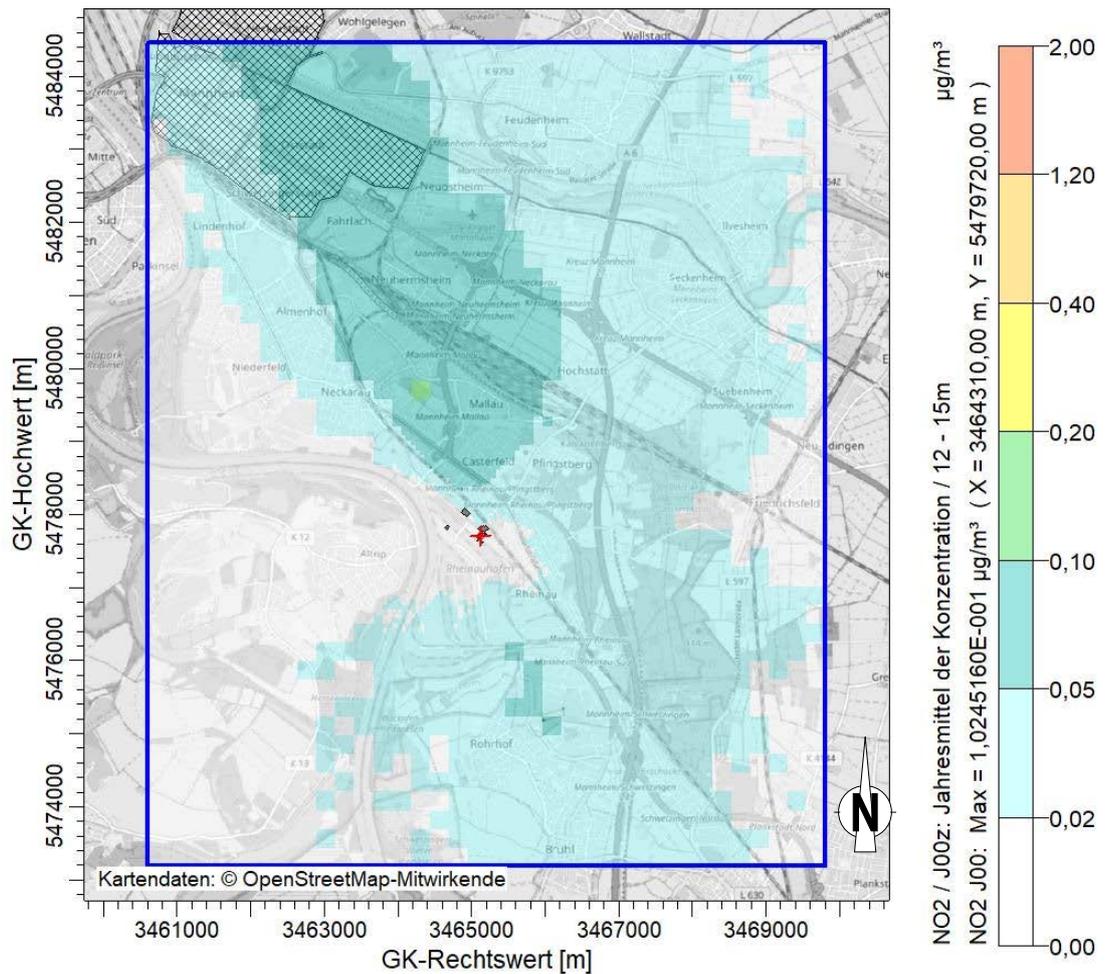


Abbildung 17. Stickstoffdioxid (NO₂): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der **Schicht von 12 bis 15 m über Grund** in µg/m³, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

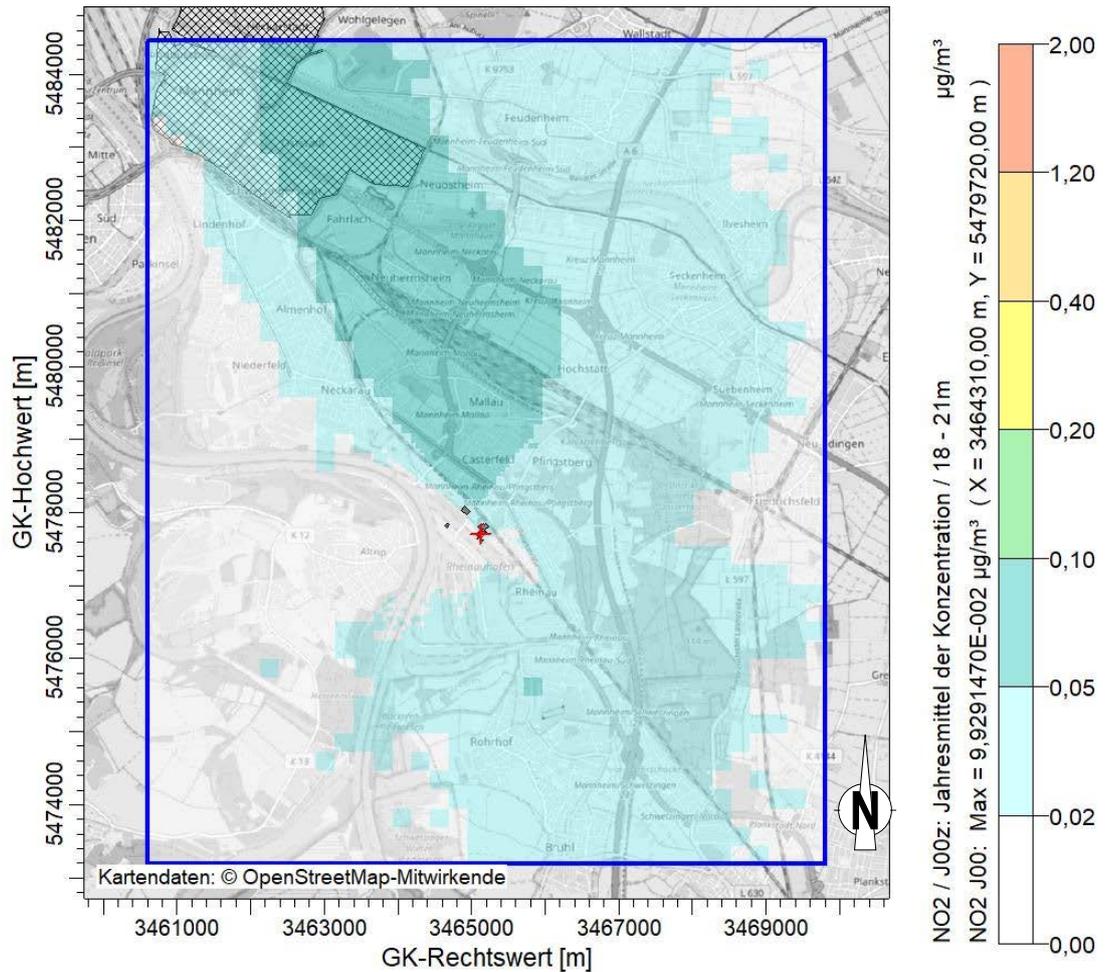


Abbildung 18. Stickstoffdioxid (NO₂): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der **Schicht von 18 bis 21 m über Grund** in µg/m³, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

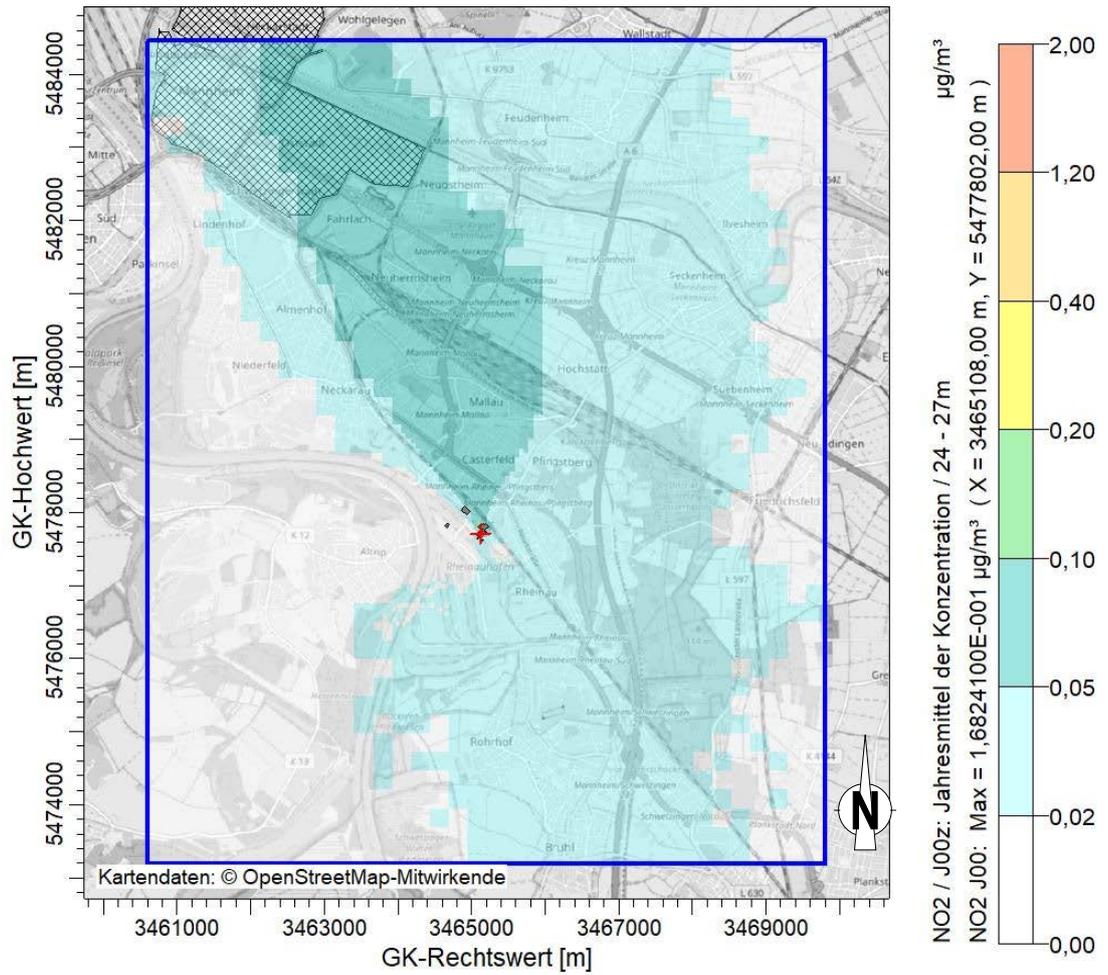


Abbildung 19. Stickstoffdioxid (NO₂): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der **Schicht von 24 bis 27 m über Grund** in µg/m³, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

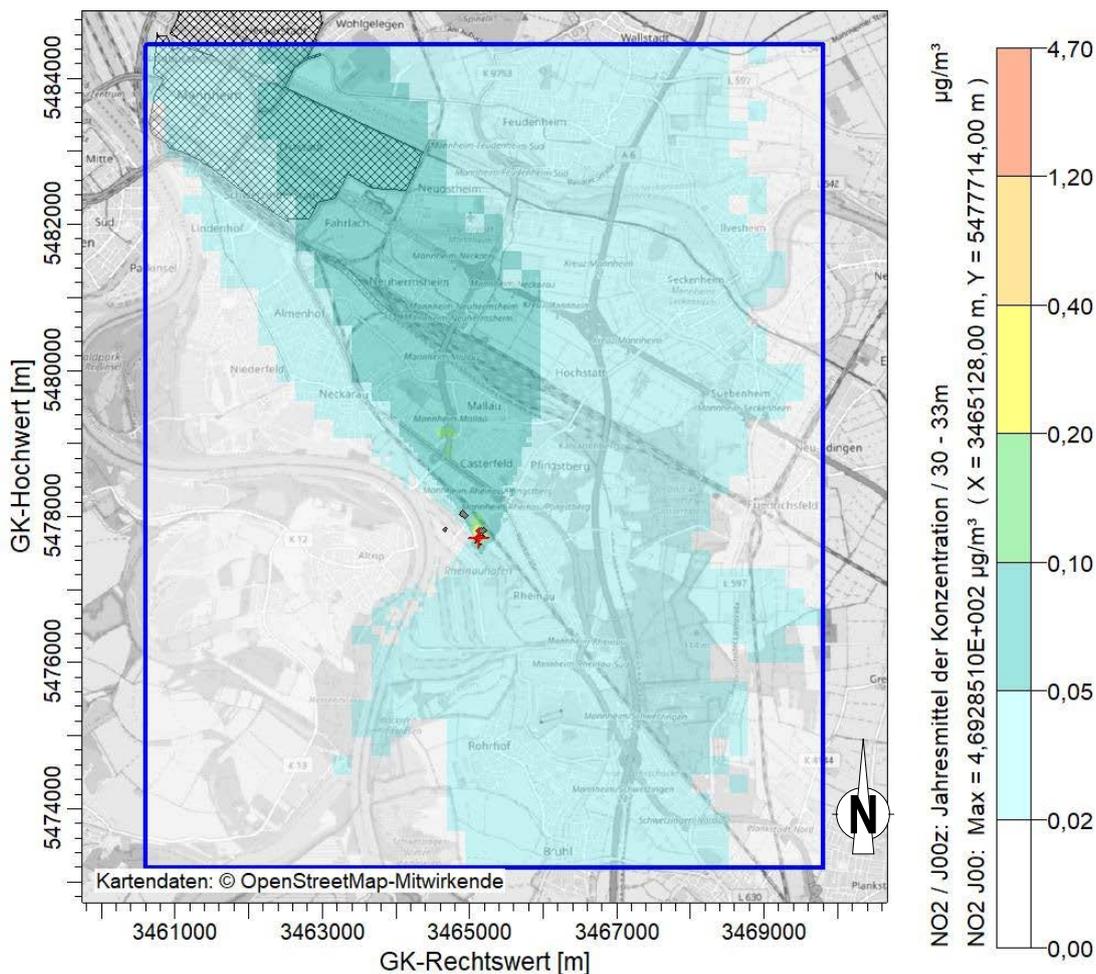


Abbildung 20. Stickstoffdioxid (NO₂): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der **Schicht von 30 bis 33 m über Grund** in µg/m³, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\15712\M157912_06_BER_4D.DOCX:10. 06. 2021

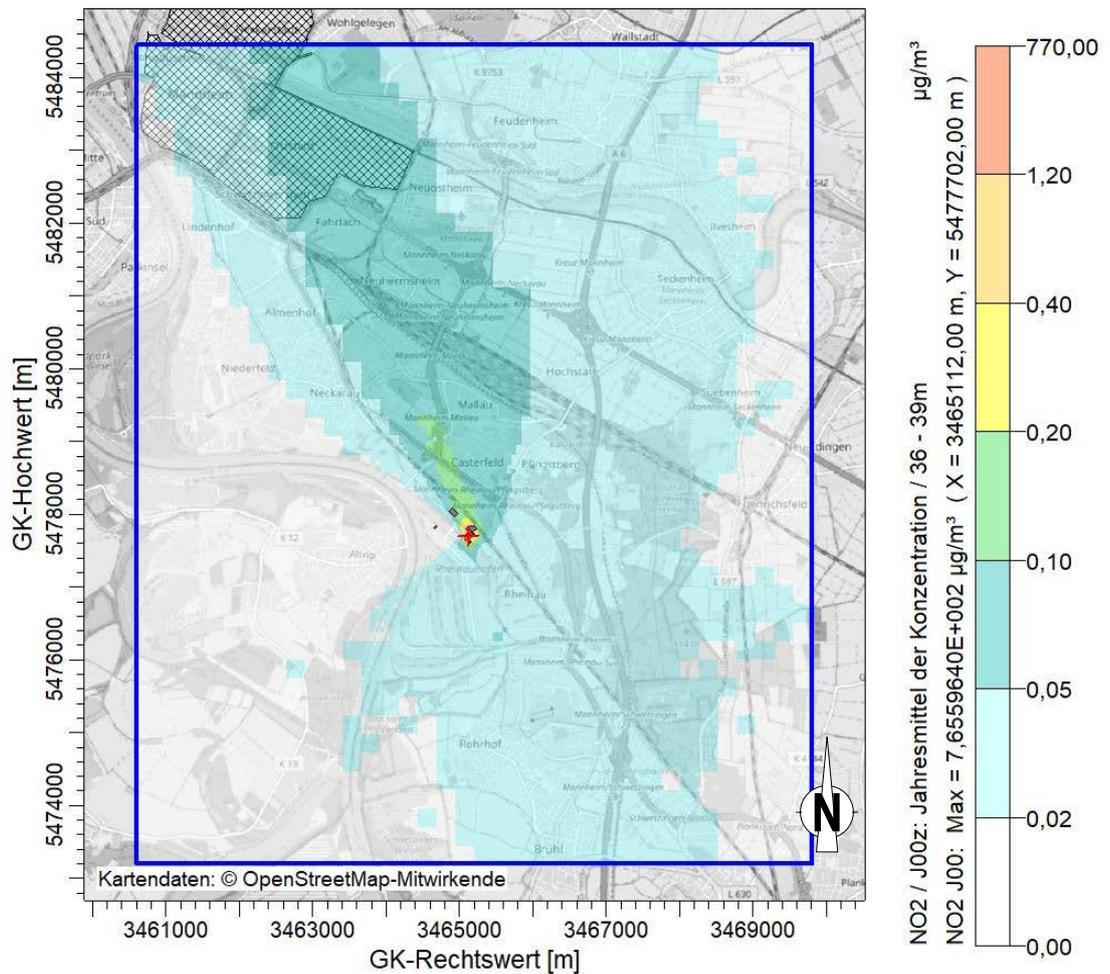


Abbildung 21. Stickstoffdioxid (NO₂): Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung im Jahresmittel durch die Fernwärmebesicherungsanlage bei **7.000 h/a Betrieb (davon 1.000 h/a mit HEL und 6.000 h/a mit Erdgas)** in der **Schicht von 36 bis 39 m über Grund** in µg/m³, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (Irrelevanzkriterium der TA Luft: 3,0 % des Immissions-Jahreswertes, mit Rundungsregel entspricht dies ca. 1,22 µg/m³ (Skalierung ohne Rundungsregel)), Umweltzone schwarz schraffiert, Kartenhintergrund: © OpenStreetMap-Mitwirkende [34].

Wie die Abbildungen zeigen, gelten die bzgl. der NO₂-Zusatzbelastungen im Jahresmittel für die bodennahe Schicht getroffenen Aussagen grundsätzlichen auch für die höheren Schichten. Dies gilt analog auch für SO₂ und PM₁₀. Ausnahme ist jeweils der Einflussbereich der Schornsteinmündung (in den Höhenschichten ab etwa 30 m), wo naturgemäß lokal begrenzt höhere Immissionen in der entsprechenden Höhenschicht zu erwarten sind. Dort befinden sich jedoch keine potentiellen oder relevanten Immissionsorte.

Mit Ausnahme des Einflussbereichs der Schornsteinmündung werden für die zu betrachtenden Schadstoffe auch in höheren Schichten die Irrelevanzkriterien der TA Luft im gesamten Rechengebiet und insbesondere an den relevanten Immissionsorten eingehalten.

Die Zusatzbelastung für NO₂ und PM₁₀ liegt auch in höheren Schichten in der Umweltzone von Mannheim und in der Innenstadt von Ludwigshafen deutlich unter 1 % des jeweiligen Immissions-Jahreswertes.

Entsprechend ergibt sich auch aus den Ergebnissen für die höheren Schichten, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, dass eine Bestimmung von (sonstigen) Immissions-Kenngrößen wie Vor- und Gesamtbelastung sowie Kurzzeitwerte nicht erforderlich ist und dass Maßnahmen über den Stand der Technik hinaus nicht geboten sind.

10 Grundlagen und Literatur

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung
- [2] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung
- [3] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung
- [4] Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über das Genehmigungsverfahren – 9. BImSchV) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung
- [5] Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen – 13. BImSchV) in der aktuellen Fassung
- [6] Von der Bundesregierung beschlossene Verordnung zur Neufassung der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen und zur Änderung der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen, BT-Drs. 19/24906 vom 02.12.2020
- [7] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung
- [8] RICHTLINIE 2010/75/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)
- [9] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511)
- [10] LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe, Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz vom 21.09.2004
- [11] Rabl, P., 2003: Ermittlung der Vorbelastung bei der Anwendung der TA-Luft, Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.), TA Luft 2002 – Ausbreitungsrechnung, Allgemeine Anforderungen, Augsburg 2003

- [12] Gámez et al.: Determination of the 99.8-Percentile of NO₂ Concentrations and PM₁₀ Emissions for EIA Studies, Third International Conference On Urban Air Quality, 19-23 March 2001 in Loutraki, Greece,
<https://www2.dmu.dk/atmosphericenvironment/trapos/abstracts/loutraki.htm>
 bzw.
<https://www2.dmu.dk/atmosphericenvironment/trapos/abstracts/Gamez.pdf>,
 letzter Zugriff am 06.08.2020
- [13] LAI–Unterausschüsse Luft/Technik und Luft/Überwachung: Auslegungsfragen zur TA Luft, Länderausschuss für Immissionsschutz August 2004
- [14] Fachgespräch Ausbreitungsrechnung: Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung, 06.11.2012
https://www.hlnug.de/fileadmin/downloads/luft/Merkblatt_Schornsteinhoeehenber_echnung_V15_12_11_06.pdf , letzter Zugriff am 06.08.2020
- [15] <https://www.lai-immissionsschutz.de/Aktuelles.html?newsID=700> bzw. direkt https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/schornsteinhoeehen_lai-empfehlung_stand_2019-01_1558430481.pdf , letzter Zugriff am 06.08.2020
- [16] VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4: Ableitbedingungen bei Abgasanlagen. Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. 2017-7
- [17] WinSTACC: PC-Programm für Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 „Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen“. Version 1.0.6.0. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, <http://www.lohmeyer.de/de/WinSTACC>
- [18] LAI-UA-Luft/Technik: Ergebnism Niederschrift über die 102. Sitzung des LAI-Unterausschusses Luft/Technik vom 17. bis 19. September 2002 in Bremen.
- [19] AUSTAL2000, Version 2.6.11 WI-x (Stand 02.09.2014) Ingenieurbüro Janicke, Dunum
- [20] AUSTALView (TG): Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 (TA Luft), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 9.6)
- [21] P&K 3781 Version 6.2.0.128, Berechnung der Schornsteinhöhe nach TA Luft einschließlich Korrektur für unebene Geländeformen nach VDI-Richtlinie 3781 Blatt 2, Petersen & Kade, Hamburg
- [22] VDI-Richtlinie 3781 Blatt 2: Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre – Schornsteinhöhen unter Berücksichtigung unebener Geländeformen. 1981-08
- [23] VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. 1985-06
- [24] VDI-Richtlinie 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Depositionsparameter. 2006-04
- [25] VDI 3783 Blatt 10: Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude- und Hindernisumströmung. 2010-03
- [26] VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13: Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft. 2010-01

- [27] VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09
- [28] Von der Vorhabenträgerin bzw. dem Planer zur Verfügung gestellte Antragsunterlagen sowie ergänzende Unterlagen und Angaben
- [29] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), V 4.1, 2019 INFRAS Bern/Zürich
- [30] VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände. 2018-09
- [31] Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, Ing.-Büro Lohmeyer 2011
- [32] MVV Umwelt Asset GmbH Standort „Rhein Ufer Neckarau“ (RUN), Ermittlung einer räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis für Immissionsprognosen nach Anhang 3 der TA Luft, Bericht Nr. M158548/01, Müller-BBM GmbH
- [33] Ermittlung des repräsentativen Jahres der DWD-Station Mannheim im Bezugszeitraum 2009-2017, Bericht Nr. M158458/02, Müller-BBM GmbH
- [34] © OpenStreetMap-Mitwirkende. Creative-Commons-Lizenz - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) - <https://www.openstreetmap.org/copyright>
- [35] Janicke, L.; Janicke, U. (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft, UFOPLAN Förderkennzeichen 203 43 256, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin
- [36] Bahmann, W.; Schmonsees, N.; Janicke, L. (2006): Studie zur Anwendbarkeit des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 mit Windfeldmodell TALdia im Hinblick auf die Gebäudeeffekte bei Ableitung von Rauchgasen über Kühltürme und Schornsteine, VGB-Forschungsprojekt Nr. 262 (Stand: 16. Januar 2006)
- [37] ArguSoft GmbH (2009): 3. Austal View Anwender-Workshop. 21. und 22. September 2009 in Köln
- [38] Bahmann, W., Schmonsees, N.: Geruchsausbreitung für Genehmigungszwecke, Immissionsschutz, Heft 1, Jahrgang 10(2005), Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin, März 2005
- [39] Digitales Höhenmodell globDEM50 im 50 m-Raster, Version 2.0, metSoft GbR
- [40] CDC -Climate Data Center, DWD, Niederschlagsdaten, https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/annual/kl/historical/, letzter Zugriff am 06.08.2020
- [41] REGNIE-Datensatz, Rauthe, M., H. Steiner, U. Riediger, A. Mazurkiewicz and A. Gratzki, 2013: A Central European precipitation climatology – Part I: Generation and validation of a highresolution gridded daily data set (HYRAS), Vol. 22(3), p 235–256, DOI:10.1127/09412948/2013/0436.
- [42] VDI-Sachstandbericht: Prüfung der FFH-Verträglichkeit – Ermittlung der Deposition mithilfe von Ausbreitungsrechnungen, Januar 2014

- [43] Internetseite des Regierungspräsidiums Karlsruhe <https://rp.baden-wuerttemberg.de/rpk/Abt5/Ref541/Seiten/Luftreinhalteplaene.aspx> (Zugriff am 22.10.2020)
- Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe, Teilplan Mannheim, März 2006,
 - Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe Fortschreibung Stand Januar 2012
 - Fortschreibung des Luftreinhalteplans Mannheim 2017
 - Fortschreibung des Luftreinhalteplans Mannheim 2020 (Entwurf)
 - Umweltzone
- [44] Internetseite der Stadt Ludwigshafen <https://www.ludwigshafen.de/nachhaltig/umwelt/luft-und-laerm/luftreinhalteplan> (Zugriff am 22.10.2020)
- Luftreinhalte-/Aktionsplan 2003-2005,
 - Luftreinhalte-/Aktionsplan Ludwigshafen Fortschreibung 2007-2015
 - Luftreinhalteplan Ludwigshafen Fortschreibung 2016-2020

Anhang A – Protokolldatei WinSTACC**Schornstein UHN1**

***** WinSTACC - Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG *****

***** Programmbibliothek VDI 3781 Blatt 4 - Ableitbedingungen für Abgase *****

Programmversion = 1.0.6.0
dll-Version = 1.0.4.5

[Start]

Datum Rechnung = 20.11.2020 09:21
Steuerdatei = C:\LOHMEYERWinSTACC\VDI_Input.ini
Längenangaben = Meter
Winkelangaben = Grad
Leistungsangaben = Kilowatt

[EmittierendeAnlage]

Anlagentyp = Feuerungsanlage
Brennstoff = flüssig
Nennwärmeleistung_Q_N = 140000
Feuerungswärmeleistung_Q_F = 150000
H_Ü aus Tabelle 1 Abschnitt 5.2 (Feuerungsanlage)
H_Ü = 3
Radius des Einwirkungsbereichs R für flüssige und gasförmige Brennstoffe aus Tabelle 4 Abschnitt 6.3.2
R = 50

[Einzelgebäude]

Länge_l = 3.5
Breite_b = 3.5
Traufhöhe_H_Traufe = 1
Firsthöhe_H_First = 1
Dachform = Flachdach
Dachhöhe_H_Dach = 0
BreiteGiebelseite_b = 3.5
HorizontalerAbstandMündungFirst_a = 1.8
Berechnung von H_A1...

Glg. 8

H_A1F = 4.3
a = 0
alpha = 0

Glg. 5

H_1 = 0.6

Glg. 7

f = 0

Glg. 6

H_2 = 0.6

Glg. 3

H_S1 = 0.6

Glg. 4

H_A1'' = 3.6

H_A1 ist größer als die Höhe von Einzelgebäude und wird daher auf diese Höhe begrenzt:

H_A1 = 1

Berechnung von H_E1...

H_E1 = 9

[VorgelagertesGebäude1]

Länge_l = 35.5
Breite_b = 23.4
Traufhöhe_H_Traufe = 24.6
Firsthöhe_H_First = 24.6
Dachform = Flachdach
Dachhöhe_H_Dach = 0
BreiteGiebelseite_b = 23.4
H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein

HöheObersteFensterkante_H_F = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta = 58
 AbstandGebäudeMündung_l_A = 3.3
 Hanglage = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
 GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16
 l_eff = 42.5
 Glg. 15
 l_RZ = 51.9
 Glg. 18
 p = 1
 alpha = 0
 Glg. 7
 f = 0

Glg. 6
 H_2V = 4.3
 Glg. 17
 H_S2 = 27.8
 Glg. 19
 H_A2 = 30.8

H_E für VorgelagertesGebäude1 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude1 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

H_E2 = 0

[VorgelagertesGebäude2]

Länge_l = 16
 Breite_b = 16
 Traufhöhe_H_Traufe = 18
 Firsthöhe_H_First = 18
 Dachform = Flachdach
 Dachhöhe_H_Dach = 0
 BreiteGiebelseite_b = 16
 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
 HöheObersteFensterkante_H_F = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta = 14
 AbstandGebäudeMündung_l_A = 35.7
 Hanglage = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
 GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16
 l_eff = 19.4
 Glg. 15
 l_RZ = 26.7

VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ.
 H_E für VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude2 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

H_E2 = 0
 alpha = 0

Glg. 7
 f = 0

Glg. 6
 H_2V = 2.9

[Ergebnis]

Berechnung der Mündungshöhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...

H_A = 30.8

Berechnung der Mündungshöhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase...

H_E = 9

freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)!

----- Mündungshöhe über Grund = 31.8

Schornstein UHN2

***** WinSTACC - Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG *****

***** Programmbibliothek VDI 3781 Blatt 4 - Ableitbedingungen für Abgase *****

Programmversion = 1.0.6.0

dll-Version = 1.0.4.5

[Start]

Datum Rechnung = 20.11.2020 09:01

Steuerdatei = C:\LOHMEYER\WinSTACC\VDI_Input.ini

Längenangaben = Meter

Winkelangaben = Grad

Leistungsangaben = Kilowatt

[EmittierendeAnlage]

Anlagentyp = Feuerungsanlage

Brennstoff = flüssig

Nennwärmeleistung_Q_N = 140000

Feuerungswärmeleistung_Q_F = 150000

H_Ü aus Tabelle 1 Abschnitt 5.2 (Feuerungsanlage)

H_Ü = 3

Radius des Einwirkungsbereichs R für flüssige und gasförmige Brennstoffe aus Tabelle 4 Abschnitt 6.3.2

R = 50

[Einzelgebäude]

Länge_l = 3.5

Breite_b = 3.5

Traufhöhe_H_Traufe = 1

Firsthöhe_H_First = 1

Dachform = Flachdach

Dachhöhe_H_Dach = 0

BreiteGiebelseite_b = 3.5

HorizontalerAbstandMündungFirst_a = 1.7

Berechnung von H_A1...

Glg. 8

H_A1F = 4.3

a = 0

alpha = 0

Glg. 5

H_1 = 0.6

Glg. 7

f = 0

Glg. 6

H_2 = 0.6

Glg. 3

H_S1 = 0.6

Glg. 4

H_A1'' = 3.6

H_A1 ist größer als die Höhe von Einzelgebäude und wird daher auf diese Höhe begrenzt:

H_A1 = 1

Berechnung von H_E1...

H_E1 = 9

[VorgelagertesGebäude1]

Länge_l = 35.5

Breite_b = 23.4

Traufhöhe_H_Traufe = 24.6
 Firsthöhe_H_First = 24.6
 Dachform = Flachdach
 Dachhöhe_H_Dach = 0
 BreiteGiebelseite_b = 23.4
 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
 HöheObersteFensterkante_H_F = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta = 54
 AbstandGebäudeMündung_l_A = 3.3
 Hanglage = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
 GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16
 l_eff = 42.5
 Glg. 15
 l_RZ = 51.9
 Glg. 18
 p = 1
 alpha = 0
 Glg. 7
 f = 0
 Glg. 6
 H_2V = 4.3
 Glg. 17
 H_S2 = 27.8
 Glg. 19
 H_A2 = 30.8

H_E für VorgelagertesGebäude1 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude1 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

H_E2 = 0

[VorgelagertesGebäude2]

Länge_l = 16
 Breite_b = 16
 Traufhöhe_H_Traufe = 18
 Firsthöhe_H_First = 18
 Dachform = Flachdach
 Dachhöhe_H_Dach = 0
 BreiteGiebelseite_b = 16
 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
 HöheObersteFensterkante_H_F = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta = 0
 AbstandGebäudeMündung_l_A = 18.1
 Hanglage = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
 GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16
 l_eff = 16
 Glg. 15
 l_RZ = 22.9
 Glg. 18
 p = 0.61
 alpha = 0
 Glg. 7
 f = 0
 Glg. 6
 H_2V = 2.9
 Glg. 17
 H_S2 = 11.8
 Glg. 19

$$H_{A2} = 14.8$$

H_E für VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude2 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

$$H_{E2} = 0$$

[Ergebnis]

Berechnung der Mündungshöhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...

$$H_A = 30.8$$

Berechnung der Mündungshöhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase...

$$H_E = 9$$

freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)!

$$\text{---- Mündungshöhe über Grund} = 31.8$$

Anhang B – Protokolldateien der Rechenläufe (austal.log)

1. Rechenlauf für den Volllastbetrieb mit Erdgas in 8.760 h/a (nicht skaliert)

2020-11-20 17:42:05 -----
 TalServer:C:\Austal\P2_25751_2020-11-20_nrb_m157912_RUN_06

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/P2_25751_2020-11-20_nrb_m157912_RUN_06

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL03".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "M157912"                'Projekt-Titel
> gx 3464950                 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5477800                 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 1.00                    'Rauigkeitslänge
> qs 1                       'Qualitätsstufe
> az "mannheim_2015_rr_RheinuferNeckarau.akt" 'AKT-Datei
> xa 3358.00                 'x-Koordinate des Anemometers
> ya -1809.00                'y-Koordinate des Anemometers
> dd 4      8      16      32      64      128      256      'Zellengröße (m)
> x0 -416    -528    -544    -576    -1280    -1536    -4352    'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 192     122     64      46      46      28      36      'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -248    -384    -416    -832    -1536    -1792    -4608    'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 160     112     60      46      46      28      44      'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 17      31      31      31      31      31      31      'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 55.0 65.0 100.0
150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "M150741_CPII_01G.grid" 'Gelände-Datei
> xq 176.41   162.94
> yq -86.09   -100.47
> hq 32.00    32.00
> aq 0.00     0.00
> bq 0.00     0.00
> cq 0.00     0.00
> wq 0.00     0.00
> vq 0.00     0.00
> dq 0.00     0.00
> qq 7.040    7.040
> sq 0.00     0.00
> lq 0.0000   0.0000
> rq 0.00     0.00
> tq 0.00     0.00
> so2 1.6666667 1.6666667
> no 1.6777778 1.6777778
> no2 0.2861111 0.2861111
> nox 2.8611111 2.8611111
> pm-2 0.25    0.25
> xp -3284.00
```

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10.06.2021

```
> yp 5023.00
> hp 100.00
> rb "poly_raster.dmna"          'Gebäude-Rasterdatei
===== Ende der Eingabe =====
```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 25.0 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.13 (0.13).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.13 (0.13).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.12 (0.12).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.12 (0.10).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.15 (0.13).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.09 (0.05).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 7 ist 0.06 (0.03).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "C:/Austal/P2_25751_2020-11-
 20_nrb_m157912_RUN_06/mannheim_2015_rr_RheinuferNeckarau.akt" mit 8760 Zeilen, Format 3
 Es wird die Anemometerhöhe ha=35.3 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 100.0 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
 Prüfsumme TALDIA 6a50af80
 Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
 Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
 Prüfsumme AKTerm 258b0a58

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
 Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

[...]

Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

PM DEP : 4.016e-005 g/(m²*d) (+/- 4.8%) bei x= -352 m, y= 1184 m (5: 15, 43)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2 J00 : 3.590e-001 µg/m³ (+/- 4.4%) bei x= -352 m, y= 1184 m (5: 15, 43)
 SO2 T03 : 3.937e+000 µg/m³ (+/- 17.4%) bei x= 288 m, y= 864 m (5: 25, 38)
 SO2 T00 : 7.156e+000 µg/m³ (+/- 29.7%) bei x= 234 m, y= 186 m (1:163,109)
 SO2 S24 : 1.645e+001 µg/m³ (+/- 51.8%) bei x= -352 m, y= 1184 m (5: 15, 43)
 SO2 S00 : 1.655e+002 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 222 m, y= 270 m (1:160,130)
 NOX J00 : 6.162e-001 µg/m³ (+/- 4.4%) bei x= -352 m, y= 1184 m (5: 15, 43)
 NO2 J00 : 1.246e-001 µg/m³ (+/- 4.3%) bei x= -896 m, y= 2176 m (7: 14, 27)
 NO2 S18 : 6.128e+000 µg/m³ (+/- 50.3%) bei x=-1408 m, y= 4224 m (7: 12, 35)
 NO2 S00 : 9.271e+001 µg/m³ (+/- 88.2%) bei x= -508 m, y= 260 m (2: 3, 81)

PM J00 : 4.560e-002 µg/m³ (+/- 4.2%) bei x= -352 m, y= 1184 m (5: 15, 43)
 PM T35 : 1.636e-001 µg/m³ (+/- 37.3%) bei x= -288 m, y= 1120 m (5: 16, 42)
 PM T00 : 1.032e+000 µg/m³ (+/- 29.5%) bei x= 234 m, y= 186 m (1:163,109)

=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====

PUNKT 01
 xp -3284
 yp 5023
 hp 100.0
 -----+-----

SO2	J00	4.967e-002	1.9%	µg/m ³
SO2	T03	3.665e-001	12.4%	µg/m ³
SO2	T00	7.571e-001	11.3%	µg/m ³
SO2	S24	2.263e+000	21.5%	µg/m ³
SO2	S00	7.046e+000	16.3%	µg/m ³
NOX	J00	8.524e-002	1.9%	µg/m ³
NO2	J00	3.346e-002	2.4%	µg/m ³
NO2	S18	1.731e+000	30.8%	µg/m ³
NO2	S00	3.813e+000	35.3%	µg/m ³
PM	DEP	5.607e-006	8.2%	g/(m ² *d)
PM	J00	7.208e-003	2.0%	µg/m ³
PM	T35	2.407e-002	12.0%	µg/m ³
PM	T00	1.134e-001	11.3%	µg/m ³

=====

2020-11-21 15:53:08 AUSTAL2000 beendet.

2. Rechenlauf für den Volllastbetrieb mit Heizöl EL, schwefelarm in 8.760 h/a (nicht skaliert)

2020-11-21 00:07:05 -----
 TalServer:C:\Austal\P1_25754_2020-11-20_nrb_m157912_RUN_07

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/P1_25754_2020-11-20_nrb_m157912_RUN_07

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
 Das Programm läuft auf dem Rechner "W3611".

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti "M157912"           'Projekt-Titel
> gx 3464950            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5477800            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 1.00               'Rauigkeitslänge
> qs 1                  'Qualitätsstufe
> az "mannheim_2015_rr_RheinuferNeckarau.akt" 'AKT-Datei
> xa 3358.00            'x-Koordinate des Anemometers
> ya -1809.00           'y-Koordinate des Anemometers
> dd 4      8      16      32      64      128      256      'Zellengröße (m)
> x0 -416    -528    -544    -576    -1280    -1536    -4352    'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
```

```

> nx 192      122      64      46      46      28      36      'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -248    -384     -416     -832     -1536    -1792    -4608    'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 160      112      60      46      46      28      44      'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 17       31       31       31       31       31       31      'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 55.0 65.0 100.0
150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "M150741_CPII_01G.grid"      'Gelände-Datei
> xq 176.41   162.94
> yq -86.09   -100.47
> hq 32.00    32.00
> aq 0.00     0.00
> bq 0.00     0.00
> cq 0.00     0.00
> wq 0.00     0.00
> vq 0.00     0.00
> dq 0.00     0.00
> qq 7.020    7.020
> sq 0.00     0.00
> lq 0.0000   0.0000
> rq 0.00     0.00
> tq 0.00     0.00
> so2 1.7777778 1.7777778
> no 2.2305556 2.2305556
> no2 0.3805556 0.3805556
> nox 3.8055556 3.8055556
> pm-2 0.5     0.5
> xp -3284.00
> yp 5023.00
> hp 100.00
> rb "poly_raster.dmna"          'Gebäude-Rasterdatei
===== Ende der Eingabe =====

```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 25.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.13 (0.13).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.13 (0.13).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.12 (0.12).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.12 (0.10).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.15 (0.13).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.09 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 7 ist 0.06 (0.03).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "C:/Austal/P1_25754_2020-11-
20_nrb_m157912_RUN_07/mannheim_2015_rr_RheinuferNeckarau.akt" mit 8760 Zeilen, Format 3
Es wird die Anemometerhöhe ha=35.3 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 100.0 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKTerm 258b0a58

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
 Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====
 [...]
 =====

Auswertung der Ergebnisse:

=====
 DEP: Jahresmittel der Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

=====
 PM DEP : 8.302e-005 g/(m²*d) (+/- 4.6%) bei x= -352 m, y= 1248 m (5: 15, 44)
 =====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====
 SO2 J00 : 3.812e-001 µg/m³ (+/- 4.3%) bei x= -352 m, y= 1248 m (5: 15, 44)
 SO2 T03 : 3.572e+000 µg/m³ (+/- 27.6%) bei x= -288 m, y= 1056 m (5: 16, 41)
 SO2 T00 : 1.004e+001 µg/m³ (+/- 43.5%) bei x= 238 m, y= 326 m (1:164,144)
 SO2 S24 : 1.779e+001 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= -86 m, y= 374 m (1: 83,156)
 SO2 S00 : 1.766e+002 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 222 m, y= 270 m (1:160,130)
 NOX J00 : 8.160e-001 µg/m³ (+/- 4.3%) bei x= -352 m, y= 1248 m (5: 15, 44)
 NO2 J00 : 1.639e-001 µg/m³ (+/- 3.5%) bei x= -384 m, y= 1664 m (7: 16, 25)
 NO2 S18 : 8.018e+000 µg/m³ (+/- 49.2%) bei x= 1408 m, y=-2944 m (7: 23, 7)
 NO2 S00 : 9.817e+001 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 276 m, y= 388 m (2:101, 97)
 PM J00 : 9.122e-002 µg/m³ (+/- 4.2%) bei x= -352 m, y= 1248 m (5: 15, 44)
 PM T35 : 3.270e-001 µg/m³ (+/- 34.6%) bei x= -352 m, y= 1184 m (5: 15, 43)
 PM T00 : 2.276e+000 µg/m³ (+/- 40.3%) bei x= 238 m, y= 326 m (1:164,144)
 =====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====
 PUNKT 01
 xp -3284
 yp 5023
 hp 100.0
 -----+-----
 SO2 J00 5.193e-002 1.9% µg/m³
 SO2 T03 3.736e-001 16.1% µg/m³
 SO2 T00 7.883e-001 8.9% µg/m³
 SO2 S24 2.371e+000 35.9% µg/m³
 SO2 S00 7.277e+000 14.8% µg/m³
 NOX J00 1.112e-001 1.9% µg/m³
 NO2 J00 4.327e-002 2.3% µg/m³
 NO2 S18 2.291e+000 43.6% µg/m³
 NO2 S00 7.741e+000 13.8% µg/m³
 PM DEP 9.792e-006 8.8% g/(m²*d)
 PM J00 1.414e-002 1.9% µg/m³
 PM T35 4.899e-002 22.3% µg/m³
 PM T00 2.213e-001 8.9% µg/m³
 =====

2020-11-21 19:00:50 AUSTAL2000 beendet.

Anhang C – Zusätzliche Ergebnisse für die Unterlagen zur FFH-Vorprüfung, Stoffeinträge in FFH-Gebiete

11 Stoffdepositionen und Stoffeinträge in Natura2000-Gebiete

11.1 Vorbemerkung

Wie eingangs beschrieben, werden über die rein immissionsschutzrechtliche Betrachtung hinausgehend als Grundlage für die FFH-Vorprüfung die durch die geplante Anlage hervorgerufenen Schadstoffdepositionen und -einträge in Natura 2000-Gebiete ermittelt.

Auch hier erfolgt die oben erläuterte Skalierung auf die geplanten Betriebszeiten mit Erdgas (7.000 h/a) und Heizöl EL (1.000 h/a) und die Zusammenführung zu einem Gesamtergebnis.

Die Beurteilung der folgend gezeigten Ergebnisse erfolgt im Rahmen der FFH-Vorprüfung.

11.2 Ermittlung der Stoffdepositionen und Stoffeinträge

11.2.1 Stoffeinträge in das Kompartiment Luft

Vorliegend relevant sind die NO_x- und SO₂-Einträge in FFH-Gebiete in das Kompartiment Luft. Sie werden mithilfe der gem. Abschnitten 5 bis 8 durchgeführten Ausbreitungsrechnung nach Anhang 3 TA Luft 2002 ermittelt.

11.2.2 Stickstoff- und Säuredeposition

Grundlage zur Abschätzung der Stickstoff- und Säuredeposition ist eine Ausbreitungsrechnung mit identischen Eingangsdaten wie in der Rechnung nach den Abschnitten 5 bis 8.

Die Berechnung wird jedoch mit dem Rechenmodell AUSTAL2000N unter Berücksichtigung der stoffspezifischen Depositionsparameter gemäß Richtlinie VDI 3782, Blatt 5 (April 2006) [24] sowie der in der AKTerm zusätzlich abgebildeten Niederschlagszeitreihe durchgeführt. Die Berechnung wurde mit dem Programm AUSTAL2000N, Version 2.6.11-WI-x durchgeführt. Als Benutzeroberfläche wurde AustalView [20] eingesetzt.

Im vorliegenden Fall können NO und NO₂ zu einer Stickstoffdeposition führen. Beiträge zur Säuredeposition ergeben sich durch NO, NO₂ und SO₂. Andere Stoffe sind bei der untersuchten Anlage nicht von Bedeutung.

Entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 wurden Depositionsgeschwindigkeiten von $v_d = 0,05$ cm/s für NO, von $v_d = 0,3$ cm/s für NO₂ und von $v_d = 0,01$ m/s für SO₂ zugrunde gelegt¹⁹²⁰. Daraus errechnet sich die trockene Deposition für die Luftinhaltsstoffe. Die nasse Deposition errechnet sich aus den in der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 genannten stoffspezifischen Auswaschraten und der in der AKTerm gem. Abschnitt 7 zusätzlich abgebildeten stündlichen Niederschlagsmenge. Als Basis wurde hierfür die Niederschlagszeitreihe des repräsentativen Jahres 2015 herangezogen. Die Niederschlagsmenge im Jahr 2015 weicht nach [40] vom langjährigen Mittel [41] ab. Die einzelnen Niederschlagsereignisse der Niederschlagsreihe des Jahres 2015 wurden daher mittels eines einheitlichen Korrekturfaktors so skaliert, dass sich eine dem langjährigen Mittel entsprechende Niederschlagsmenge ergibt.

Der N-Anteil der (nass und trocken) deponierten Masse an NO und NO₂ entspricht der Stickstoffdeposition.

Die Bestimmung des Säureeintrags wird anhand des Säureäquivalents vorgenommen [42].

Ein Säureäquivalent S + N = 1 eq entspricht 16 g Sulfatschwefel oder 14 g Nitrat- oder Ammoniumstickstoff (Ammoniumstickstoff ist vorliegend nicht relevant).

Wenn beim Bodeneintrag von SO₂, NO, NO₂ und NH₃ (NH₃ ist vorliegend nicht relevant) angenommen wird, dass diese Komponenten zu Schwefelsäure (H₂SO₄) und Salpetersäure (HNO₃) oxidiert werden und ein Salpetersäure-Molekül ein H⁺-Ion und ein Schwefelsäure-Molekül zwei H⁺-Ionen bereitstellen, dann entspricht das Säureäquivalent S der Molanzahl der H⁺-Ionen.

Es gilt dann also [42]:

$$S = (1 \text{ eq}/30 \text{ g}) \times F_{\text{NO}} + (1 \text{ eq}/46 \text{ g}) \times F_{\text{NO}_2} + (1 \text{ eq}/17 \text{ g}) \times F_{\text{NH}_3} + (2 \text{ eq}/64 \text{ g}) \times F_{\text{SO}_2}$$

mit

F_{NO} = NO-Deposition, F_{NO_2} = NO₂-Deposition, F_{NH_3} = NH₃-Deposition, F_{SO_2} = SO₂-Deposition. Dabei ist NH₃ vorliegend nicht relevant.

Beispielsweise entspricht die Deposition von 1 kg_{NO₂}/(ha*a) somit einem Säureeintrag (durch NO₂) von $S = 1 \text{ eq}/46 \text{ g} \times 1 \text{ kg}_{\text{NO}_2}/(\text{ha} \cdot \text{a}) \times 1.000 \text{ g/kg} = 21,74 \text{ eq}/(\text{ha} \cdot \text{a})$.

¹⁹ Dabei ist darauf hinzuweisen, dass es sich dabei um Werte für die sogenannte Mesoskala (großräumiges Mittel) handelt. Je nach Oberflächenkategorie und je nach Untersuchung werden auch davon abweichende Werte angegeben (vgl. Anhang D der Richtlinie VDI 3782, Blatt 5). In der Richtlinie VDI 3782, Blatt 5 wird ausgeführt: „Die Depositionsgeschwindigkeit für die Kategorie „Mesoskala“ sollte etwa zwischen den Werten für die Kategorien „Gras“ und „Wald“ liegen.“ Daher und vor dem Hintergrund der im Anhang D angegebenen Werte erscheinen die Mesoskala-Werte zumindest im vorliegenden Fall als anwendbar.

²⁰ Soweit die Deposition auf Waldflächen in Natura 2000-Gebieten beurteilungsrelevant ist, werden die Ergebnisse für die trockene Deposition mit $v_d = 0,015$ m/s für SO₂ gem. Nr. 5.3.8 der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 skaliert. Für NO und NO₂ gibt es in Nr. 5.3.5 der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 keine Angaben für die Oberflächenkategorie Wald.

11.3 Ergebnisse zu Stoffdepositionen und Stoffeinträgen

11.3.1 Stickstoffdeposition

Der prognostizierte Beitrag zur Stickstoffdeposition (Summe aus trockener und nasser Deposition) im Rechengebiet ist in Abbildung 22 für den Betrieb in 7.000 h/a, davon 6.000 h/a mit Erdgas und 1.000 h/a mit HEL gezeigt.

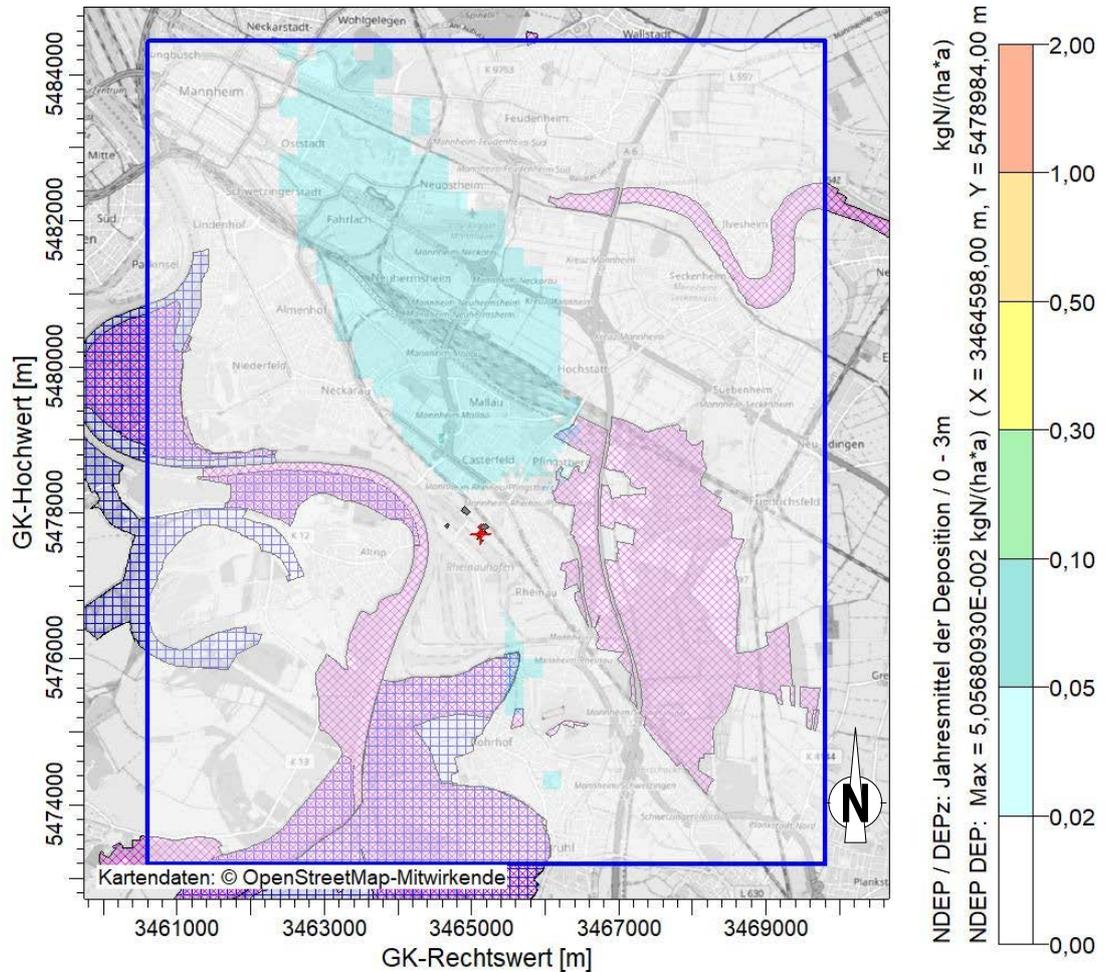


Abbildung 22. Beitrag zur Stickstoffdeposition (Mesoskala) durch den Betrieb in 7.000 h/a, davon 6.000 h/a mit Erdgas und 1.000 h/a mit HEL (FFH-Gebiete magenta, Vogelschutzgebiete dunkelblau schraffiert).

11.3.2 Säuredeposition

Der für die Oberflächenkategorie „Mesoskala“ prognostizierte Beitrag zur Säuredeposition (Summe aus trockener und nasser Deposition) im Rechengebiet ist in Abbildung 23 für den Betrieb in 7.000 h/a, davon 6.000 h/a mit Erdgas und 1.000 h/a mit HEL gezeigt.

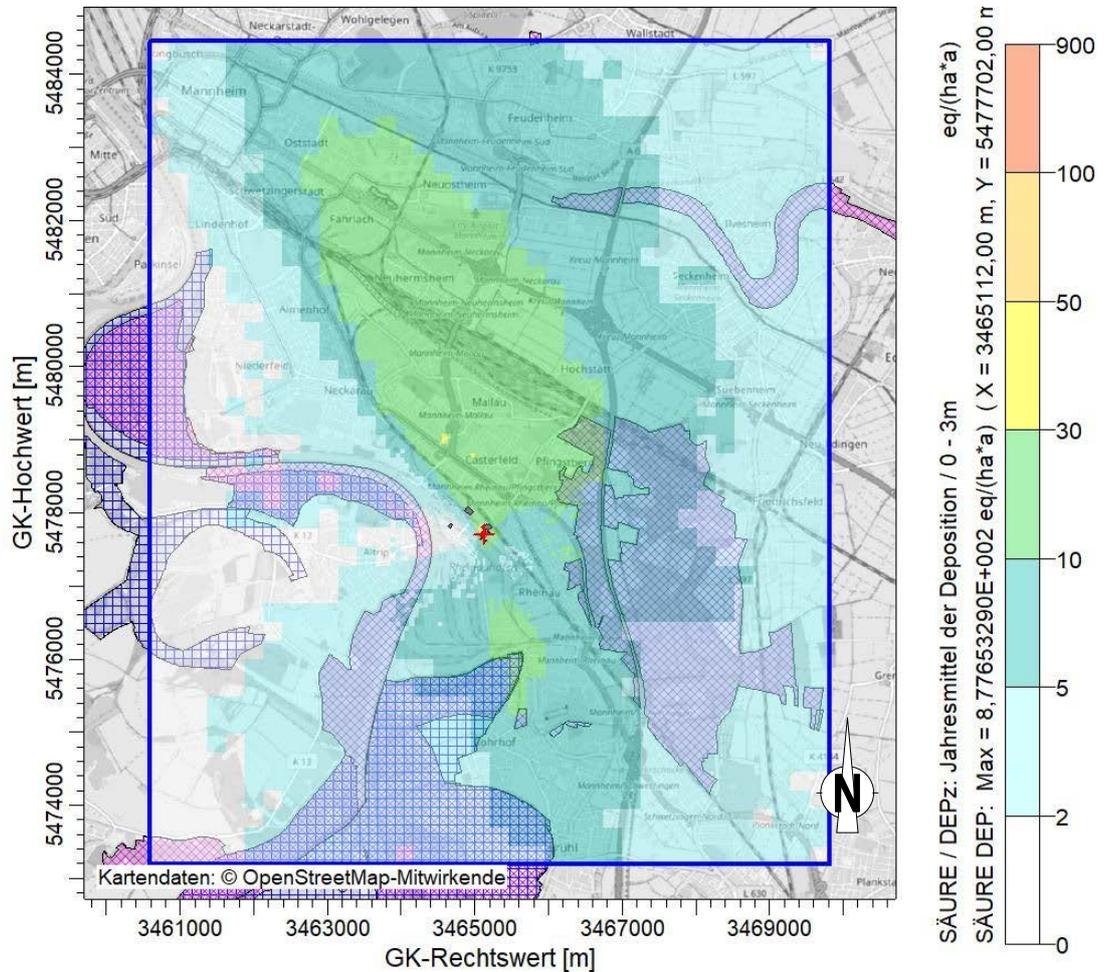


Abbildung 23. Beitrag zur Säuredeposition (Mesoskala) durch den Betrieb in 7.000 h/a, davon 6.000 h/a mit Erdgas und 1.000 h/a mit HEL (FFH-Gebiete magenta, Vogelschutzgebiete dunkelblau schraffiert).

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\157912\M157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10.06.2021

Abbildung 24 zeigt die Säuredeposition (Summe aus trockener und nasser Deposition) für die Oberflächenkategorie „Wald“.

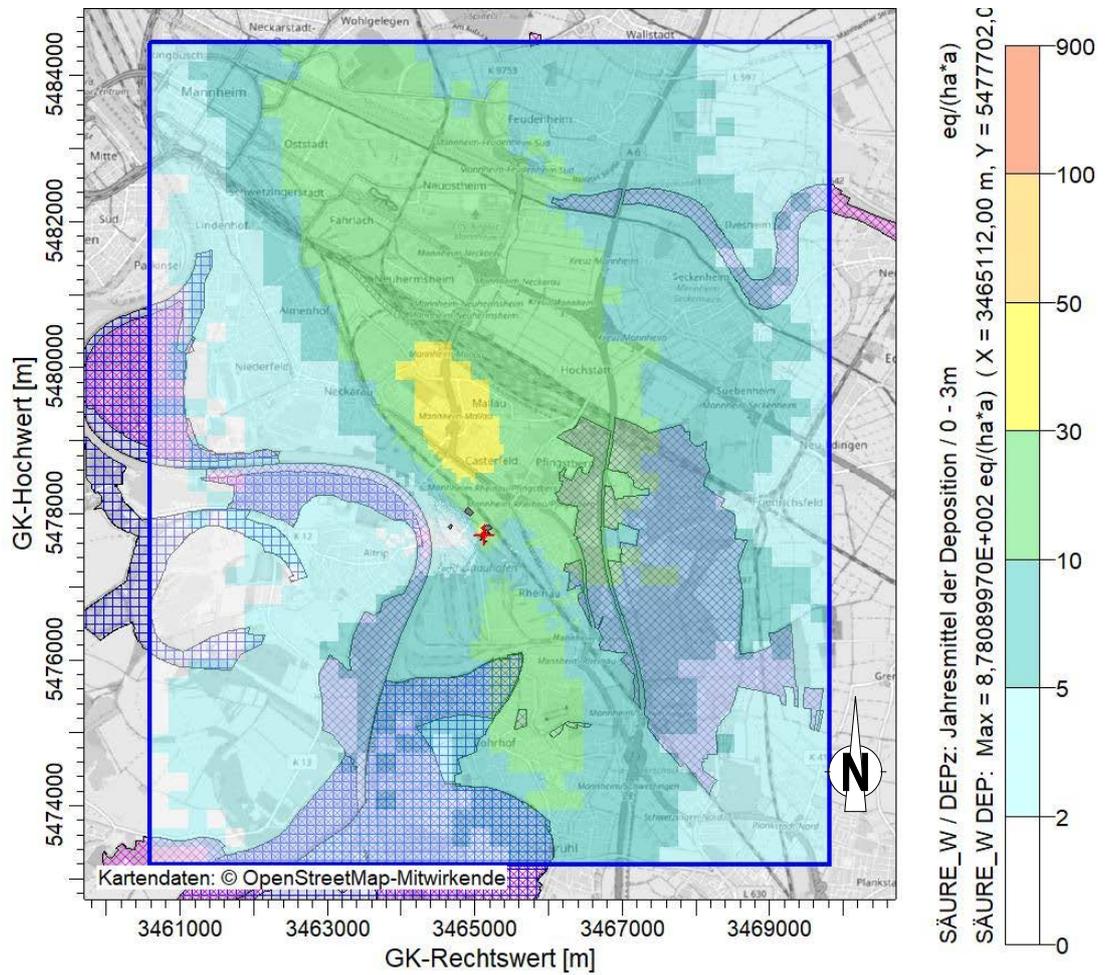


Abbildung 24. Beitrag zur Säuredeposition (Wald) durch den Betrieb in 7.000 h/a, davon 6.000 h/a mit Erdgas und 1.000 h/a mit HEL (FFH-Gebiete magenta, Vogelschutzgebiete dunkelblau schraffiert).

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10. 06. 2021

11.3.4 Immissionsbeiträge Schwefeloxide

Die prognostizierte SO₂-Zusatzbelastung im Rechengebiet ist in Abbildung 26 gezeigt.

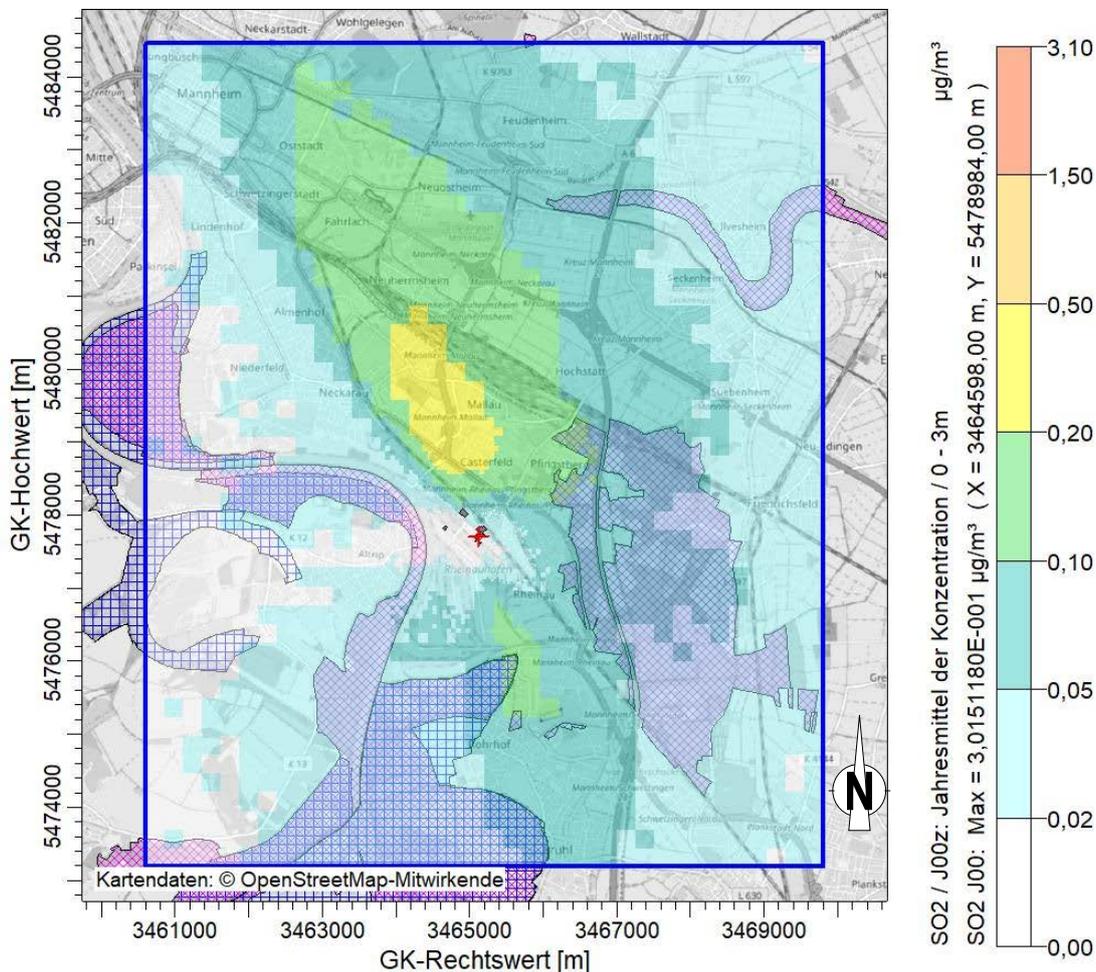


Abbildung 26. Verteilung der SO₂-Zusatzbelastung im Jahresmittel in der bodennahen Schicht durch den Betrieb in 7.000 h/a, davon 6.000 h/a mit Erdgas und 1.000 h/a mit HEL, skaliert auf zulässige Emission im Jahresmittel (FFH-Gebiete magenta, Vogelschutzgebiete dunkelblau schraffiert).

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\157912\M157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10. 06. 2021

Anhang D – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\M157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10.06.2021

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dr. rer. nat. Duy Sinh Cai
Telefon +49(89)85602 3538
DuySinh.Cai@mbbm.com

21. Oktober 2020
M158548/01 Version 1 CAI/KOP

MVV Umwelt Asset GmbH Standort „Rhein Ufer Neckarau“ (RUN)

**Ermittlung einer räumlich übertragbaren
meteorologischen Datenbasis
für eine Immissionsprognose
nach Anhang 3 der TA Luft**

Bericht Nr. M158548/01

Auftraggeber:

**MVV Umwelt GmbH
68142 Mannheim**

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Duy Sinh Cai

Berichtsumfang:

Insgesamt 26 Seiten

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Beurteilungsgrundlagen	6
3 Anlage, Standort und Umgebung	8
3.1 Allgemeine Beschreibung Anlage und Anlagenstandort	8
3.2 Naturräumliche Lage und Gliederung, orographische Struktur	9
4 Erwartungswerte für Wind- und Ausbreitungsbedingungen am Standort bzw. Zielbereich	11
4.1 Erwartungswerte am Standort bzw. Zielbereich	11
5 Verwendete/Berücksichtigte Bezugswindstationen (Vorprüfung)	14
6 Detailprüfung	16
7 Fazit	22
8 Bestimmung Ersatzanemometerposition (EAP)	23
9 Grundlagen der vorliegenden Übertragbarkeitsprüfung	25

Zusammenfassung

Die MVV Umwelt Asset GmbH plant am Standort „Rhein Ufer Neckarau“ (RUN) eine Anlage mit Heißwasserkessel. Die Ableitung der Abgase der Heißwasserkessel soll über zwei Schornsteine erfolgen.

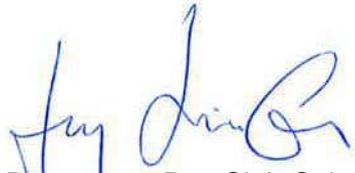
Für die Prüfung des Vorhabens und die in deren Zuge zu erstellenden Immissionsprognose für Luftschadstoffe werden meteorologische Daten, die die Wind- und Ausbreitungsverhältnisse am Standort charakteristisch wiedergeben, benötigt. Da am Standort selbst bzw. im Rechengebiet keine meteorologischen Messungen erfolgen, deren Ergebnisse für die vorliegende Aufgabenstellung herangezogen werden können, sind Daten einer geeigneten Station aus dem weiteren Umfeld auf den Standort zu übertragen. Diese Station ist vorliegend entsprechend Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 zu ermitteln.

Die hierzu nachfolgend dokumentierte Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft basiert auf den Anforderungen der TA Luft sowie der VDI 3783 Blatt 20. Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 20 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

Im Rahmen der Übertragbarkeitsprüfung wurden 15 Windmessstationen des Deutschen Wetterdienstes und zwei Stationen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) herangezogen.

In der Detailprüfung wurden die DWD-Windmessstationen Rheinstetten und Mannheim sowie die Messstationen Mannheim Nord und Süd des LUBW untersucht.

Insgesamt betrachtet stellen die meteorologischen Daten der DWD-Station Mannheim eine räumlich auf den Standort bzw. Zielbereich übertragbare und repräsentative sowie die unter den geprüften Datensätzen am besten geeignete Datengrundlage für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft für die zu untersuchende Anlage dar.



Dr. rer. nat. Duy Sinh Cai
(Projektverantwortlicher)



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
(Qualitätssicherung)

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die MVV Umwelt Asset GmbH plant am „Rhein Ufer Neckarau“ (RUN) eine Anlage mit bivalent (Erdgas, Heizöl EL) befeuerten Heißwasserkessel mit einer Leistung von insgesamt 304 MW_{th}. Die Ableitung der Abgase der 8 Heißwasserkessel soll über zwei Schornsteine erfolgen.

Für die Prüfung des Vorhabens und die in deren Zuge zu erstellenden Immissionsprognose für Luftschadstoffe werden meteorologische Daten, die die Wind- und Ausbreitungsverhältnisse am Standort charakteristisch wiedergeben, benötigt. Da am Standort selbst bzw. im Rechengebiet keine meteorologischen Messungen erfolgen, deren Ergebnisse für die vorliegende Aufgabenstellung herangezogen werden können, sind Daten einer geeigneten Station aus dem weiteren Umfeld auf den Standort zu übertragen.

Im vorliegenden Gutachten soll geprüft werden, von welcher meteorologischen Messstation die erhobenen Daten eine ausreichend hohe Ähnlichkeit der charakteristischen Merkmale zu der am Anlagenstandort erwarteten Windverteilung aufweisen, um diese Messdaten auf den Anlagenstandort zu übertragen. Stehen mehrere für eine Übertragung auf den Standort bzw. in das Rechengebiet grundsätzlich geeignete Stationen zur Verfügung, ist diejenige zu ermitteln, welche am besten geeignet erscheint.

Die Prüfung wird nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 durchgeführt.

2 Beurteilungsgrundlagen

Ausbreitungsrechnungen sollen nach Anhang 3 der TA Luft entweder auf Basis einer

- Meteorologischen Zeitreihe (AKTerm) mit Stundenmitteln von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Schichtungsstabilität (Monin-Obukhov-Länge, ersatzweise Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier), oder einer
- Ausbreitungsklassenstatistik (AKS), d. h. einer Häufigkeitsverteilung von stündlichen Ausbreitungssituationen, festgelegt durch Windrichtungssektor, Windgeschwindigkeitsklasse und Stabilitätsklasse nach Klug/Manier, die auf mehrjährigen Messungen beruht,

erfolgen.

Abweichend hierzu kann es im Einzelfall in Betracht kommen, anstelle messtechnisch ermittelter Ausbreitungsklassenstatistiken oder meteorologischer Zeitreihen durch geeignete Modellrechnungen ermittelte synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken (oder –zeitreihen) zu verwenden.

Die Entscheidung, ob mit einer meteorologischen Zeitreihe oder einer AKS gerechnet wird, hängt von der Datenverfügbarkeit und der betrachteten Situation ab. Generell ist die Verwendung einer meteorologischen Zeitreihe vorzuziehen, da hiermit Korrelationen zwischen Emissionszeitgängen und Meteorologie berücksichtigt werden können und auch nicht auf eine Klassierung der meteorologischen Eingangsdaten zurückgegriffen werden muss. [6]

Zur Verwendung einer AKS sind die Vorgaben der TA Luft Anhang 3, Nr. 12 zu berücksichtigen. Insbesondere darf eine AKS nur verwendet werden, sofern Windgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s im Stundenmittel am Standort der Anlage in weniger als 20 % der Jahresstunden auftreten.

Die verwendeten Daten sollen für den Standort der Anlage charakteristisch bzw. auf diesen räumlich übertragbar sein.

Die vorliegende Ermittlung einer räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis für eine Immissionsprognose nach Anhang 3 der TA Luft erfolgt unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte entsprechend Richtlinie VDI 3783 Bl. 20 (März 2017) [8] auf Basis der folgenden Kriterien:

- Empirische Abschätzung der markanten Strukturen der Windrichtungsverteilung (Maxima, Minimum) am Standort (hier unter Berücksichtigung Auswertung topographischer Karten und Windfeldmodellergebnissen).
- Vergleich dieser Erwartungswerte mit den markanten Strukturen der Windrichtungsverteilung an den ausgewählten verfügbaren Bezugwindstationen und Abschätzung der räumlichen Repräsentanz.
- Vergleich des mittleren Jahresmittels der Windgeschwindigkeit und der relativen Häufigkeiten von Windgeschwindigkeiten < 1 m/s (Schwachwind) in der entsprechenden Messhöhe mit den entsprechenden Sollwerten am Übertragungsort einschließlich Schwachwindhäufigkeit in 10 m über Störniveau (TA Luft, Anhang 3, Nr. 12).

- Abschätzung der lokalen topographischen Einflüsse auf das Windfeld am Übertragungsort.

Bei der Ermittlung einer geeigneten, räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis ist nicht nur die Übereinstimmung der Windverhältnisse am Messort mit denen am Zielort der Übertragung maßgeblich, sondern insbesondere auch das zur Anwendung vorgesehene Windfeldmodell. Grundsätzlich müssen die meteorologischen Daten alle relevanten Prozesse enthalten, die nicht durch die Windfeldmodellierung erfasst werden, und umgekehrt [6].

In begründeten Einzelfällen ist nach VDI 3783 Bl. 13 [6] ferner die Verwendung meteorologischer Daten zulässig, die aufgrund ihrer Eigenschaften eine konservative Abschätzung der Immissionszusatzbelastung entsprechend der Aufgabenstellung gewährleisten. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn sich Schutzobjekte ausschließlich in einem eindeutig definierten Richtungssektor in Bezug auf die Anlage befinden.

Vor diesem Hintergrund werden im Zuge des vorliegenden Gutachtens ggf. verschiedene Möglichkeiten zur modelltechnischen Bearbeitung der prognostischen Fragestellung aufgezeigt und diskutiert.

3.2 Naturräumliche Lage und Gliederung, orographische Struktur

Der Standort befindet sich im nördlichen Oberrheinischen Tiefland. Die naturräumliche Gliederung nach Meynen und Schmithüsen et al. ist in Abbildung 2 dargestellt. Die geplante Anlage ist demnach zwischen den nördlichen Oberrheinniederungen (221) und der daran östlich angrenzenden Neckar-Rhein-Ebene (224) zu finden.

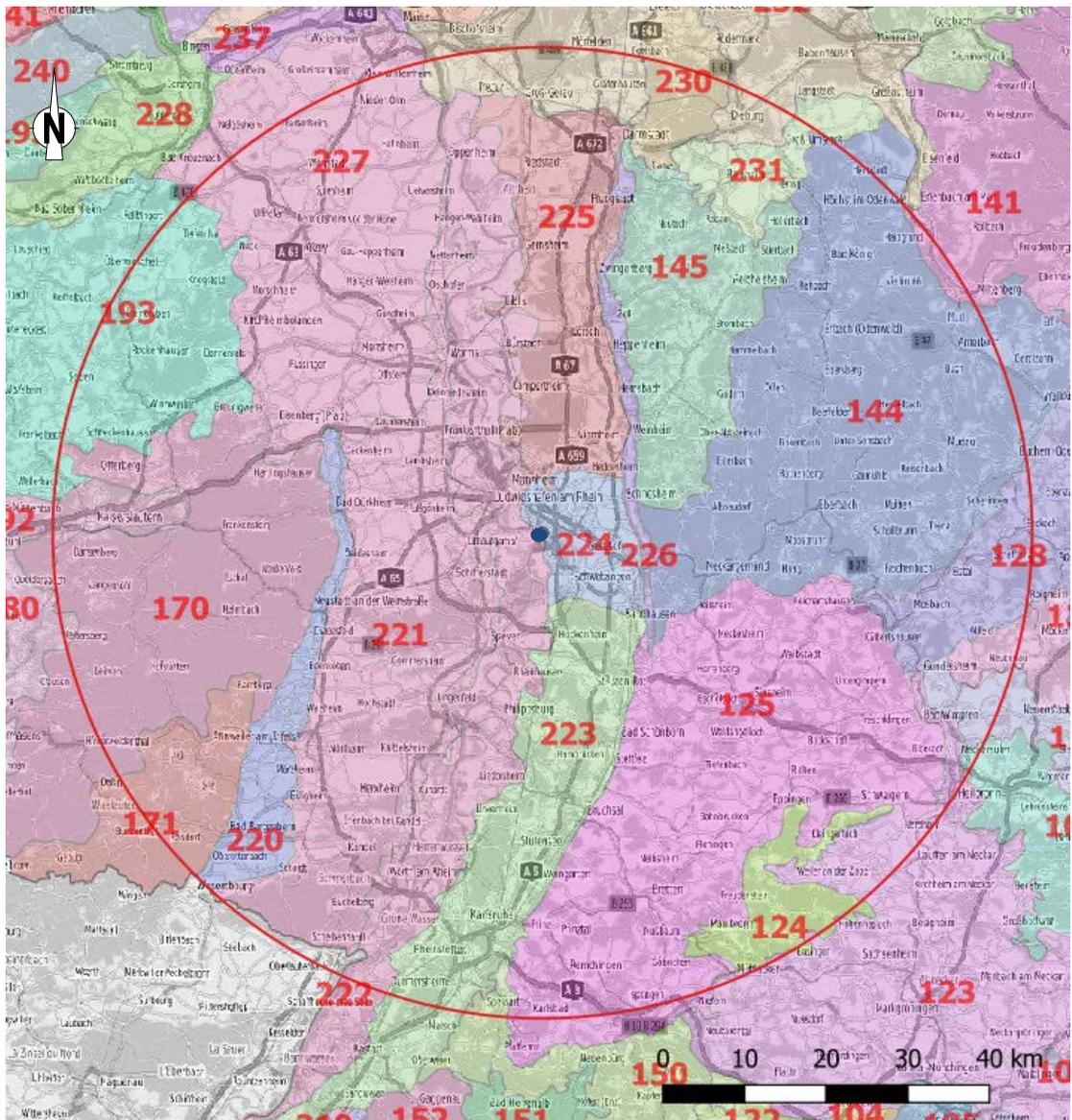


Abbildung 2. Übersicht Naturräumliche Gliederung Deutschlands (Auszug). Lage des Anlagenstandorts blau markiert.

Die orographische Struktur des weiteren und näheren Umfelds des Untersuchungsgebiets kann den nachfolgenden Kartendarstellungen entnommen werden. Das Gelände im weiteren Umgriff der Anlage ist als weitläufig eben zu charakterisieren. Die Nord Süd ausgerichtete Oberrheinische Tiefebene wird durch die Erhebungen des Haardtgebirges und des Odenwaldes flankiert.

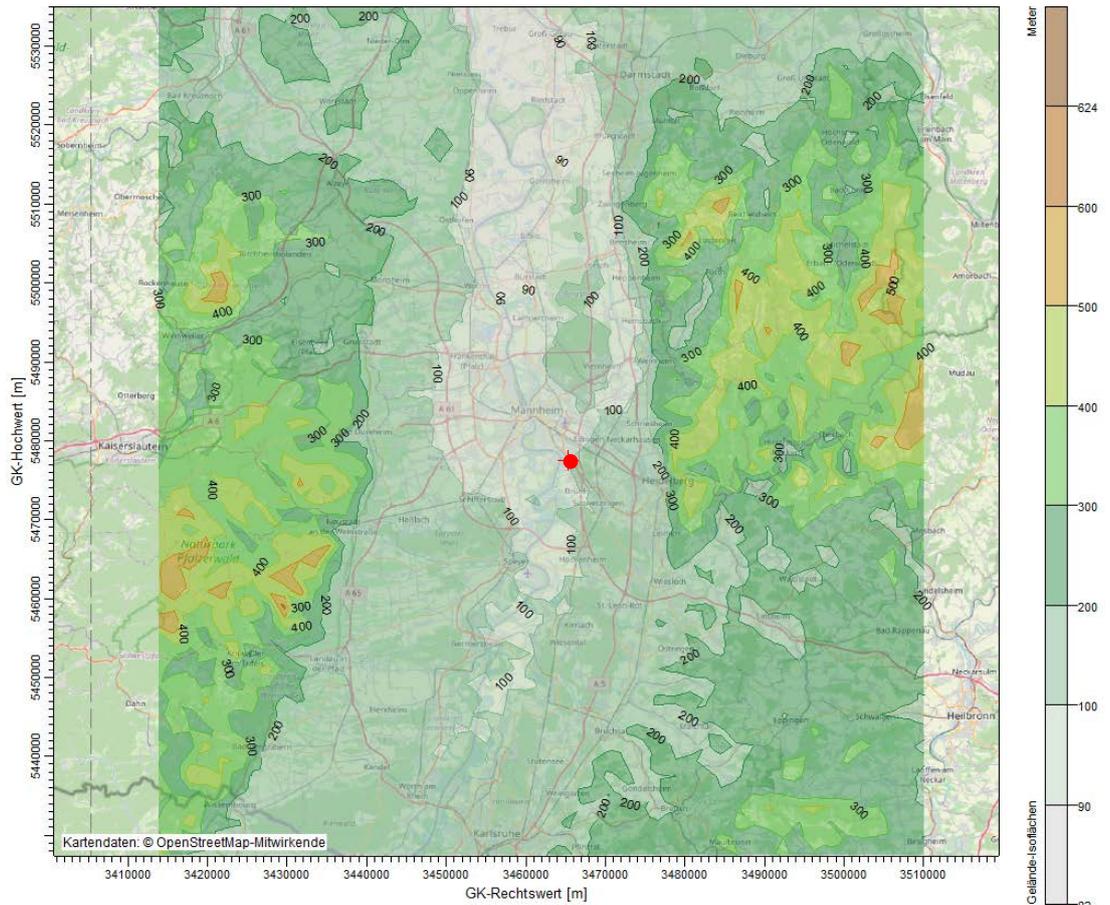


Abbildung 3. Orographische Gliederung des weiteren Standortumfelds. Anlagenstandort rot markiert [17].

4 Erwartungswerte für Wind- und Ausbreitungsbedingungen am Standort bzw. Zielbereich

4.1 Erwartungswerte am Standort bzw. Zielbereich

Aufgrund der Lage in den nördlichen Oberrheinniederungen und deren großräumiger, durch die markanten Randhöhen des Haardtgebirges und des Odenwaldes vorgegebenen Ausrichtung in Nord-Süd ist am Zielstandort regional mit vorherrschenden Winden aus südlichen Richtungen zu rechnen. Ein sekundäres Maximum ist aus den nördlichen Sektoren und die Minima der Windrichtungsverteilung sind im Bereich der westlichen und östlichen Sektoren zu erwarten.

Um die so aus der orographischen Situation am Standort und in der Region abgeschätzten Hauptwindrichtungen zu verifizieren bzw. feiner zu differenzieren, wird ergänzend auf den Vergleich mit synthetischen Winddaten des Landes Baden-Württemberg [11] zurückgegriffen. Dieser bestätigt für den Standort die erwartete deutliche Nord-Süd-Ausrichtung der Windhäufigkeitsverteilung. Diese Hauptmaxima werden durch Ausläufer in nordnordwestlicher, südsüdöstlicher wie südsüdwestlicher Richtung flankiert. Dies spiegelt den Erwartungswert für den Standort wieder.

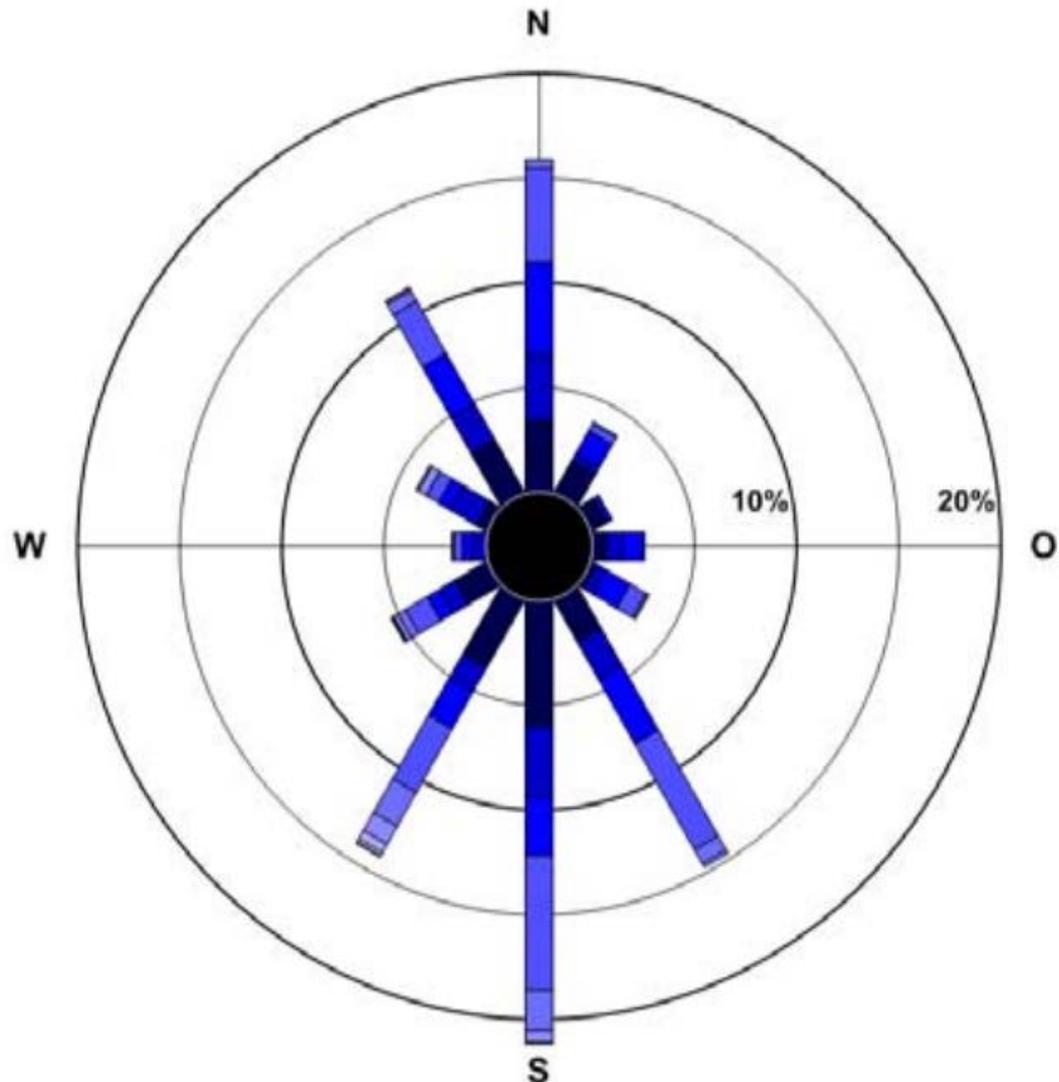


Abbildung 4. Windrichtungshäufigkeitsverteilung der synthetischen Winddaten des Landes Baden-Württemberg [11] für den Standort.

Entsprechend dem statistischen Windfeldmodell SWM des Deutschen Wetterdiensts DWD [4] sind am Anlagenstandort in 10 m Höhe mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2,6 m/s zu erwarten.

Die Häufigkeit an Schwachwinden (< 1,0 m/s) wird aus den Weibullparametern für den Anlagenstandort [4] mit 19 % abgeschätzt.

Die entsprechenden Erwartungswerte werden in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 1. Erwartungswerte Windverhältnisse am Anlagenstandort.

Windrichtungshäufigkeitsverteilung			Windgeschwindigkeit	
Maximum	Sekundäre Maxima, absteigende Reihenfolge	Minimum	Mittelwert (10 m ü. Grd)	Häufigkeit Schwachwinde (< 1,0 m/s)
SSO-SSW	N,NNW	W, O	2,6 m/s	19 %

5 Verwendete/Berücksichtigte Bezugswindstationen (Vorprüfung)

Bei der Prüfung der Übertragbarkeit werden die folgenden Stationen aus dem näheren regionalen Umfeld des Standorts berücksichtigt, für die stündlich aufgelöste Daten von Windrichtung und Windgeschwindigkeit vorliegen:

- Mannheim (DWD 5906)
- Mannheim Nord (LUBW 4474)
- Mannheim Süd (LUBW 4475)
- Rheinstetten (DWD 4177).

Weitere DWD-Stationen (Dörrmoschel-Felsbergerhof, Kaiserslautern, Karlsruhe, Weinbiet, Neustadt/Weinstrasse, Pforzheim-Ispringen, Mühlacker, Heilbronn/Necker, Waibstadt, Beerfelden-Vogelherd, Michelstadt-Vielbrunn) liegen in deutlich größeren Abständen und/oder weichen hinsichtlich der orographischen Struktur und naturräumlichen Gliederung ihrer Umgebung in stärkerem Maße von den Verhältnissen am Standort ab oder besitzen eine zu geringe Datenverfügbarkeit, so dass diese nicht in die nähere Prüfung einbezogen werden.

Mit Blick auf die zeitliche Repräsentativität kann die Station Mannheim Süd (LUBW 4475) die Anforderungen der VDI 3783 Blatt 20 nicht vollumfänglich erfüllen. Aufgrund der räumlichen Nähe zum Zielstandort und aus Vergleichsgründen wird die Station Mannheim Süd dennoch für eine nähere Untersuchung nicht verworfen.

In Tabelle 2 sind die Kenndaten der für die nähere Prüfung einbezogenen Messstationen aufgeführt.

Tabelle 2. In die nähere Prüfung einbezogene Messstationen.

Station	Koordinaten	Stations- höhe ü. NHN [m]	Rauigkeits- länge (z_0) [m]	Höhe Wind- geber (ü. Grd.) [m]	Lage bzgl. Stand ort	Zeitraum (vorl. Jahre)	Mess- beginn Station
Mannheim Nord (LUBW 4474)	B: 49,54 ° L: 08,47 °	95	0,2	10	13 km N	1975-2020	1975
Mannheim Süd (LUBW 4475)	B: 49,43 ° L: 08,31 °	95	1	10	0,6 km W	1975-2011	1975
Mannheim (DWD 5906)	B: 49,50 ° L: 08,56 °	98	0,22	22 ab 2008 10	8 km N	1969-20020	1969
Rheinstetten (DWD 4177)	B: 48,19 ° L: 08,33 °	116	0,2	10	50 km S	2008-2020	2008

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die ungefähre Lage der Stationen.

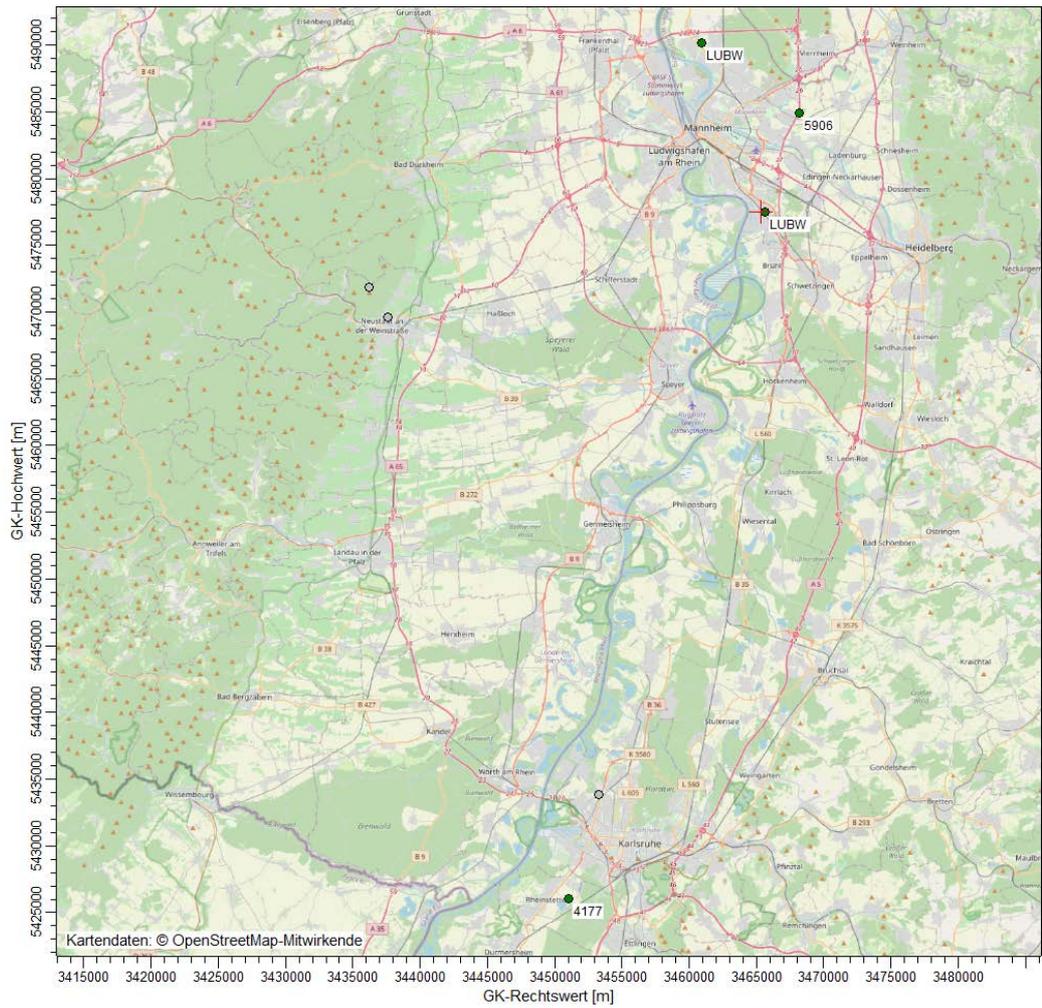


Abbildung 5. Lage der in die Detailprüfung einbezogenen Wetterstationen (grün markiert) [17].

S:\M\Proj\158M\158548M\158548_01_Ber_1D.DOCX:28. 10. 2020

6 Detailprüfung

Die nachfolgende Prüfung analysiert und vergleicht die Windrichtungsverteilung der zuvor genannten Bezugswindstationen. Zunächst sollen die einzelnen Stationen und ihre Windrichtungsverteilungen vor dem Hintergrund ihrer naturräumlichen Lage kurz beschrieben werden.

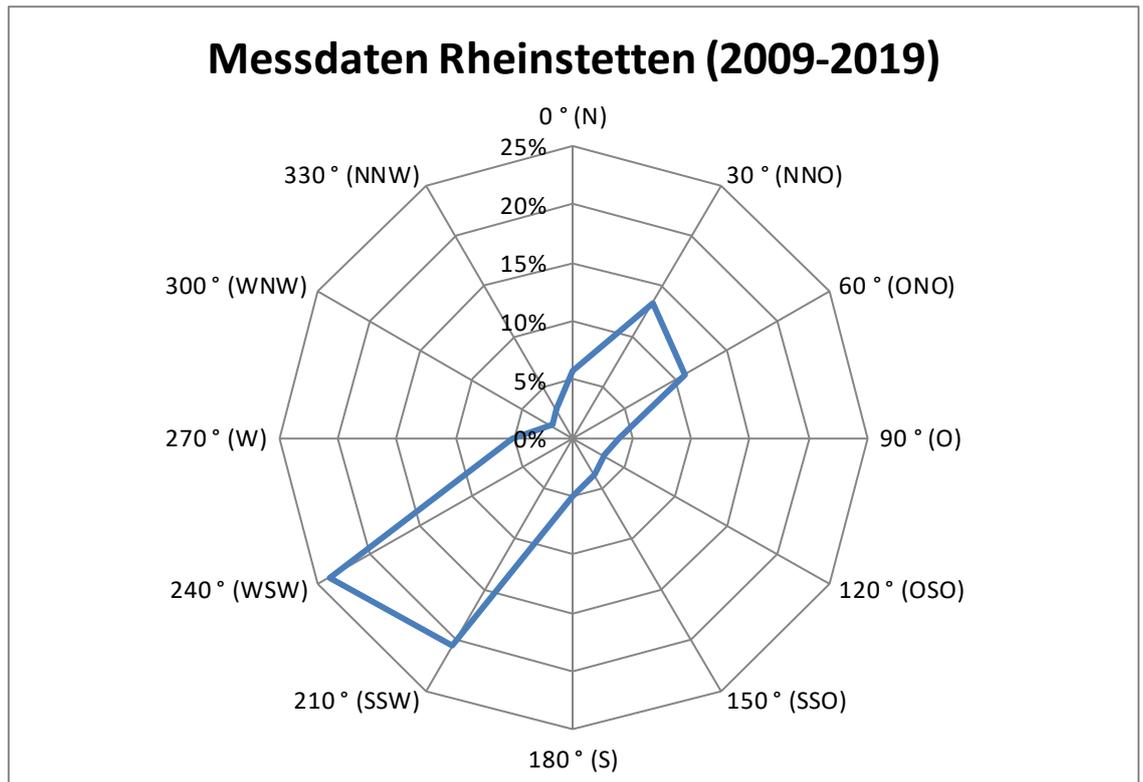


Abbildung 6. Langjährige Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Rheinstetten für den Zeitraum 2009 – 2019 [15].

Die DWD-Station Rheinstetten liegt südlich vom Zielstandort und befindet sich im oberrheinischen Tiefland in den Hardtebenen [14]. Es zeigt sich aufgrund der Lage im oberrheinischen Tiefland eine kanalisierte Windrichtungsverteilung. Aufgrund der am Messtandort vom Zielstandort abweichenden Ausrichtung des Oberrheintals und seiner Randhöhen ergeben sich – abweichend von den Erwartungswerten für den Zielstandort - deutlich akzentuierte Maxima aus WSW bis SSW sowie aus NNO Richtungen.

Die Minima liegen folglich im Bereich der WNW und OSO-Sektoren.

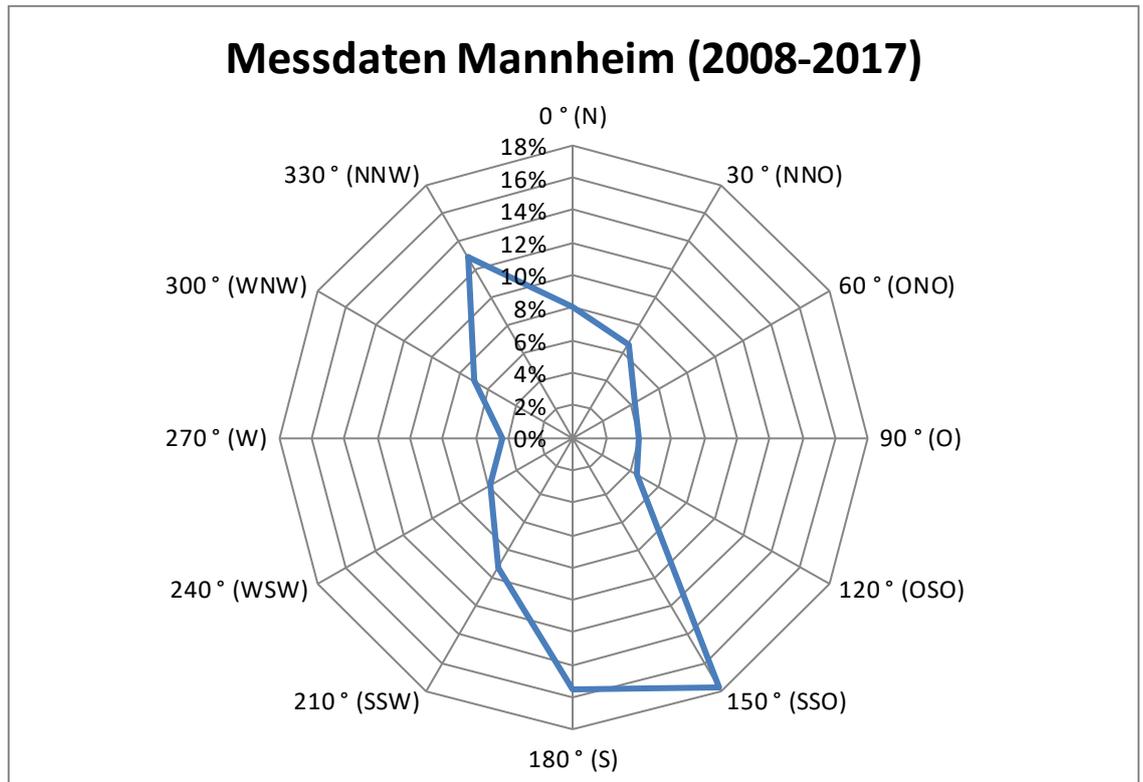


Abbildung 7. Langjährige Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Mannheim (DWD) für den Zeitraum 2008 – 2017 [15].

Die Geberhöhe der DWD-Messstation Mannheim wurde im Laufe der Jahres 2008 von 22 m auf 10 m geändert. Zur Wahrung eines konsistenten Datensatzes wurde im vorliegenden Fall nur der Zeitraum 2008 – 2017 betrachtet. Die DWD-Station Mannheim befindet sich nordöstlich des Anlaenstandort. Der Messtandort liegt in der „Neckar-Rhein Rheinebene“. Die dort gegebene Ausrichtung des Tals und seiner Randhöhen spiegelt sich in der Windrichtungsverteilung wieder. Es zeigt sich ein Primärmaximum aus S (S-SSO) und ein Sekundärmaximum aus NNO. Die Minima liegen im Bereich West sowie Ost.

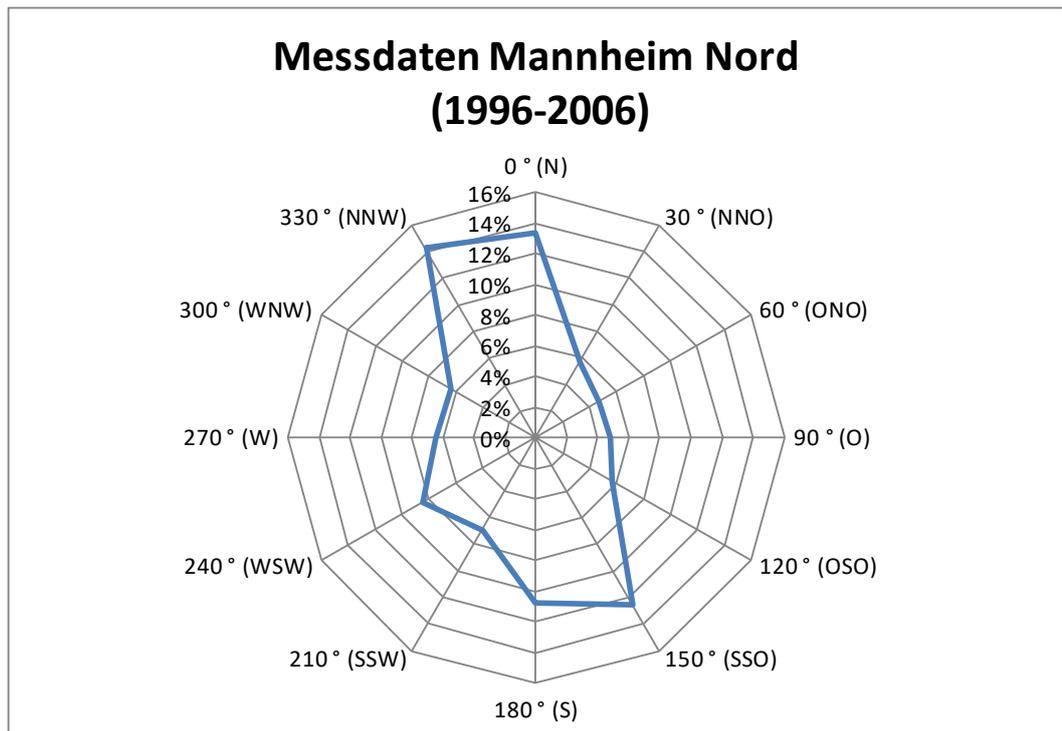


Abbildung 8. Langjährige Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Mannheim Nord (LUBW 4474) für den Zeitraum 1996 – 2006, Datenquelle [11].

Die LUBW-Station Mannheim Nord ist nördlich des Anlagenstandort zu finden. Die Lage der Messstation befindet sich in der naturräumlichen Haupteinheit „Hessische Rheinebene“. An der Messstation ist im langjährigen Mittel das Primärmaximum aus nördlichen (NNW-N) Richtungen und Sekundärmaxima aus S-SSO festzustellen. Ein Nebenmaximum ist im Bereich WSW zu finden. Die Minima treten im Bereich WNW sowie ONO auf.

Die zum Anlagenstandort nächstgelegene Messstation ist die im Westen befindliche LUBW-Station Mannheim Süd. Die Hauptwindrichtungen liegen in den Sektoren NNW und SSW. Das Minimum der Windrichtungsverteilung ist im Norden auszumachen. Der Standort der Messstation sowie die Charakteristika der Windrichtungsverteilung deuten darauf hin, dass bei der LUBW Station Mannheim Süd bodennahe Strukturen (z. B. Bebauung und Bewuchs) einen wesentlichen Einfluss auf die Messung haben könnten.

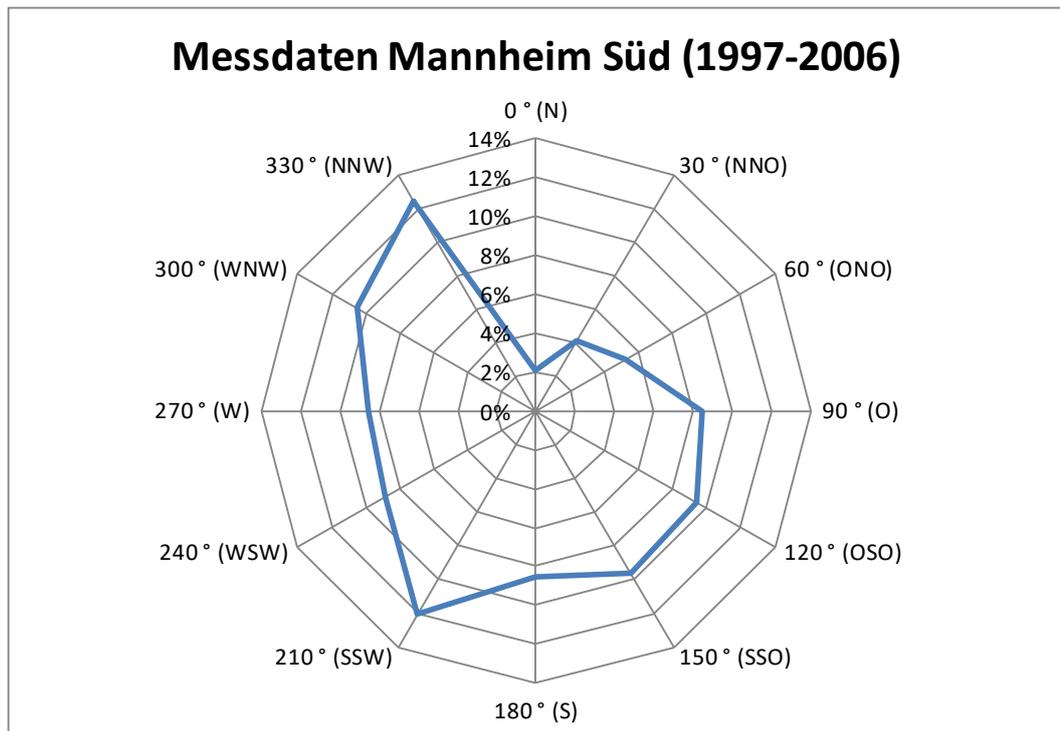


Abbildung 9. Langjährige Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Mannheim Süd (LUBW 4475) für den Zeitraum 1997 – 2006, Datenquelle [11].

Tabelle 3. Charakteristika der Windrichtungsverteilungen an den Messstationen.

	Hauptmaximum	Nebenmaxima	Minimum
Station			
Rhein Ufer Neckarau (RUN)	SSW-SSO	N,NNW	W,O
Mannheim DWD	S-SSO	NNW	W,O
Mannheim Süd LUBW	NNW,SSW	OSO	N
Mannheim Nord LUBW	NNW-N	S-SSO	WNW,ONO
Rheinstetten	WSW-SSW	NNO	WNW,OSO

Am Anlagenstandort wird ein akzentuiertes Primärmaximum in südsüdöstlicher bis südsüdwestlicher Richtung und das Nebenmaximum in nördlicher bis nordnordwestlicher Richtung erwartet.

An der DWD-Station Rheinstetten ist die Windrichtungsverteilung vergleichbar, jedoch befinden sich die Hauptwindrichtungen in WSW bis SSW und NNO, und sind somit um 30° bis 60° gegenüber den Erwartungswerten gedreht.

Die zum Standort nächstgelegene Station Mannheim Süd (LUBW) weicht bezüglich der Windrichtungsverteilung deutlich von den Erwartungswerten ab. Es sind drei Hauptwindrichtungen, zwei Hauptmaxima in NNW und in SSW sowie ein breites Nebenmaximum aus ost-südöstlichen Richtungen festzustellen.

Mit Blick auf die Windrichtungsverteilung weisen die Stationen Mannheim (DWD) und Mannheim Nord (LUBW) im Messtationenkollektiv die beste Übereinstimmung auf. Die Station Mannheim (DWD) weist diesbezüglich (Primär- und Sekundärmaximum) eine gute bis sehr gute Übereinstimmung auf.

Für die Station Mannheim Nord (LUBW) stimmen grundsätzlich die Hauptwindrichtungen überein. Abweichend von den Erwartungswerten ist das Primärmaximum aus nördlichen Richtungen und das Sekundärmaximum aus südlichen Richtungen festzustellen. Zudem ist ein weiteres Nebenmaximum aus West-Süd-West in der Windrichtungsverteilung der Station Mannheim Nord zu erkennen.

Neben der Windrichtungsverteilung spielt auch die Statistik der Windgeschwindigkeiten eine Rolle für die Übertragbarkeit von Winddaten auf einen Standort. Für die Bewertung der Windgeschwindigkeit müssen die Messdaten der Stationen auf eine einheitliche Rauigkeitslänge sowie eine Geberhöhe von 10 m + 6*z₀ bezogen werden. Für die Berechnung des Faktors wird die folgende Formel verwendet.

$$f_{red} = \left[\frac{\ln\left(\frac{h_{ref} - d_{0s}}{Z_{0s}}\right)}{\ln\left(\frac{h_{as} - d_{0s}}{Z_{0s}}\right)} \right] \times \left[\frac{\ln\left(\frac{h_a - d_0}{Z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_{ref} - d_0}{Z_0}\right)} \right] \quad (1)$$

f_{red}	Faktor zur Normierung der Windgeschwindigkeit
h_{as}	Anemometerhöhe über Grund an der Windmessstation
Z_{0s}	mesoskaliges Z_0 für einen 30 °-Sektor an der Windmessstelle
d_{0s}	Verdrängungshöhe an der Windmessstation
h_{ref}	Referenzhöhe zur mesoskaligen Übertragung von Windgeschwindigkeiten über ebenem Gelände nach WIERINGA (1976)
h_a	Anemometerhöhe über Grund am Ort der Ausbreitungsrechnung (hier: 10 m)
Z_0	Rauigkeitslänge am Ort der Ausbreitungsrechnung
d_0	Verdrängungshöhe am Ort der Ausbreitungsrechnung

Die nachfolgende Tabelle 4 fasst diese Daten zusammen.

Tabelle 4. Vergleich der mittleren Windgeschwindigkeit (Datenbasis: [15] und [11]).

Station	mittlere Geschwindigkeit [m/s]	mittlere Geschwindigkeit bezogen auf 10m+6*z0 und z0 am Standort	Schwachwind- situation	Geberhöhe [m]	z ₀	f _{red}
Rhein Ufer Neckarau (RUN)	2,3*	-	14%	-	1,00	-
Mannheim DWD	2,8	1,9	9%	22	0,22	0,7
Mannheim Süd LUBW	1,5	2,4	42%	10	1,00	1,7
Mannheim Nord LUBW	2,8	2,4	15%	10	0,20	0,8
Rheinstetten	2,5	3,4	14%	10	0,83	1,3

* mittlere Windgeschwindigkeit aus synthetischen Daten Baden-Württemberg (Antriebszeitraum 2001 - 2010)

Die Messstationen Mannheim Nord und Süd weisen bezüglich der Erwartungswerte der mittleren Windgeschwindigkeit eine sehr gute Übereinstimmung auf. Für die Stationen Mannheim (DWD) ist gute Übereinstimmung festzustellen.

In der nachfolgenden Tabelle 5 ist die Detailprüfung der Messstationen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5. Zusammenfassende Bewertung der Messstationen.

Station	Bewertung Windrichtung	Bewertung Windgeschwindigkeit
Standort (Cold Point II)	-	-
Mannheim DWD	++	+
Mannheim Süd LUBW	-	++
Mannheim Nord LUBW	+	++
Rheinstetten	0	-

7 Fazit

Von den im Detail geprüften Windmessstationen weisen die Stationen Mannheim (DWD) und Mannheim Nord (LUBW) eine gute bis sehr gute Übereinstimmung hinsichtlich der Verteilung der Hauptwindrichtungen mit den Erwartungswerten am Standort auf. Bei der Messstation Mannheim Nord (LUBW) ist jedoch festzustellen, dass Primär- und Sekundärmaximum im Vergleich mit den Erwartungswerten des Zielstandortes vertauscht sind.

Die Stationen Mannheim Süd und Rheinstetten sind nicht geeignet, die Struktur der Windrichtungsverteilung am Standort hinreichend wiederzugeben.

Die zu erwartende mittlere Windgeschwindigkeit am Standort wurde von allen hier betrachteten Stationen hinreichend bis gut abgebildet.

Entsprechend der VDI 3783 Blatt 20 ist die Übereinstimmung der Windrichtungsverteilung das wichtigste Entscheidungskriterium. Die Station Mannheim (DWD) zeigt diesbezüglich eine gute bis sehr gute Übereinstimmung mit den Erwartungswerten des Standortes auf. Darüber hinaus werden die mittleren Windgeschwindigkeiten gut in den Messdaten der Station wiedergegeben.

Unter der Beachtung aller Gesichtspunkte sind die meteorologischen Daten der Station Mannheim (DWD) somit unter den geprüften Stationen und für die unter Absatz 1 beschriebene Aufgabenstellung am besten für die Übertragung auf den Standort geeignet.

8 Bestimmung Ersatzanemometerposition (EAP)

Die vorliegende Prüfung der meteorologischen Daten ergibt, dass die DWD Station Mannheim die meteorologischen Verhältnisse am Standort am besten abbildet.

Aufgrund der überwiegend gering orographisch gegliederten Verhältnisse im nahen Umfeld des Anlagenstandorts kann die Anemometerposition im Bereich des Anlagenumfelds relativ frei gewählt werden, da nur geringe Sensitivitäten gegenüber der EAP zu erwarten sind

Als Übertragungsaufpunkt (und damit Ersatzanemometerposition, EAP) wird vor diesem Hintergrund eine Position (Gauß-Krüger: Rechtswert $Y = 3468308$, Hochwert $X = 5475991$) empfohlen.

Dies ist eine Kuppe etwa 3,4 km südöstlich des Anlagenstandortes mit einer Höhe von ca. 115 m NN.

Für diesen Referenzpunkt werden die Windverhältnisse erwartet, die für das weitere Umfeld des Standortes charakteristisch sind und mit der allgemeinen Verteilung der Windrichtung an dem Messstandort selbst weitgehend übereinstimmen.

Die bestimmte EAP kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

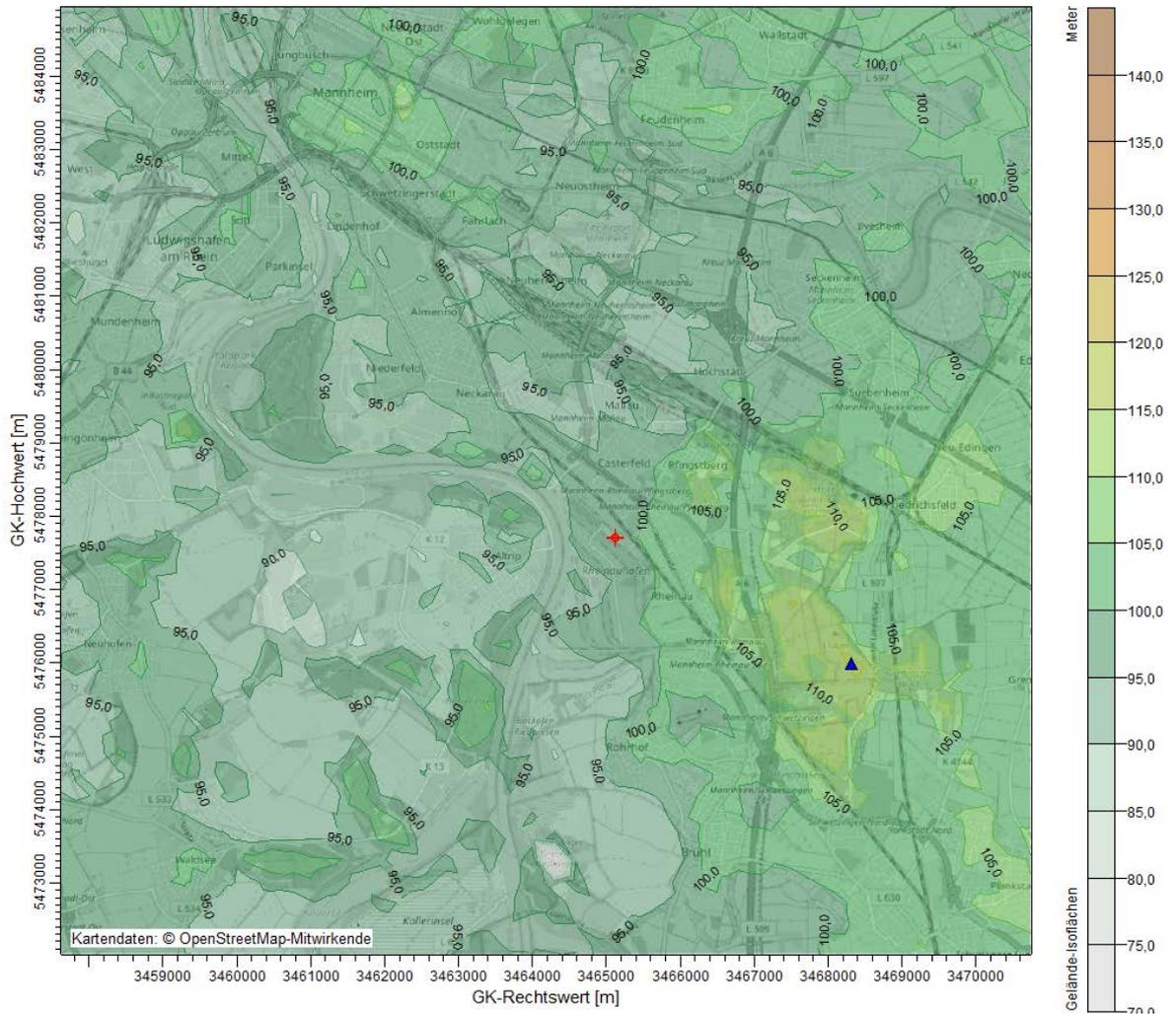


Abbildung 10. Bestimmte Ersatzanemometerposition (blaues Dreieck) im Rechengebiet mit Gelände-Isolflächen [19]. Anlagenstandort mit rotem Kreuz markiert.

9 Grundlagen der vorliegenden Übertragbarkeitsprüfung

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) vom 17. Mai 2013 (Bl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 103 V.v 19.6.2020 (BGBl. I S. 1328).
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440).
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 25-29 S. 511 vom 30. Juli 2002.
- [4] Deutscher Wetterdienst – Abteilung Klima- und Umweltberatung: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m ü. Grd. sowie Weibullparameter für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland entsprechend „Statistisches Windfeldmodell (SWM), Bezugszeitraum 1981 bis 2000; Offenbach, 2004.
- [5] Hessel, J. u. Namyslo, J., Deutscher Wetterdienst 2007: Verfahrensbeschreibung zur Übertragung von Windmessdaten vom Messort auf einen anderen Standort, Stand 26.07.2007.
- [6] VDI-Richtlinie 3783 Bl. 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [7] VDI-Richtlinie 3783 Bl. 16: Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft. 2015-06.
- [8] VDI-Richtlinie 3783 Bl. 20: Umweltmeteorologie – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03.
- [9] Daten des DWD (TRY)-Datensatzes, Gewählte Gitterzelle mit den Koordinaten (WGS84): 49,4352° N 8,5226° O), verfügbar unter:
<https://kunden.dwd.de/obt/index.jsp>; zuletzt aufgerufen am August 2020.
- [10] DWD (2017): Handbuch: Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse, Offenbach, Juli 2017.
- [11] UDO (Umwelt-Daten und -Karten Online) der LUBW (Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/?highlightglobalid=synAKS>, abgerufen im August 2020
- [12] DWD (2014): Merkblatt: Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe; J. Namyslo, Offenbach, Oktober 2014.
- [13] Karte der Naturräume Mitteldeutschlands; <https://diercke.westermann.de/content/deutschland-landschaften-978-3-14-100800-5-52-1-1>, abgerufen im August 2020.

- [14] Bundesamt für Naturschutz, Kartenmaterial für die naturräumliche Gliederung Deutschlands nach Meynen, E., Schmidhüsen, J., Gellert, J., Neef, E. Müller-Miny, H. & Schultze, J. H. (Hrsg.) (1953- 1962); Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Bd. 1-9; Datensatz von 2009.
- [15] Daten (CDC-Server) der DWD-Stationen Mannheim (DWD 4474), Rheinstetten (DWD 4177) sowie Metadaten zu diesen Stationen, https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/, abgerufen im August 2020
- [16] GlobDEM50 – Deutschland, digitales Höhenmodell für Deutschland, Auflösung 50 m; metSoft GbR, Heilbronn 2004-2006.
- [17] TOP 50, Topografische Karte Sachsen-Anhalt, CD-Version, M 1 : 500.000.
- [18] © OpenStreetMap-Mitwirkende. Creative-Commons-Lizenz - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) – <https://www.openstreetmap.org/copyright>.
- [19] Programm AUSTAL View, Version 9.6.3, Lakes Environmental Software Inc., ArguSoft GmbH & Co. KG.

Anhang E – Ermittlung des repräsentativen Jahres

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\157\M157912\M157912_06_BER_4D.DOCX:10.06.2021

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dr. rer. nat. Duy Sinh Cai
Telefon +49(89)85602 3538
DuySinh.Cai@mbbm.com

20. Oktober 2020
M158548/02 Version 2 CAI/KOP

Ermittlung des repräsentativen Jahres

der DWD-Station Mannheim
im Bezugszeitraum 2009–2017

Bericht Nr. M158548/02

Stations- ID	Name	Geo. Länge [Grad]	Geo. Breite [Grad]	Stationshöhe [m]	Geberhöhe ü. Grund [m]
7341	Mannheim	8.79	50.09	118,5	22 ab 2018 10

Metadaten abgerufen unter [3]

Statistische Ermittlung eines repräsentativen Jahres

Für die Ermittlung eines repräsentativen Jahres einer mehrjährigen meteorologischen Zeitreihe wird die VDI-Richtlinie 3783 Blatt [2] herangezogen.

Übertragbarkeitsprüfungen meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft einschließlich der Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Aufstellung des Zieldatensatzes (AKTerm, AKS) unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 20 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Das nachfolgend vorgestellte Verfahren beruht auf der objektiven statistischen Bestimmung des repräsentativen Jahres anhand der in Anhang A3.2 der Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 beispielhaft angeführten Methode B.

Nach [4] ist das Verfahren B in der Anwendung sehr praktikabel und ferner gut nachvollziehbar sowie „objektiv“ und reproduzierbar, erweist sich jedoch nur als „mäßig“ robust.

„So kann eine sehr gute („quasi-exakte“) Übereinstimmung eines einzelnen Jahres bezüglich einer einzelnen Größe (Windrichtungs- oder Windgeschwindigkeitsverteilung) über das hieraus resultierende hohe Abweichungsmaß für die anderen Jahre – selbst wenn diese objektiv ebenfalls nur relativ gering vom Mittelwert abweichen – dazu führen, dass wesentlichere Abweichungen in den anderen Größen nur untergeordnet in die Beurteilungsgröße zur Bestimmung des repräsentativen Jahres eingehen und damit eine aus fachlicher Sicht unbefriedigende Auswahl erfolgt. Außerdem ergibt sich – obgleich diese objektiv sein sollte – keine von den individuellen Abweichungsmaßen des bestplatzierten Jahres unabhängige Rangfolge der nachplatzierten Jahre.“

Ferner erweist sich die alleinige Beurteilung auf Basis der jährlichen Verteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten als anfällig gegenüber den durch das Verfahren nicht berücksichtigten Variabilitäten der jahres- und tageszeitlichen Verteilung dieser Größen. Im Ergebnis kann dies zur Ermittlung repräsentativer Jahre führen, die im Hinblick auf die Verteilung der Stabilitätsklassen nicht repräsentativ sind.

Beide Schwachpunkte können sich im Einzelfall signifikant auf die Ergebnisse einer Ausbreitungsrechnung auswirken. Das Verfahren B der Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 kann aber durch einfache, im vorliegenden Beitrag in Anlehnung an Verfahren A vorgeschlagene Modifikationen robuster gestaltet werden.“ [4]

Zur Bestimmung des repräsentativen Jahres wurde vor diesem Hintergrund die Methode B der VDI 3783 Blatt 20 mit den in [4] vorgeschlagenen Modifikationen angewendet und damit wie folgt vorgegangen.

Aus den meteorologischen Stundenzeitreihen der Messjahre einer Station wird eine Klassierung der Windrichtung in 30°-Sektoren vorgenommen. Ferner werden die (als solche bereits klassierten) Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier entsprechend VDI 3782 Blatt 6 [2] bestimmt.

Die Klassierung wird mit den Stundenwerten der Einzeljahre n als auch mit dem vieljährigen Gesamtzeitraum der meteorologischen Reihe vorgenommen. Für alle Einzeljahre n wird aus den relativen Anteilen nach Gleichung A5 [2] das Abweichungsmaß A_n (bezogen auf das langjährige Mittel) für beide Parameter bestimmt. Das Abweichungsmaß A_n für einen Parameter ist darstellbar als:

$$A_n = \sum (p_{m,i} - p_{n,i})^2$$

mit p_x Häufigkeit des Sektors/Klasse
 m langjähriges Mittel
 i Windrichtungssektor/Ausbreitungsklasse
 n Einzeljahr

Als Modifikation des im Anhang 3 der VDI 3783 Blatt 20 beschriebenen Verfahrens B erfolgt – anstelle der Normierung der Abweichungsmaße A_n der Einzeljahre je Parameter i auf das Einzeljahr mit dem geringsten Abweichungsmaß – eine Normierung auf den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen. Als Mindestabweichungsmaß wird jeweils das $0,675^2 \approx 0,46$ fache des Mittelwerts der Varianzen (maximaler Abstand zum Erwartungswert von 50 % des Kollektivs) festgelegt, um eine Überinterpretation kleiner Unterschiede zwischen an und für sich gleichwertigen Jahren zu vermeiden.

Zur Beurteilung der Parameter Windrichtung und Ausbreitungsklasse werden die normierten Abweichungsmaße A_n im Verhältnis 3:1 gewichtet addiert und ergeben die Beurteilungsgröße (BG_n):

$$BG_n = \frac{3}{4} \cdot A_{n,wr} + \frac{1}{4} A_{n,ak}$$

mit $A_{n,wr}$ normiertes Abweichungsmaß der Windrichtung
 $A_{n,ak}$ normiertes Abweichungsmaß der Ausbreitungsklasse

Bei entsprechender Sortierung der Einzeljahre über die Beurteilungsgröße wird ersichtlich, welche Einzeljahre dem gesamten Bezugszeitraum am ähnlichsten sind (bei höherer Wichtung der Windrichtung).

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Rangfolge der Einzeljahre mit oben genannter Normierung des Abweichungsmaßes auf 100 für den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen aus den Parametern Windrichtung $A_{n,wr}$ und Ausbreitungsklasse $A_{n,ak}$ sowie der gewichteten Gesamtbewertung (3 : 1) für die DWD-Station Mannheim [3]. Aufgrund eines Gerätewechsels im Jahre 2018 und der in diesem Zuge vorgenommenen Änderung der Geberhöhe von 22 m auf 10 m, wurden die Daten ab dem Jahr 2018 aus der Betrachtung ausgeschlossen. Die Prüfung der Datenverfügbarkeit¹ der Messdaten für das Jahr 2008 ergab, dass für den Bedeckungsgrad nicht ausreichend Daten vorhanden sind. Der untersuchte Zeitraum und die somit verwendeten meteorologischen Datensätze umfassen mit 9 Jahren (2009-2017) den nach [2] geforderten mindestens fünfjährigen zusammenhängenden Bezugszeitraum. Weiter liegt der verwendete Bezugszeitraum gemäß den Anforderungen nach [2] nicht mehr als 15 Jahre zurück.

¹ . Laut TA-Luft soll die Verfügbarkeit der Daten mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Für den Bedeckungsgrad der Messstation Mannheim beträgt die Datenverfügbarkeit für das Jahr 2008 nur 54%.

Die Windgeschwindigkeit beträgt im Mittel des neunjährigen Bezugszeitraums 2009-2017 2,8 m/s.

Tabelle 1. Bestimmung des repräsentativen Jahres für die Station Mannheim [3].

Jahr	Windrichtung $A_{n,wr}$	Ausbreitungsklasse $A_{n,AK}$	Beurteilungsgröße BG_n (WR + AK)	Rang BG_n	mittlere Windgeschwindigkeit in m/s
2015	46	46	46	1	2,8
2016	46	51	47	2	2,7
2014	46	79	54	3	2,6
2011	58	82	64	4	2,7
2012	76	87	79	5	2,9
2009	46	212	87	6	2,7
2013	61	172	89	7	2,8
2017	199	46	161	8	2,8
2010	301	70	243	9	2,8

Entsprechend der Beurteilungsgröße BG_n ist das Jahr 2015 als repräsentativ anzusehen, da dieses die geringsten Abweichungen vom langjährigen Mittel aufweist. Die Jahr 2014 und 2016 sind als praktisch gleichwertig anzusehen.

Nachfolgend sind graphisch die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen (in 10-Grad-Schritten) des repräsentativen Einzeljahres 2015 sowie im gesamten neunjährigen Bezugszeitraum dargestellt.

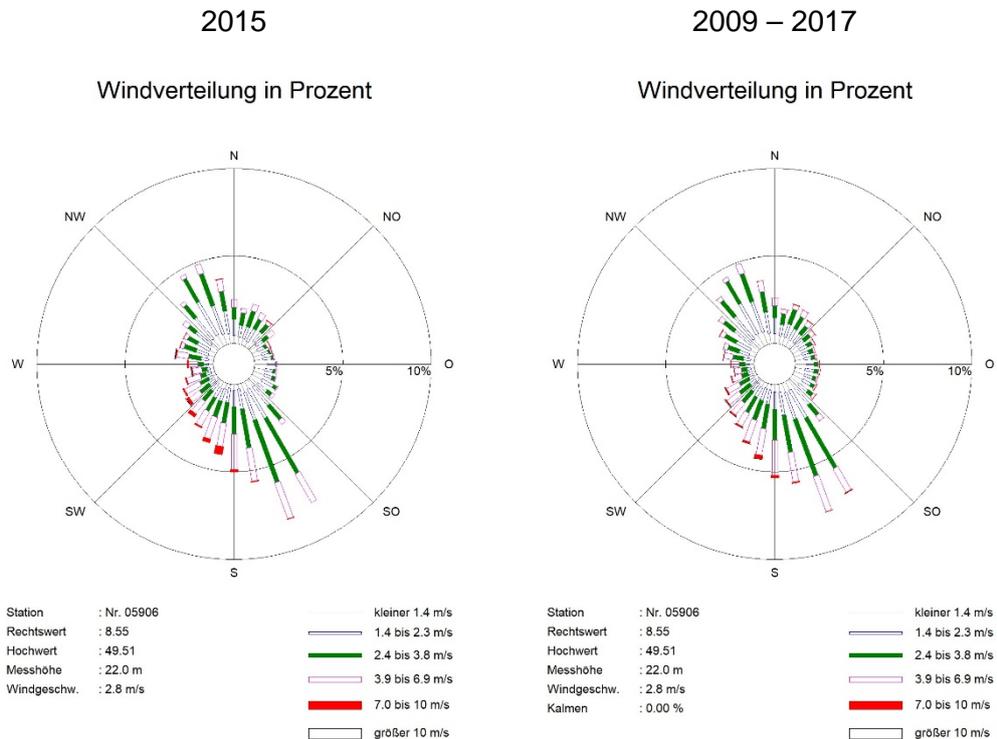


Abbildung 1. Häufigkeitsverteilung in % der Windrichtung des repräsentativen Einzeljahres 2015 (links) und im neunjährigen Bezugszeitraum 2009–2017 (rechts).

S:\WPProj\158\M158548\M158548_02_Kbe_2D.DOCX : 28.10.2020

Für den Bericht zeichnet verantwortlich:



Dr. rer. nat. Duy Sinh Cai
Telefon +49 (89)85602-3538

Projektverantwortlicher



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Telefon +49 (6051)6183-26

Qualitätssicherung

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Quellen

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), (GMBI Nr. 25-29 (53), S. 509; vom 30. Juli 2002).
- [2] VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie, Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03.
- [3] meteorologische Zeitreihen (Wind) abgerufen am 07.10.2020 unter: ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical/
meteorologische Zeitreihen (Bedeckung) abgerufen am 07.10.2020 unter: ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/cloudiness/historical/
- [4] Kortner, M. (2019): Anwendungserfahrungen in der Bestimmung des repräsentativen Jahres entsprechend VDI 3783 Blatt 20 – Einfache Modifikationen zur Erhöhung der Robustheit des im Anhang 3 beschriebenen Verfahrens B; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 79 (2019) Nr. 7/8, S. 291-296.
- [5] VDI 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie; Bestimmung der Ausbreitungs-klassen nach Klug/Manier. 2017-04.