

Müller-BBM Industry Solutions 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

07. Februar 2023
M168520/01 Version 1 NRB/MRC

Änderung des Biomasseheizkraftwerks HKW I der B E B Bio Energie Baden GmbH am Standort Kehl

**Luftreinhaltung:
Schornsteinhöhenüberprüfung,
Ausbreitungsrechnung, Gerüche**

Bericht Nr. M168520/01

Auftraggeber:	B E B Bio Energie Baden GmbH Bremenwörtstraße 5 77694 Kehl
Bearbeitet von:	Dipl.-Ing. Till Nürrenbach M. Sc. Robin Lukas Weber
Berichtsumfang:	Insgesamt 104 Seiten, davon 86 Seiten Textteil, 4 Seiten Anhang A 2 Seiten Anhang B 6 Seiten Anhang C und 6 Seiten Anhang D

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Situation und Aufgabenstellung	7
2 Beurteilungsgrundlagen	8
2.1 Allgemein	8
2.2 Emissionen	10
2.3 Immissionswerte nach TA Luft	11
2.4 Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nach 39. BImSchV	13
2.5 Weitere Beurteilungsgrundlagen	14
2.6 Stickstoffdeposition und Säureeinträge in Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung	16
2.7 Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition	17
3 Örtliche Situation	18
4 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung	20
5 Emissionen	23
5.1 Emissionen und Ableitbedingungen	23
5.2 Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände	29
5.3 Beurteilung der zukünftigen Emissionen anhand der Bagatellmassenströme	29
5.4 Modellierung der Emissionsquellen	32
5.5 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen	33
5.6 Überhöhung	34
5.7 Emissionen aus weiteren Quellen	34
5.8 Geruchsemissionen aus dem geplanten Einsatz von Schlämmen und Reststreichmassen	37
6 Schornsteinhöhenbestimmung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021	38
6.1 Anforderungen der TA Luft	38
6.2 Bestimmung der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.1 TA Luft 2021	39
6.3 Bestimmung der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 (Einzelkamin)	47
6.4 Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 TA Luft (Einzelkamin)	49
6.5 Berücksichtigung von unebenem Gelände gemäß Nr. 5.5.2.3 (Einzelkamine)	50

6.6	Zusammenfassung Schornsteinhöhen (Einzelkamin)	51
6.7	Bestimmung der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)	51
6.8	Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)	54
6.9	Berücksichtigung von unebenem Gelände gemäß Nr. 5.5.2.3 (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)	55
6.10	Zusammenfassung Schornsteinhöhen (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)	56
6.11	Fazit Schornsteinhöhe HKW I	56
7	Meteorologische Eingangsdaten	57
7.1	Auswahlkriterien und Eignung	57
7.2	Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten	57
8	Transmission	61
8.1	Rechengebiet und räumliche Auflösung	61
8.2	Rauigkeitslänge	62
8.3	Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	63
8.4	Verwendetes Ausbreitungsmodell	65
8.5	Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	65
8.6	Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung	66
9	Immission/Darstellung der Ergebnisse	68
9.1	Vorbemerkung	68
9.2	Immissions-Gesamtzusatzbelastung IJGZ im zukünftigen Betrieb	68
9.3	Zusatzbelastung IJZ an den Messpunkten MP1 und MP2	76
9.4	Stickstoff- und Säuredeposition	78
10	Grundlagen des Berichts (Literatur)	83
	Anhang A – Protokolldatei der WinSTACC-Berechnung	87
	Anhang B – Ein-/Ausgabe BESMIN/BESMAX	91
	Anhang C – Protokolldateien der Rechenläufe (austal.log-Dateien)	93
	Anhang D – Ermittlung des repräsentativen Jahres	99

Zusammenfassung

Die B E B Bio Energie Baden GmbH (B E B) betreibt als Tochter der Koehler Renewable Energy GmbH am Standort Kehl Fl. Nr. 4079 Gemarkung Kehl Auenheim zwei Biomasseheizkraftwerke (HKW I und HKW II).

Die Biomasseheizkraftwerke bestehen im Wesentlichen aus einer jeweils mit Altholz gefeuerten Feuerungsanlage (HKW I: Wirbelschicht, FWL 47,3 MW; HKW II: Rostfeuerung, FWL ca. 20 MW), jeweils einer Gegendruckturbine und den dazugehörigen Nebensystemen und -anlagen.

Die Biomasseheizkraftwerke (HKW I und HKW II) fallen unter die Nr. 8.1.1.1 (G, E) in Anhang 1 der 4. BImSchV [2] und unterliegen den Anforderungen der 17. BImSchV [3].

Die Abgase des HKW I werden über einen 60 m hohen Schornstein und diejenigen des HKW II über einen 45 m hohen Schornstein in die Atmosphäre abgeleitet.

Mit dem Ende der EEG-Vergütungszeit soll der Brennstoffmix für das HKW I geändert werden und die bisher am Standort Oberkirch eingesetzten Klärschlämme, Papier- und Faserschlämme sowie Reststreichmassen zusätzlich zum Altholz im HKW I der B E B in Kehl energetisch verwertet werden.

Die genehmigte Feuerungswärmeleistung des HKW I von 47,3 MW bleibt unverändert. Aufgrund des geänderten Brennstoffspektrums erhöht sich jedoch der Brennstoffeinsatz in HKW I von bisher ca. 132.000 t/a auf ca. 162.000 t/a; der trockene Abgasvolumenstrom beim Bezugssauerstoffgehalt von 11 Vol.-% beträgt zukünftig 114.500 Nm³/h¹.

Für HKW I werden gegenüber der bestehenden Genehmigung teilweise geringere Emissionsgrenzwerte im Tagesmittel² bzw. im Mittel über den Probenahmezeitraum beantragt und für bisher nur über Summengrenzwerte geregelte Stoffe werden Grenzwerte für Einzelkomponenten beantragt. Durch diese freiwillige Begrenzung der Emissionskonzentrationen bleiben die maximal zulässigen Emissionsmassenströme der betroffenen Komponenten (Schwermetalle, Benzo(a)pyren, Dioxine/Furane) gegenüber dem bisherigen Betrieb unverändert.

Im Rahmen der erforderlichen Änderungsgenehmigung nach § 16 BImSchG [1] waren nach TA Luft 2021 [5] eine Schornsteinhöhenüberprüfung für HKW I und eine Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe für beide Biomasseheizkraftwerke im zukünftigen Betrieb zur Ermittlung der Gesamtzusatzbelastung durchzuführen. Zur Ermittlung der Zusatzbelastungen war eine zweite Ausbreitungsrechnung für den derzeit genehmigten Betrieb durchzuführen.

-
- ¹ Bisher ist lt. Bescheid von 2004 zur Ermittlung der Emissionsmassenströme aus HKW I von einem maximalen Abgasvolumenstrom von 58.700 m³/h im Normzustand, trocken auszugehen.
 - ² Die bisher genehmigten Halbstundenmittelwerte gelten unverändert weiter.

Außerdem sollte eine qualitative Stellungnahme zu Gerüchen aus den zukünftig eingesetzten Klärschlämmen, Papier- und Faserschlämmen sowie Reststreichmassen erstellt werden.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die vorhandenen Schornsteinbauhöhen genügen den Anforderungen der TA Luft 2021.
- Die Emissionen an Pb, Cd, Ni, Hg, SO₂, Gesamtstaub, PM₁₀, PM_{2,5} und TI halten die jeweiligen Bagatellmassenströme ein. Trotzdem werden diese Stoffe in den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt.
- Die Emissionen der Komponenten As, B(a)P, HF, NO_x und Dioxine liegen dagegen über dem jeweiligen Bagatellmassenstrom der TA Luft 2021. Für diese Komponente war daher eine weitergehende Betrachtung mit Ermittlung von Immissionskenngrößen erforderlich.
- Die für die Schadstoffe NO₂, SO₂, F, PM₁₀, PM_{2,5} und Staubniederschlag prognostizierten maximalen Gesamtzusatzbelastungen sind irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft 2021.
- Daher kann für diese Stoffe nach Nr. 4.1 Buchstabe c) der TA Luft 2021 davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, und die Bestimmung von (sonstigen) Immissionskenngrößen soll entfallen.
- Für Schwermetalle (Hg, Cd, TI, Pb, Ni, As, TI, und weitere in den Summengrenzwerten der 17. BImSchV geregelten Schwermetalle), Benzo(a)pyren und Dioxine/ Furane ändern sich die Emissionen gegenüber dem bisherigen Betrieb nicht und die Zusatzbelastungen sind vernachlässigbar. Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung liegen vorbehaltlich der Feststellung durch die Behörde nicht vor.
- Für diese Komponenten kann daher in Abstimmung mit der Behörde nach Nr. 4.6.1.1 Abs. 2 auf die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen verzichtet werden und es kann nach Nr. 4.1 Buchstabe a) der TA Luft 2021 davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können.
- Daneben wurden mit Blick auf Anhang 8 TA Luft 2021 die durch die Anlage hervorgerufenen Zusatzbelastungen für die Stickstoff- und Säuredeposition in Natura 2000-Gebieten ermittelt. Die Zusatzbelastungen halten die in Anhang 8 der TA Luft 2021 genannten Kriterien ein, d. h. die umliegenden Natura 2000-Gebiete liegen außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage. Erhebliche Beeinträchtigung der Natura 2000-Gebiete durch das Vorhaben ergeben sich somit nicht.
- Im Beurteilungsgebiet nach Anhang 9 TA Luft befinden sich nach diesseitiger Kenntnis keine empfindlichen Pflanzen und Ökosysteme.

- An den Immissionsorten (insbesondere im Bereich von Wohnnutzungen/ Wohnbebauungen) ist nicht mit relevanten Geruchswahrnehmungshäufigkeiten aus der Anlieferung und Lagerung von Schlämmen und Reststreichmassen zu rechnen.



Dipl.-Ing. Till Nürrenbach
Telefon +49 (0)89 85602-358
Projektverantwortlicher



Dipl.-Ing. Eduard Wensauer
Telefon +49 (0)89 85602-324
Qualitätssicherung



M. Sc. Robin Lukas Weber
Telefon +49 (6051) 6183-223
Projektmitarbeiter

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 in diesem Gutachten beziehen sich auf die für diese Untersuchung zur Verfügung gestellten Angaben und Planunterlagen.



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 B E B Bio Energie Baden GmbH betreibt als Tochter der Koehler Renewable Energy GmbH am Standort Kehl Fl. Nr. 4079 Gemarkung Kehl Auenheim zwei Biomasseheizkraftwerke (HKW I und HKW II).

Die Biomasseheizkraftwerke bestehen im Wesentlichen aus einer jeweils mit Altholz gefeuerten Feuerungsanlage (HKW I: Wirbelschicht, FWL 47,3 MW; HKW II: Rostfeuerung, FWL ca. 20 MW), jeweils einer Gegendruckturbine und den dazugehörigen Nebensystemen und -anlagen.

Die Biomasseheizkraftwerke (HKW I und HKW II) fallen unter die Nr. 8.1.1.1 (G, E) in Anhang 1 der 4. BImSchV [2] und unterliegen den Anforderungen der 17. BImSchV [3].

Die Abgase des HKW I werden über einen 60 m hohen Schornstein und diejenigen des HKW II über einen 45 m hohen Schornstein in die Atmosphäre abgeleitet.

Mit dem Ende der EEG-Vergütungszeit soll der Brennstoffmix für das HKW I geändert werden und die bisher am Standort Oberkirch eingesetzten Klärschlämme, Papier- und Faserschlämme sowie Reststreichmassen zusätzlich zum Altholz im HKW I der B E B in Kehl energetisch verwertet werden.

Die genehmigte Feuerungswärmeleistung des HKW I von 47,3 MW bleibt unverändert.

Im Rahmen der erforderlichen Änderungsgenehmigung nach § 16 BImSchG [1] sind nach TA Luft 2021 [5] eine Schornsteinhöhenüberprüfung für HKW I und eine Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe für beide Biomasseheizkraftwerke im zukünftigen Betrieb zur Ermittlung der Gesamtzusatzbelastung durchzuführen. Zur Ermittlung der Zusatzbelastungen ist eine zweite Ausbreitungsrechnung für den derzeit genehmigten Betrieb durchzuführen.

Außerdem soll eine qualitative Stellungnahme zu Gerüchen aus den zukünftig eingesetzten Klärschlämmen, Papier- und Faserschlämmen sowie Reststreichmassen erstellt werden.

Die Festlegungen aus dem Online-Scopingtermin am 18.05.2022 sind zu beachten.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Allgemein

Grundlage der Beurteilung ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft 2021 [5]).

Hinsichtlich der Definition der Immissionskenngrößen ist Nr. 2.2 der TA Luft maßgeblich. Dort wird ausgeführt:

„Immissionskenngrößen kennzeichnen die Höhe der Belastung durch einen luftverunreinigenden Stoff. Bei der Belastung sind Vorbelastung, Gesamtzusatzbelastung, Zusatzbelastung und Gesamtbelastung zu unterscheiden.

Die Vorbelastung ist die vorhandene Belastung durch einen Schadstoff.

Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag des Vorhabens. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung. Die Gesamtzusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch die gesamte Anlage hervorgerufen wird. Bei Neugenehmigungen entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtzusatzbelastung. Im Fall einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens (Zusatzbelastung) negativ, d. h. der Immissionsbeitrag der gesamten Anlage (Gesamtzusatzbelastung) kann nach der Änderung auch niedriger als vor der Änderung sein.

...“

Die Zusatzbelastung kann als Differenz zwischen der Gesamtzusatzbelastung nach der Änderung (im zukünftigen Betrieb) und der Gesamtzusatzbelastung vor der Änderung (im bisherigen Betrieb) ermittelt werden.

Eine Betrachtung von Immissionskenngrößen ist nach Nr. 4.1 der TA Luft 2021 nicht erforderlich

- a) bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021),
- b) bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft 2021) oder
- c) bei irrelevanten Gesamtzusatzbelastungen.

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.

Bei einer Änderungsgenehmigung (wie im vorliegenden Fall) kann nach Nr. 4.6.1.1 Abs. 2 TA Luft 2021 darüber hinaus von der Bestimmung der Immissionskenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung abgesehen werden, wenn sich die Emissionen an einem Stoff durch die Änderung der Anlage nicht ändern oder sinken und

- keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass sich durch die Änderung die Immissionen erhöhen oder
- die Ermittlung der Zusatzbelastung ergibt, dass sich durch die Änderung die Immissionen nicht erhöhen (vernachlässigbare Zusatzbelastung).

In der Bundesratsbeschlussdrucksache 314/21 vom 28.05.2021 wird zur Regelung nach Nr. 4.6.1.1 Abs. 2 ausgeführt:

„...kann unter den angemessenen Voraussetzungen des ... Absatz 2 auf die Ermittlung der Gesamtzusatzbelastung im Änderungsgenehmigungsverfahren verzichtet werden. Für den Fall, dass – z. B. durch geänderte Ableitbedingungen oder Lageänderungen der Emissionsquellen – die Offensichtlichkeit unveränderter Immissionen nicht gegeben ist, kann durch die Ermittlung der Zusatzbelastung festgestellt werden, ob die Immissionen durch ein Änderungsvorhaben zunehmen. Aufgrund der Rundungsregel wird ein Rahmen für die vernachlässigbare Zunahme des Immissionsbeitrags gewährt.“

Dies wird so interpretiert, dass die Zusatzbelastung dann vernachlässigbar ist, wenn sich durch diese die Gesamtbelastung bei Ausgabe in der Stellengenauigkeit des Immissionswerts durch die Zusatzbelastung nicht ändert³.

In diesem Fall kann vorbehaltlich der Zustimmung durch die Behörde und soweit keine hinreichenden Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vorliegen auf die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen verzichtet werden.

³ D. h., nach Nr. 2.9 TA Luft gerundet auf die gleiche Stellenzahl wie der zur Beurteilung herangezogene Zahlenwert (hier: Immissionswert) darf sich bei Berücksichtigung der Zusatzbelastung keine Erhöhung für die Gesamtbelastung ergeben.
Beispiel: Für PM₁₀ ergibt sich die Zusatzbelastung IJZ zu 0,4 µg/m³. Der Immissionswert für PM₁₀ beträgt 40 µg/m³ im Jahresmittel. Die Gesamtbelastung wird demnach ohne Nachkommastelle angegeben. Eine Zusatzbelastung von 0,4 µg/m³ ändert dann am (ganzzahlig gerundeten) Wert der Gesamtbelastung nichts.

2.2 Emissionen

Die im Sinne der Regelung nach Nr. 4.1 Buchstabe a zur Beurteilung zugrunde zu legenden Bagatellmassenströme sind für die vorliegend relevanten Komponenten in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1. Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021, Tabelle 7 für gefasste Quellen.

Stoff/Stoffgruppe	Bagatellmassenstrom, Nr. 4.6.1.1 TA Luft für nach Nr. 5.5 TA Luft (=„gefasst“) abgeleitete Emissionen
Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As	0,0016 kg/h
Benzo(a)pyren als Leitkomponente für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	0,00026 kg/h
Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Pb	0,025 kg/h
Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd	0,0013 kg/h
Fluor und seine gasförmigen anorganischen Verbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	0,018 kg/h
Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni	0,0052 kg/h
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	0,0013 kg/h
Schwefeloxide (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid), angegeben als SO ₂	15 kg/h
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	1,0 kg/h
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8 kg/h
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5 kg/h
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als NO ₂	15 kg/h
Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Tl	0,0026 kg/h
Im Anhang 4 der TA Luft 2021 genannte Dioxine und dioxinähnliche Substanzen, angegeben als Summenwert nach dem dort angegebenen Verfahren	3,5 µg/h

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.

Weiterhin gilt für den Schadstoff Ammoniak NH₃ im Rahmen der Prüfung auf erhebliche Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition ein Bagatellmassenstrom von 0,1 kg/h.

2.3 Immissionswerte nach TA Luft

Die zur Beurteilung potenziell zu Grunde zu legenden Immissionswerte sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

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 (Mittelung über 1 Jahr) und Irrelevanzkriterien für die Gesamtzusatzbelastung nach Nr. 4.1 TA Luft 2021.

Immissionswert gem.	Stoff/Stoffgruppe	Immissions-Jahreswert IJW	Irrelevanzkriterium nach Nr. 4.1 für die Gesamtzusatzbelastung
Nr. 4.2.1 Schutz der menschlichen Gesundheit	Blei (Pb)	0,5 µg/m ³	3 % des IJW
	Partikel (PM ₁₀)	40	3
	Partikel (PM _{2,5})	25	3
	Schwefeldioxid (SO ₂)	50	3
	Stickstoffdioxid (NO ₂)	40	3
Nr. 4.3.1.1 Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen	Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² d)	3 % des IJW
Nrn. 4.4.1 u. 4.4.2 Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen	Ammoniak (NH ₃)	-- µg/m ³	2 µg/m ³ ⁽³⁾
	Fluor und Fluorverb. (angegeben als F) ⁽⁴⁾	0,4 ⁽⁴⁾	10 % des IJW
	Schwefeldioxid (SO ₂)	20 ^(1,2)	10
	Stickstoffoxide (NO _x , angegeben als NO ₂) ⁽¹⁾	30 ⁽¹⁾	10
Nr. 4.5.1 Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen	Arsen (As) ⁽⁵⁾	4 µg/(m ² d)	5 % des IJW
	Blei (Pb) ⁽⁵⁾	100	5
	Cadmium (Cd) ⁽⁵⁾	2	5
	Nickel (Ni) ⁽⁵⁾	15	5
	Quecksilber (Hg) ⁽⁵⁾	1	5
	Thallium (Tl) ⁽⁵⁾	2	5
	Benzo(a)pyren	0,5	5
	Dioxine, Furane	9 pg/(m ² d)	5

- (1) Diese Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation sind im Beurteilungsgebiet i. d. R. nur anzuwenden, soweit die Beurteilungspunkte zur Überprüfung dieser Immissionswerte mehr als 20 km von Ballungsräumen gemäß § 1 Nummer 4 der 39. BImSchV bzw. mehr als 5 km von anderen bebauten Flächen, Industrieanlagen, Autobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50.000 Fahrzeugen entfernt sind. Im Interesse des Schutzes besonders schutzbedürftiger Bereiche kann es erforderlich sein, Beurteilungspunkte in geringerer Entfernung festzulegen.
- (2) Mittelungszeitraum: Jahr und Winter (1. Oktober bis 31. März)
- (3) Irrelevanzkriterium, Gesamtzusatzbelastung von 2 µg/m³ entsprechend Nr. 4.4.2 in Verbindung mit Anhang 1 der TA Luft 2021
- (4) Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Fluorwasserstoff und gasförmige anorg. Fluorverbindungen, ang. als Fluor. Der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter ist gewährleistet, wenn für Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluor, gemittelt über ein Jahr, ein Immissionswert von 0,3 µg/m³ eingehalten wird.
- (5) Immissionswert jeweils bezogen auf die Deposition des entsprechenden Metalls und seiner anorganischen Verbindungen, angegeben als Masse des entsprechenden Metalls.

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. Mit Blick auf die Natura 2000-Gebiete in der Umgebung werden dennoch entsprechende Immissionskenngrößen ausgewertet.

Hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung, ob der Schutz vor sonstigen erheblichen Nachteilen⁴ durch Schwefeldioxid oder Stickstoffoxide sichergestellt ist, liegen nicht vor bzw. sind nicht erkennbar.

Tabelle 3. Immissionswerte (Mittelung über 24 Stunden) nach TA Luft 2021.

Immissionswert gem.	Irrelevanzkriterium gem. Nr.	Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert ITW	zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
4.2.1	-	Partikel (PM ₁₀)	50 µg/m ³	35 ¹⁾
4.2.1	-	Schwefeldioxid (SO ₂)	125 µg/m ³	3

¹⁾ Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m³ gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten.

Tabelle 4. Immissionswerte (Mittelung über 1 Stunde) nach TA Luft 2021.

Immissionswert gem.	Irrelevanzkriterium gem. Nr.	Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert ISW	zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
4.2.1	-	Schwefeldioxid (SO ₂)	350 µg/m ³	24
4.2.1	-	Stickstoffdioxid (NO ₂)	200 µg/m ³	18

2.4 Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nach 39. BImSchV

Die Immissionswerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie sind mit der 39. BImSchV [4] in nationales Recht überführt worden. Mehrheitlich sind die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe auch in die TA Luft 2021 [5] (hier: Partikel PM₁₀ sowie PM_{2,5}, Stickstoffoxide, Schwefeloxide, Blei) übernommen worden, so dass immissionsseitig sowohl mit als auch ohne Anlagenbezug eine im Wesentlichen homogene Beurteilungsgrundlage existiert.

Die derzeit gültigen nationalen und europäischen Grenz- und Zielwerte, bezogen auf den Schutz der menschlichen Gesundheit, sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Soweit nicht in der TA Luft geregelt, gelten diese nach Nr. 4.2.1 Abs. 2 TA Luft als Immissionswerte im Sinn der Nr. 4.2 TA Luft.

⁴ Als sonstige erhebliche Nachteile kommen insbesondere Vermögensschäden durch Beeinträchtigungen des Wertes von Tieren oder Materialien (Gebäude, Kunstwerke u. a.) in Betracht, vgl. z. B. Hansmann: NomosGesetze, Bundesimmissionsschutzgesetz, 39. Auflage, S. 836.

Tabelle 5. Immissionsgrenz- und Zielwerte der 39. BImSchV.

Stoffe/Stoffgruppe	Mittelungs- zeitraum	Grenzwert	Zul. Anzahl Überschrei- tungen pro Jahr	
Schwefeldioxid (SO ₂)	Tag	125	µg/m ³	3
	Stunde	350		24
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahr	40	µg/m ³	--
	Stunde	200		18
Partikel (PM ₁₀)	Jahr	40	µg/m ³	--
	Tag	50		35
Partikel (PM _{2,5})	Jahr	25	µg/m ³	--
Blei (Pb)	Jahr	0,5	µg/m ³	--
Kohlenmonoxid (CO)	max. 8 h- Mittel/Tag	10	mg/m ³	--
Arsen (As)	Jahr	6 *)	ng/m ³	--
Cadmium (Cd)	Jahr	5 *)	ng/m ³	--
Nickel (Ni)	Jahr	20 *)	ng/m ³	--
Benzo(a)pyren (als Leitkompo- nente für Polyzyklische Aroma- tische Kohlenwasserstoffe)	Jahr	1 *)	ng/m ³	--

*) Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV [4] sowie Orientierungswert gemäß LAI 2004 [22]

Vorgeschlagenes Irrelevanzkriterium

Ein Irrelevanzkriterium ist in der 39. BImSchV nicht festgelegt. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach Kriterien der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit wird analog TA Luft 2021 ein Irrelevanzkriterium von 3 % (für die Gesamtzusatzbelastung) des jeweiligen Immissionswertes vorgeschlagen.

In der 39. BImSchV ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Immissionsgrenzwert für Kohlenmonoxid (CO) definiert. Dieser beträgt 10 mg/m³ für den höchsten Achtstundenmittelwert. CO aus Anlagen ist jedoch lufthygienisch in der Regel von untergeordneter Bedeutung – was sich auch in dem im Vergleich zu anderen Schadstoffen sehr hohen Immissionsgrenzwert und dem Fehlen eines entsprechenden Immissionswerts widerspiegelt – und wird daher nicht weiter untersucht.

2.5 Weitere Beurteilungsgrundlagen

Neben den in der TA Luft 2021 aufgeführten Beurteilungswerten existieren für die weiteren Stoffe bzw. Stoffgruppen Beurteilungswerte, die auf unterschiedlichen Quellen basieren und die jeweils unterschiedliche Rechtsverbindlichkeiten aufweisen (Orientierungswerte, Zielwerte, etc.).

In der folgenden Tabelle 6 sind die im Rahmen des vorliegenden Gutachtens verwendeten Beurteilungswerte für die jeweiligen Stoffe/Stoffgruppen in der Konzentration mit Angabe der Quellen zusammengestellt.

Tabelle 6. Beurteilungswerte (Orientierungs- und Zielwerte) für Stoffe/Stoffgruppen, für die in der TA Luft 2021 keine Immissionswerte angegeben sind (Konzentration), nach [4], [23], [24], [25], [26], [28], [29], [30], [31].

Stoff/Stoffgruppen		Mittelungszeitraum	Orientierungs- bzw. Zielwert		
Antimon	Sb	Jahr	80	ng/m ³	3)
Arsen	As	Jahr	6	ng/m ³	1) 2)
Benzo(a)pyren	B(a)P	Jahr	1	ng/m ³	1) 2)
Cadmium	Cd	Jahr	5	ng/m ³	1) 2)
Chrom	Cr	Jahr	17	ng/m ³	1)
Kobalt	Co	Jahr	100	ng/m ³	3)
Kupfer	Cu	Jahr	100	ng/m ³	4)
Mangan	Mn	Jahr	150	ng/m ³	5)
Nickel	Ni	Jahr	20	ng/m ³	1) 2)
Quecksilber	Hg	Jahr	50	ng/m ³	1)
Thallium	Tl	Jahr	280	ng/m ³	7)
Vanadium	V	Jahr	20	ng/m ³	8)
Zinn	Sn	Jahr	1.000	ng/m ³	6)
PCDD/F, PCB		Jahr	150	fg WHO-TEQ/m ³	9)

- 1) Orientierungswert gemäß LAI 2004
- 2) Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV
- 3) Eikmann et al. 1999, Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen
- 4) 1/100 MAK, MAK- und BAT-Werte Liste 2022 (der MAK-Wert für Kupfer beträgt 0,01 mg/m³)
- 5) WHO – Air Quality Guidelines 2001
- 6) 1/100 AGW, TRGS 900, Ausgabe 2000, zuletzt geändert u. berichtigt 2004
- 7) FoBiG 1995 (dieser Wert stammt aus einem Forschungsprojekt des damaligen Bundes-Umweltministeriums)
- 8) Zielwert gemäß LAI 1997
- 9) Zielwert für die langfristige Luftreinhalteplanung gemäß LAI 2004

Vorgeschlagenes Irrelevanzkriterium

Ein Irrelevanzkriterium ist in den weiteren Beurteilungsgrundlagen nicht oder nur mit Bezug auf einen früheren Stand der TA Luft festgelegt. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach Kriterien dieser Beurteilungsgrundlagen zum Schutz der menschlichen Gesundheit wird analog TA Luft 2021 ein Irrelevanzkriterium von 3 % (für die Gesamtzusatzbelastung) des jeweiligen Immissionswertes vorgeschlagen und vorliegend zur Beurteilung herangezogen.

Zusätzlich sind in Tabelle 7 die im Rahmen des vorliegenden Gutachtens verwendeten Beurteilungswerte für die jeweiligen Stoffe/Stoffgruppen in der Deposition mit Angabe der Quellen zusammengestellt.

Tabelle 7. Beurteilungswerte (Orientierungs- und Zielwerte) für Stoffe/Stoffgruppen, für die in der TA Luft keine Immissionswerte angegeben sind (Deposition), nach [20], [21], [23], [27].

Stoff/Stoffgruppen		Mittelungszeitraum	Orientierungs- bzw. Zielwert		
Antimon	Sb	Jahr	10	µg/(m ² d)	1)
Chrom	Cr	Jahr	82	µg/(m ² d)	2)
Chrom	Cr	Jahr	41	µg/(m ² d)	3)
Kobalt	Co	Jahr	80	µg/(m ² d)	1)
Kupfer	Cu	Jahr	99	µg/(m ² d)	2)
Kupfer	Cu	Jahr	82	µg/(m ² d)	3)
Vanadium	V	Jahr	410	µg/(m ² d)	4)
Zinn	Sn	Jahr	75	µg/(m ² d)	1)

1) Modifiziert nach Kühling/Peters (1994), bezogen auf einen Anreicherungszeitraum von 200 Jahren

2) BBodSchV (Anhang 2 Nr. 5)

3) BBodSchV, Fassung gültig ab 01.08.2023

4) LAI 1997

Hinweis zu den Beurteilungswerten für die Deposition von Antimon, Kobalt und Zinn: Die nach Kühling/Peters (1994) abgeleiteten Beurteilungswerte wurden in Bezug auf den Anreicherungszeitraum (bei Kühling/Peters: 1.000 Jahre) auf den bei der Ableitung der Immissionswerte der TA Luft herangezogenen Anreicherungszeitraum von 200 Jahren umgerechnet (Faktor 5), um eine insgesamt vergleichbare Beurteilungsmethodik anzuwenden.

Vorgeschlagenes Irrelevanzkriterium

Ein Irrelevanzkriterium ist in den weiteren Beurteilungsgrundlagen nicht festgelegt. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach Kriterien dieser Beurteilungsgrundlagen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Deposition von Luftschadstoffen wird analog TA Luft 2021 ein Irrelevanzkriterium von 5 % (für die Gesamtzusatzbelastung) des jeweiligen Immissionswertes vorgeschlagen und vorliegend zur Beurteilung herangezogen.

2.6 Stickstoffdeposition und Säureinträge in Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung

Soweit hinreichende Anhaltspunkte bestehen und eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebiets von gemeinschaftlicher Bedeutung nicht offensichtlich ausgeschlossen ist, ist nach Nr. 4.8 i. V. m. Anhang 8 TA Luft 2021 eine Prüfung durchzuführen, ob erhebliche Beeinträchtigungen von Natura2000-Gebieten hervorgerufen werden können.

Zur Beurteilung der Stickstoff- und Säuredeposition in Natura 2000-Gebiete werden die in Anhang 8 TA Luft genannten Abschneidekriterien herangezogen. Zur Ermittlung des Einwirkungsbereichs einer Anlage werden dort für die Zusatzbelastung folgende vorhabenbezogene Abschneidekriterien genannt

- 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr (0,3 kgN/(ha*a)) für die Stickstoffdeposition und
- 0,04 keq Säureäquivalente pro Hektar und Jahr (0,04 keq/(ha*a)) für die Säuredeposition.

Die vorhabenbezogenen Abschneidekriterien dienen der Festlegung eines Einwirkungsbereichs des Vorhabens. Sollten innerhalb dieses Einwirkungsbereichs keine Natura 2000-Gebiete liegen, ist eine weitergehende Untersuchung der Stickstoff- und Säuredeposition (z. B. in einer FFH-Verträglichkeitsprüfung) nicht erforderlich, vgl. auch [6].

2.7 Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition

In Nr. 4.8 TA Luft wird zur Stickstoffdeposition ausgeführt:

„Ist eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung durch Stickstoffdeposition ausgeschlossen, so sind für dieses Gebiet in der Regel auch keine erheblichen Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition nach § 5 BImSchG zu besorgen. Außerhalb von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung ist für die Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition gewährleistet ist, Anhang 9 heranzuziehen. ...“

In Anhang 9 TA Luft ist geregelt:

„Bei der Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition gewährleistet ist, soll zunächst geprüft werden, ob die Anlage in erheblichem Maße zur Stickstoffdeposition beiträgt. In einem ersten Schritt ist daher zu prüfen, ob sich empfindliche Pflanzen und Ökosysteme im Beurteilungsgebiet befinden. Analog zur Nummer 4.6.2.5 der TA Luft ist das Beurteilungsgebiet die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht und in der die Gesamtzusatzbelastung der Anlage im Aufpunkt mehr als 5 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt. Bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m über Flur soll der Radius mindestens ein km betragen.“

Liegen empfindliche Pflanzen und Ökosysteme im Beurteilungsgebiet, so sind geeignete Immissionswerte heranzuziehen, deren Überschreitung durch die Gesamtbelastung hinreichende Anhaltspunkte für das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme wegen Stickstoffdeposition liefert. Überschreitet die Gesamtbelastung an mindestens einem Beurteilungspunkt die Immissionswerte, so ist der Einzelfall zu prüfen.

Beträgt die Kenngröße der Gesamtzusatzbelastung durch die Emission der Anlage an einem Beurteilungspunkt weniger als 30 Prozent des anzuwendenden Immissionswertes, so ist in der Regel davon auszugehen, dass die Anlage nicht in relevantem Maße zur Stickstoffdeposition beiträgt. Die Prüfung des Einzelfalles kann dann unterbleiben.“

3 Örtliche Situation

Der Standort der Anlage befindet sich ca. 1,5 km nördlich des Zentrums der Stadt Kehl im Bereich des Hafens Kehl (siehe Abbildung 1).

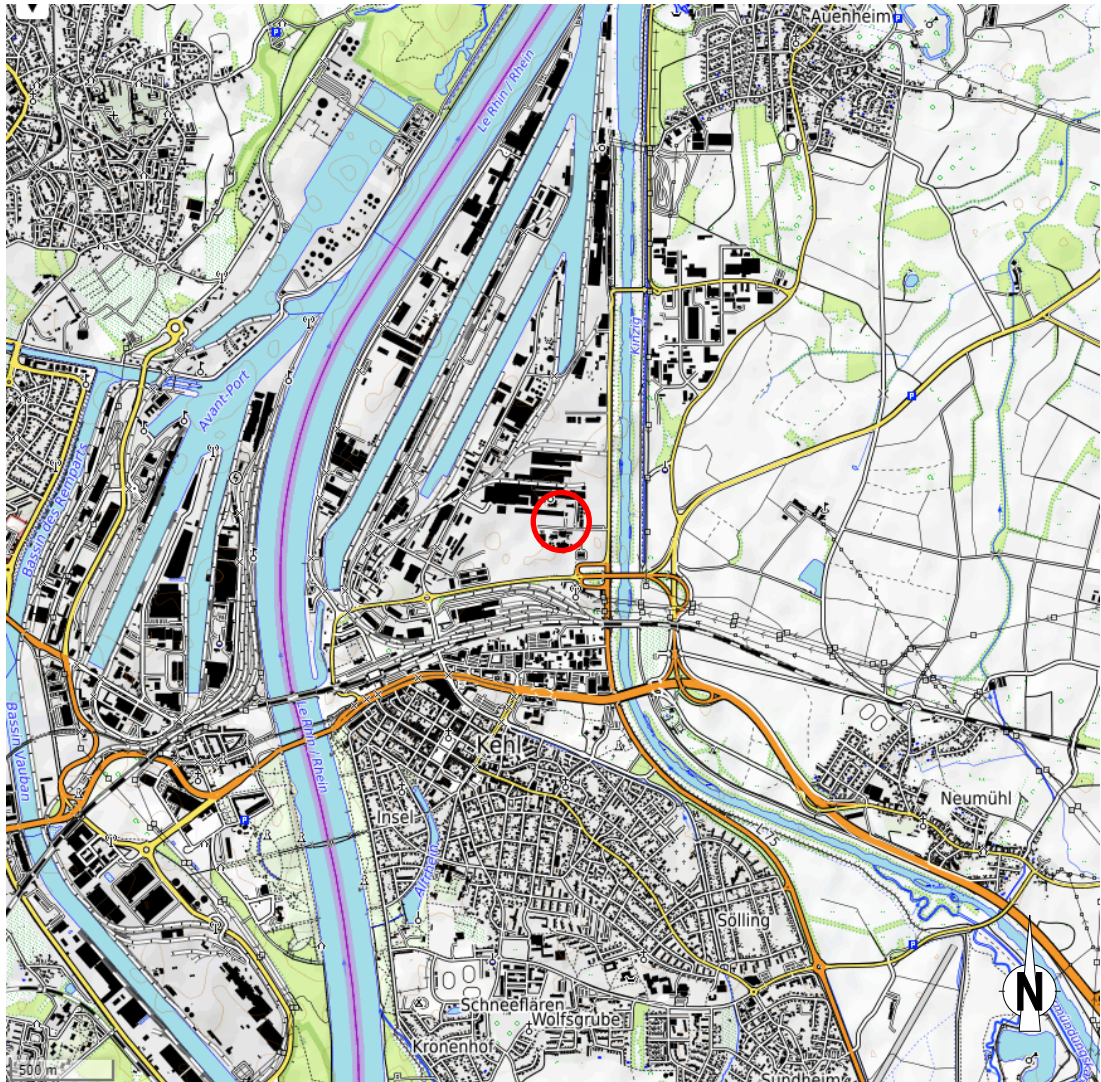


Abbildung 1. Auszug aus der Topographischen Karte im Bereich der Anlage. Der Standort der Anlage ist rot markiert. Kartengrundlage: © OpenTopoMap [37].

Im Umfeld des Standorts dominiert die industrielle Nutzung durch die Papierindustrie und die Stahlerzeugung. Nördlich an das Betriebsgelände angrenzend befindet sich die Papierfabrik Koehler Kehl GmbH. Etwa 200 m östlich verlaufen die Graudenzer Straße und die von Süden nach Norden fließende Kinzig. Östlich der Kinzig befinden sich landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Im Süden, in ca. 400 m Entfernung zum Standort, befindet sich ein weiteres Gewerbegebiet. Dazwischen verläuft in West-Ost-Richtung die Bahnstrecke von Appenweier nach Strasbourg. Westlich des Standortes in ca. 500 m Entfernung beginnt das zu den Hafenbecken I und II gehörende Industriegebiet. Der Rhein verläuft etwa 1,3 km westlich des Standorts.

Die nächstgelegene geschlossene Wohnbebauung befindet sich in südwestlicher Richtung in ca. 1 km Entfernung zur Anlage im Randbereich der Stadt Kehl. Des Weiteren ist in ca. 2,5 km Entfernung zur Anlage in nordöstlicher Richtung die geschlossene Wohnbebauung von Auenheim zu finden.

Das Standortgelände sowie die weitere Umgebung sind weitgehend eben und weisen nur geringfügige Unterschiede in den Geländehöhen auf.

Die geodätische Höhe des Geländes am Standort des Biomassekraftwerks beträgt ca. 137,8 m ü. NHN.

Das HKW I befindet sich im östlichen Bereich des Betriebsgeländes der B E B. Die horizontalen Abmessungen des knapp 36 m hohen Kesselhauses (Flachdach) betragen ca. 16,5 m x 24 m. Der freistehende, 60 m hohe Kamin des HKW I befindet sich ca. 20 m südöstlich des Kesselhauses.

Westlich des HKW I befindet sich das HKW II. Für das Kesselhaus des HKW II betragen die horizontalen Maße etwa 13 m x 29 m. Das Flachdach ist etwa 30 m hoch. An der Südfassade befindet sich der 45 m hohe Kamin.

In Abbildung 2 sind die Biomasseheizkraftwerke in der Nordansicht gezeigt.

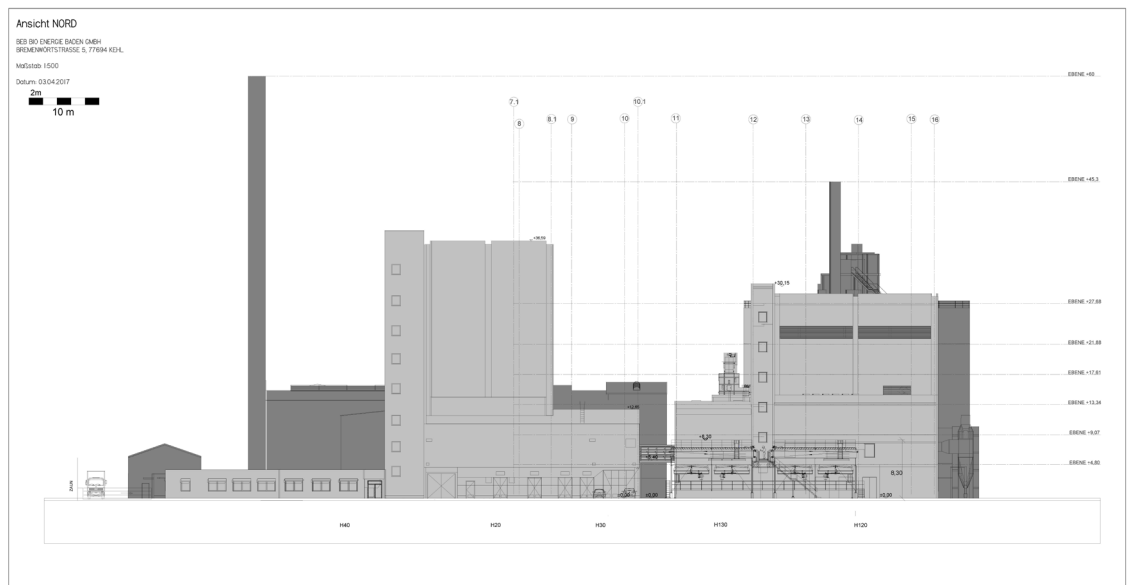


Abbildung 2. Nordansicht der Gebäude der Biomasseheizkraftwerke, links HKW I, rechts HKW II [34].

4 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

Die beiden am Standort betriebenen Biomasseheizkraftwerke (HKW I und HKW II) sind immissionsschutzrechtlich genehmigt.

Eine detaillierte, verfahrenstechnische Beschreibung der beiden HKW war Teil der Antragsunterlagen im jeweiligen Genehmigungsverfahren. Auf diese Unterlagen wird vorliegend verwiesen.

Die wesentlichen Charakteristika der beiden HKW gemäß Genehmigung sind folgend skizziert.

Die beiden HKW (HKW I und HKW II) arbeiten nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Der erzeugte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist. Der produzierte Prozessdampf wird der benachbarten Papierfabrik Koehler Kehl GmbH zur Verfügung gestellt.

Die HKW bestehen im Wesentlichen aus einer jeweils mit Altholz gefeuerten Feuerungsanlage, jeweils einer Gegendruckturbine und den dazugehörigen Nebensystemen und -anlagen.

Im HKW I wird ein mit Holzbrennstoffen befeuerter Hochdruck-Dampfkessel mit einer zirkulierenden Wirbelschichtfeuerung betrieben. Es dient der Strom- und Dampferzeugung im Grundlastbetrieb. Die Feuerungswärmeleistung beträgt ca. 47,3 MW. Als Brennstoff kommt Altholz der Altholzkategorien AI bis AIV zum Einsatz. Der Biomasedurchsatz in HKW I beträgt ca. 132.000 t/a. Die Ausführung der Rauchgasreinigung gewährleistet die Einhaltung der emissionsbegrenzenden Anforderungen der 17. BImSchV. Eine SCR oder SNCR ist nicht Bestandteil der Abgasreinigung und auch für den zukünftigen Betrieb nicht vorgesehen⁵. Die gereinigten Abgase werden über einen 60 m hohen Schornstein in die Atmosphäre abgeleitet. Der Mündungsdurchmesser des Schornsteins beträgt 1,4 m.

Im HKW II kommt ein Dampferzeuger mit Rostfeuerung und einer Feuerungswärmeleistung von ca. 20 MW zum Einsatz. Die Anlage kann mit Holzbrennstoffen der Altholzkategorien AI bis AII betrieben werden. Die Abgasreinigung des HKW II ist so ausgeführt, dass die Anforderungen der 17. BImSchV erfüllt werden. Lt. Bescheid ist eine SNCR Bestandteil der Abgasreinigung. Die gereinigten Abgase werden über einen 45 m hohen Schornstein in die Atmosphäre abgeleitet. Der Mündungsdurchmesser des Schornsteins beträgt 1,1 m.

Zukünftig soll das Brennstoffspektrum für das HKW I geändert werden und die bisher am Standort Oberkirch eingesetzten Klärschlämme, Papier- und Faserschlämme sowie Reststreichmassen zusätzlich zum Altholz im HKW I der B E B in Kehl energetisch verwertet werden. Es werden ausschließlich ausgefaulte Klärschlämme eingesetzt.

⁵ Es soll jedoch die Möglichkeit geschaffen werden, eine SNCR bei Bedarf nachzurüsten. Eine solche Nachrüstung ist jedoch nicht Gegenstand des aktuellen Antrags.

Für die Anlieferung und Lagerung der Klärschlämme, Papier- und Faserschlämme sowie Reststreichmassen wird die Brennstofflogistik (BE 1) angepasst. Sie wird um zwei⁶ Annahmen und Lagerbereiche mit zugehöriger Fördertechnik erweitert.

Die per Lkw mit Mulden angelieferten Klärschlämme, Papier- und Faserschlämme sowie Reststreichmassen werden mit der bereits vorhandenen Waage verwogen. Den Fahrern werden die Anlieferstellen für die Schlämme durch das Pfortenpersonal zugewiesen, woraufhin die Abdeckung der Entladestelle durch die Pforte geöffnet wird.

Die Entladung der Mulden erfolgt durch den Lkw-Fahrer. Nach der Entladung findet eine Reinigung der Mulden mittels Spritzwasser statt und die Entladestelle wird wieder geschlossen. Ein Entladevorgang mit Umsetzen und Reinigung der Mulden dauert etwa 45 Minuten. Die Annahmehöfen sind nur während diesem Zeitraum geöffnet, ansonsten wird der Hof mit einer Klappe verschlossen.

Nach dem Abladen werden die Schlämme mittels Fördereinrichtungen in geschlossenen Behältern mit jeweils ca. 250 m³ Lagervolumen verbracht und dort gelagert. Die Reststreichmasse wird in IBC-Behältern zu je 1 m³ Volumen angeliefert und dem Klärschlamm vor der Lagerung zugegeben.

Der Lagerbehälter für Klärschlamm wird zusätzlich mit Umgebungsluft belüftet, um die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre vorsorglich zu verhindern. Die entstehende Abluft wird über einen Aktivkohlefilter geführt, um Geruchsemissionen zu mindern.

Von den Lagerbehältern aus werden die Schlämme mittels Fördereinrichtungen der Feuerung des HKW I zur thermischen Verwertung zugeführt.

In BE 2 (Kesselanlage) des HKW I wird der Bettascheaustrag umgestaltet und in der Abgasreinigung (BE 4) wird der bestehende Saugzug ertüchtigt, um den für die Verbrennung der Schlämme erforderlichen höheren Luftdurchsatz gewährleisten zu können.

Die Feuerungswärmeleistung des HKW I von 47,3 MW bleibt unverändert.

In BE 3 (Energieerzeugung) und BE 5 (Hilfs- und Nebenanlagen) sind keine Änderungen vorgesehen.

Aufgrund des geänderten Brennstoffspektrums erhöht sich der Brennstoffeinsatz auf 162.000 t/a bei 21,6 t/h und es ergibt sich ein feuchter Abgasvolumenstrom von 109.100 Nm³/h (bei einem Betriebssauerstoffgehalt im feuchten Abgas von 7 Vol.-% und bei einer Feuchte von 16,7 Vol.-%) [34]. Dies entspricht einem trockenen Abgasvolumenstrom von ca. 90.900 Nm³/h (bei einem Betriebssauerstoffgehalt im trockenen Abgas von 8,4 Vol.-%)⁷.

⁶ Eine für Klärschlämme und Reststreichmassen und eine zweite für Papier- und Faserschlämme.

⁷ Bisher ist lt. Bescheid von 2004 zur Ermittlung der Emissionsmassenströme aus HKW I von einem maximalen Abgasvolumenstrom von 58.700 m³/h im Normzustand, trocken auszugehen.

Umgerechnet auf den Bezugssauerstoffgehalt von 11 Vol.-% im trockenen Abgas ergibt sich ein trockener Abgasvolumenstrom bei Normbedingungen von 114.500 Nm³/h.

Für das HKW II ergeben sich keine Änderungen gegenüber der genehmigten Situation. Der maximale Abgasvolumenstrom bei Bezugssauerstoffgehalt von (lt. Genehmigung) 8 Vol.-% im trockenen Abgas beträgt unverändert 31.600 m³/h im Normzustand, trocken.

Aufgrund der zukünftig eingesetzten Klärschlämme, Papier- und Faserschlämme sowie Reststreichmassen ergibt sich ein zusätzliches Verkehrsaufkommen von etwa 11 Lkw pro Tag. Im Sinn eines Worst-Case-Szenarios wird ein zusätzliches Verkehrsaufkommen von maximal 15 Lkw pro Tag betrachtet.

5 Emissionen

5.1 Emissionen und Ableitbedingungen

Die einzuhaltenden Massenkonzentrationen im Abgas von HKW I und HKW II ergeben sich aus den Regelungen der aktuellen 17. BImSchV (§§ 8, 10) bzw. den aktuellen Bescheiden.

Soweit die Emissionen für mehrere Stoffe gemeinsam in Summengrenzwerten (gem. Anlage 1 Buchstaben a bis c der 17. BImSchV) geregelt sind, ist im ungünstigsten zulässigen (theoretischen) Grenzfall davon auszugehen, dass ein Einzelstoff den jeweiligen Summengrenzwert⁸ allein ausschöpfen kann. Das gilt nicht, wenn für einen Einzelstoff zusätzlich ein eigener Grenzwert festgelegt ist (wie in den vorliegenden Genehmigungsbescheiden des HKW für Nickel, Benzo(a)pyren und Vanadium).

Die Emissionsgrenzwerte beziehen sich für HKW I zukünftig⁹ auf einen Volumenanteil an Sauerstoff im trockenen Abgas von 11 Vol.-%, s. auch [35].

Für HKW I werden gegenüber der bestehenden Genehmigung teilweise geringere Emissionsgrenzwerte im Tagesmittel¹⁰ bzw. im Mittel über den Probenahmezeitraum beantragt, und für bisher nur über Summengrenzwerte geregelte Stoffe werden Grenzwerte für Einzelkomponenten beantragt. Durch diese freiwillige Begrenzung der Emissionskonzentrationen bleiben die maximal zulässigen Emissionsmassenströme der betroffenen Komponenten (Schwermetalle, Benzo(a)pyren, Dioxine/Furane) gegenüber dem bisherigen Betrieb unverändert, obwohl sich der Abgasvolumenstrom von HKW I erhöht (s. o.), vgl. auch Tabelle 12. Vergleichsgrundlage ist dabei der derzeit genehmigte Betrieb, in dem ein Einzelstoff im ungünstigsten anzunehmenden zulässigen Fall den jeweiligen Summengrenzwert theoretisch allein ausschöpfen kann¹¹, s. o.

Die aktuell genehmigten und die für den zukünftigen Betrieb des HKW I beantragten Grenzwerte im Tagesmittel bzw. im Mittel über die Probenahmezeit sind in den beiden folgenden Tabellen zusammengestellt.

-
- ⁸ Soweit Stoffe in mehreren Summengrenzwerten geregelt sind (Arsen, Kobalt, Chrom), wird der geringere Summengrenzwert zugrunde gelegt.
 - ⁹ Bisher beziehen sich die Grenzwerte lt. Bescheid von 2004 auf „...den Betriebssauerstoffgehalt im Normzustand bzw. auf einen maximalen Abgasvolumenstrom von 58.700 m³/h im Normzustand, trocken“.
 - ¹⁰ Die bisher genehmigten Halbstundenmittelwerte gelten unverändert weiter.
 - ¹¹ Soweit nicht zusätzlich bereits jetzt ein Grenzwert für den Einzelstoff festgelegt ist – wie bei Ni, B(a)P, V.

Tabelle 8. Genehmigte und zukünftig für HKW I beantragte Grenzwerte im Tagesmittel [34].

Komponente	Genehmigte Konzentration ⁽¹⁾ im Tagesmittel [mg/m ³]	Beantragte Konzentration ⁽²⁾ im Tagesmittel [mg/m ³]
Gesamtstaub	5	5
Kohlenmonoxid (CO)	50	50
Organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C	5	5
Gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als HCl	10	10
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als SO ₂	50	50
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als NO ₂	200	200
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	0,01	0,005
Gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als HF	1	1

⁽¹⁾ Bezogen auf den Betriebssauerstoffgehalt bzw. auf einen maximalen Abgasvolumenstrom von 58.700 m³/h im Normzustand, trocken.

⁽²⁾ Bezogen auf einen Bezugssauerstoffgehalt im trockenen Abgas von 11 Vol.-%.

Tabelle 9. Genehmigte und zukünftig für HKW I beantragte Grenzwerte im Mittel über die Probenahmezeit [34].

Komponente	Genehmigte Konzentration ⁽¹⁾ im Mittel über die Probenahmezeit [mg/m ³]	Beantragte Konzentration ⁽²⁾ im Mittel über die Probenahmezeit [mg/m ³]
Nickel und seine Verbindungen	0,05	0,025
Vanadium und seine Verbindungen	0,03	0,015
Benzo(a)pyren (BaP)	0,005	0,0025
Summe Cadmium und Thallium und ihre Verbindungen davon:	0,01	0,01
Cadmium und seine Verbindungen (Cd)	X	0,005
Thallium und seine Verbindungen (Tl)	X	0,005
Summe Arsen, Cadmium, Benzo(a)pyren, Cobalt, Chrom und ihre jeweiligen Verbindungen davon:	0,05	0,05
Arsen und seine Verbindungen (As)	X	0,025
Kobalt und seine Verbindungen (Co)	X	0,025
Chrom und seine Verbindungen (Cr)	X	0,025
Summe Schwermetalle Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn davon:	0,1	0,1
Antimon und seine Verbindungen (Sb)	X	0,05
Blei und seine Verbindungen (Pb)	X	0,05
Kupfer und seine Verbindungen (Cu)	X	0,05
Mangan und seine Verbindungen (Mn)	X	0,05
Zinn und seine Verbindungen (Sn)	X	0,05
Dioxine/Furane	5E-08	2,5E-08

X Derzeit ist für diese Komponente kein Grenzwert für den Einzelstoff festgelegt.

Im Grenzfall schöpft die Einzelkomponente den Summengrenzwert allein aus, s. o.

(1) Bezogen auf den Betriebssauerstoffgehalt bzw. auf einen maximalen Abgasvolumenstrom von 58.700 m³/h im Normzustand, trocken.

(2) Bezogen auf einen Bezugssauerstoffgehalt im trockenen Abgas von 11 Vol.-%.

Für HKW II sind keine Änderungen gegenüber den genehmigten Emissionsgrenzwerten vorgesehen. Die Emissionsgrenzwerte für das HKW II beziehen sich laut Bescheid auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im trockenen Abgas von 8 Vol.-% und auf einen maximalen Abgasvolumenstrom von 31.600 m³/h im Normzustand, trocken.

Im vorliegenden Fall sind wegen der nachgeschalteten Abgasreinigung die als Massenkonzentrationen angegebenen Emissionsgrenzwerte auch bei Betriebssauerstoffgehalten von < 11 Vol.-% (HKW I) bzw. < 8 Vol.-% (HKW II) einzuhalten¹². Die höchsten zulässigen Emissionsmassenströme bei geringster Überhöhung (ungünstig-

¹² Ausnahme ist CO, für welches keine Abgasreinigungseinrichtung installiert ist. In HKW I ist auch für NO_x keine Abgasreinigung (SCR/SNCR) vorhanden, in HKW II dagegen schon, s. o.

tigste Fall) treten daher auf, wenn die Anlage gerade mit einem Sauerstoffgehalt von 11 Vol.-% bzw. 8 Vol.-% betrieben wird.

Die Angaben zu den maximalen Abgasvolumenströmen, zu den minimalen Temperaturen am jeweiligen Schornsteinaustritt, zum jeweiligen Betriebssauerstoffgehalt, etc. wurden entsprechend den Angaben der Vorhabenträgerin [34] angesetzt.

Der Einsatz eines Abgasteilstroms in der PCC-Anlage wird im Weiteren nicht berücksichtigt. Dies ist bzgl. der über die beiden Schornsteine der Biomasseheizkraftwerke abgeleiteten Emissionen der ungünstigste Fall.

Die Ableitbedingungen für HKW I und HKW II sind in der folgenden Tabelle 10 für den zukünftigen und in Tabelle 11 für den derzeit genehmigten Betrieb von HKW I zusammengestellt (HKW II in beiden Tabellen identisch).

Tabelle 10. Ableitbedingungen im **zukünftigen** Betrieb, Angaben der Vorhabenträgerin [34] und Berechnungen.

		HKW I zukünftig ohne PCC	HKW II ohne PCC
Betriebsart		Volllast	Volllast
maximale Betriebszeit Volllast	h/a	8760	8760
Schornstein			
Schornsteinhöhe	m	60	45
Innendurchmesser	m	1,40	1,10
Querschnittfläche	m ²	1,54	0,95
Gauß-Krüger-Koordinaten, ungefähr			
- Rechtswert	m	34 13 009	34 12 929
- Hochwert	m	53 83 472	53 83 465
Abgaskenngrößen im Schornstein			
Austrittsgeschwindigkeit (bei Betriebsbed. und Bezugs-O ₂)	m/s	38,4	17,2
Temperatur an der Mündung	°C	150	130
Bezugssauerstoffgehalt (trocken)	Vol.-%	11,0	8,0
Wasserdampfgehalt	kg/m ³	0,161	0,209
Wasserbeladung	kg/kg _{RG,tr.}	0,125	0,161
Volumenstrom fe., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	137.400	39.800
Volumenstrom tr., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	114.500	31.600

Tabelle 11. Ableitbedingungen im **derzeit genehmigten** Betrieb, Angaben der Vorhabenträgerin [34] und Berechnungen.

		HKW I derzeit ohne PCC	HKW II ohne PCC
Betriebsart		Volllast	Volllast
maximale Betriebszeit Volllast	h/a	8760	8760
Schornstein			
Schornsteinhöhe	m	60	45
Innendurchmesser	m	1,40	1,10
Querschnittfläche	m ²	1,54	0,95
Gauß-Krüger-Koordinaten, ungefähr			
- Rechtswert	m	34 13 009	34 12 929
- Hochwert	m	53 83 472	53 83 465
Abgaskenngrößen im Schornstein			
Austrittsgeschwindigkeit (bei Betriebsbed. und Bezugs-O ₂)	m/s	19,8	17,2
Temperatur an der Mündung	°C	135	130
Wasserdampfgehalt	kg/m ³	0,199	0,209
Wasserbeladung	kg/kg _{RG,tr.}	0,154	0,161
Volumenstrom fe., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	73.300	39.800
Volumenstrom tr., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	58.700	31.600

Die sich aus den oben beschriebenen Ansätzen ergebenden maximal zulässigen Emissionskonzentrationen und maximal zulässigen Emissionsmassenströme sind in Tabelle 12 zusammengestellt – sowohl für den derzeit genehmigten als auch für den zukünftig beantragten Betrieb. Die gegenüber dem genehmigten Betrieb zukünftig reduzierten Grenzwerte sind in der Tabelle gelb hinterlegt.

Tabelle 12. Maximal zulässige Emissionen und Emissionsmassenströme im derzeit genehmigten und im zukünftig beantragten Betrieb.

Komponente	Grenzwerte derzeit		Grenzwerte zukünftig		Abgasvol.str., tr., i.N., Bezugs-O2 derzeit		Abgasvol.str., tr., i.N., Bezugs-O2 zukünftig	
	HKW I mg/m³	HKW II mg/m³	HKW I mg/m³	HKW II mg/m³	m³/h	max. Emissionsmassenstr. kg/h	m³/h	max. Emissionsmassenstr. kg/h
Gesamstaub	5	5	5	5	58.700	0,2935	114.500	0,5725
gasf. anorg. Chlorverbindungen als HCl	10	10	10	10	0,2935	0,316	0,5725	0,316
gasf. anorg. Fluorverbindungen als HF	1	1	1	1	0,587	0,316	1,145	0,316
Schwefeloxide (als SO2)	50	50	50	50	0,0587	0,0316	0,1145	0,0316
Stickstoffoxide (als NO2)	200	200	200	200	2,935	1,58	5,725	1,58
Quecksilber (Hg)	0,01	0,01	0,005	0,01	11,74	6,32	22,9	6,32
Kohlenmonoxid (CO)	50	50	50	50	0,000587	0,000316	0,0005725	0,000316
Ammoniak (NH3)	keine SCR/SNCR	10	keine SCR/SNCR	10	2,935	1,58	5,725	1,58
Cd+Tl	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,316	0	0,316
davon:					0,000587	0,000316	0,001145	0,000316
Cadmium und seine Verbindungen (Cd)	--(*)	--(*)	0,005	--(*)	0,000587	0,000316	0,0005725	0,000316
Thallium und seine Verbindungen (Tl)	--(*)	--(*)	0,005	--(*)	0,000587	0,000316	0,0005725	0,000316
Σ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00587	0,00316	0,01145	0,00316
davon:					0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Antimon und seine Verbindungen (Sb)	--(*)	--(*)	0,05	--(*)	0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Arsen und seine Verbindungen (As)	--(*)	--(*)	zusätzlich über den niedrigeren Summengrenzwert für As, B(a)P, Cd, Co, Cr (s. u.) geregelt.		0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Blei und seine Verbindungen (Pb)	--(*)	--(*)	0,05	--(*)	0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Chrom und seine Verbindungen (Cr)	--(*)	--(*)	zusätzlich über den niedrigeren Summengrenzwert für As, B(a)P, Cd, Co, Cr (s. u.) geregelt.		0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Kobalt und seine Verbindungen (Co)	--(*)	--(*)	0,05	--(*)	0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Kupfer und seine Verbindungen (Cu)	--(*)	--(*)	0,05	--(*)	0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Mangan und seine Verbindungen (Mn)	0,05	0,05	0,025	0,05	0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
Nickel und seine Verbindungen (Ni)	0,03	0,03	0,015	0,03	0,001761	0,000948	0,0017175	0,000948
Vanadium und seine Verbindungen (V)	--(*)	--(*)	0,05	--(*)	0,00587	0,00316	0,005725	0,00316
Zinn und seine Verbindungen (Sn)	--(*)	--(*)	0,05	--(*)	0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
Σ As, B(a)P, Cd, Co, Cr	0,05	0,05	0,05	0,05	0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
davon:					0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
Arsen und seine Verbindungen (As)	--(*)	--(*)	0,025	--(*)	0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
Benzo(a)pyren (BaP)	0,005	0,005	0,0025	0,005	0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
Kobalt und seine Verbindungen (Co)	--(*)	--(*)	0,025	--(*)	0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
Chrom und seine Verbindungen (Cr)	--(*)	--(*)	0,025	--(*)	0,002935	0,00158	0,0028625	0,00158
Dioxine/Furane	5E-08	5E-08	2,5E-08	5E-08	2,935E-09	1,58E-09	2,8625E-09	1,58E-09

(*) Keine Grenzwerte für die Einzelstoffe -> ungünstigster Fall: Ausschöpfung des Summengrenzwertes

In den Ausbreitungsrechnungen bzw. deren Auswertung werden die in Tabelle 12 aufgeführten Emissionsmassenströme zugrunde gelegt.

Für Schwermetalle, Benzo(a)pyren und Dioxine/Furane werden die Ausbreitungsrechnungen für HKW I und HKW II mit jeweils einer Stellvertreterkomponente (folgend „Tracer“) mit normiertem Emissionsmassenstrom von jeweils 1 kg/h durchgeführt. Als Tracer wird für HKW I die Komponente „xx“ und für HKW II „pb“ gewählt. Die für diese Tracer und Emissionsmassenströme berechneten Immissionsbeiträge im Jahresmittel werden in der Auswertung für die beiden Schornsteine von HKW I und HKW II auf die stoffspezifischen Emissionsmassenströme nach Tabelle 12 skaliert und zum Gesamtergebnis überlagert.

Der primäre Anteil von NO₂ an der gesamten NO_x-Emission im Abgas wird mit 10 % angesetzt.

Die Ausbreitungsrechnungen werden für die im zukünftigen bzw. im derzeit genehmigten Betrieb über die Schornsteine der gesamten Anlage (HKW I und HKW II) freigesetzten Emissionen durchgeführt.

5.2 Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände

Es wird ein ganzjähriger Betrieb der gesamten Anlage (HKW I und HKW II) bei Vollast angesetzt.

5.3 Beurteilung der zukünftigen Emissionen anhand der Bagatellmassenströme

Als Grundlage für die Feststellung der Ermittlungspflichten bei der Prüfung, ob der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen sichergestellt ist, werden nachfolgend die oben dargestellten Emissionsmassenströme der geänderten Gesamtanlage den Bagatellmassenströmen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021 gegenübergestellt.

Die Massenströme nach Nr. 4.6.1.1 Buchstabe a) ergeben sich aus der Mittelung über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit dem bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen. Bei der Ermittlung der Massenströme nach den Buchstaben a) und b) sind Emissionen der gesamten Anlage einzubeziehen.

In diesem Sinn sind vorliegend die Emissionen im Regelbetrieb mit Vollast von HKW I und HKW II bei Ausschöpfung der Emissionsgrenzwerte (Tagesmittelwerte) zu berücksichtigen. Im vorliegenden Fall entsprechen damit die über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche gemittelten stündlichen Emissionen den maximal zulässigen stündlichen Emissionsfrachten.

In der nachfolgenden Tabelle sind die so berechneten Emissionsmassenströme für die relevanten Komponenten den jeweiligen Bagatellmassenströmen der TA Luft 2021 gegenübergestellt.

Tabelle 13. Mittlere stündliche Emissionen der Gesamtanlage (HKW I und HKW II) in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen im Vergleich mit den Bagatellmassenströmen nach Tabelle 7 Nr. 4.6.1.1 der TA Luft 2021 für nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen.

Komponente	Bagatell- massenstrom [kg/h]	Emissions- massenstrom [kg/h]
Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As	0,0016	0,00444
Benzo(a)pyren als Leitkomponente für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	0,00026	0,000444
Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Pb	0,025	0,0089
Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd	0,0013	0,00089
Fluor und seine gasförmigen anorganischen Verbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	0,018	0,1461
Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni	0,0052	0,00444
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	0,0013	0,00089
Schwefeloxide (SO ₂ und SO ₃) angegeben als SO ₂	15	7,3
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe *	1,0	0,73
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8	0,66
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5	0,44
Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO ₂	15	29,2
Thallium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Tl	0,0026	0,00089
Im Anhang 4 der TA Luft 2021 genannte Dioxine und dioxin-ähnliche Substanzen, angegeben als Summenwert nach dem dort angegebenen Verfahren	3,5E-09	4,44E-09

* Bagatellmassenstrom für die Bestimmung der Immissionskenngrößen für Staubniederschlag

Die Emissionen an Pb, Cd, Ni, Hg, SO₂, Gesamtstaub, PM₁₀, PM_{2,5} und Tl halten die jeweiligen Bagatellmassenströme ein; für diese Komponenten ist daher nach Nr. 4.1 Buchstabe a TA Luft eine Bestimmung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich, soweit keine hinreichenden Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vorliegen. Eine besondere örtliche Lage oder besondere Umstände sind aus gutachtlicher Sicht nicht erkennbar. Trotzdem werden diese Stoffe in den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt.

Die Emissionen der Komponenten As, B(a)P, HF, NO_x und Dioxine liegen dagegen über dem jeweiligen Bagatellmassenstrom der TA Luft 2021. Für diese Komponente ist daher eine weitergehende Betrachtung mit Ermittlung von Immissionskenngrößen erforderlich.

Die Ermittlung und Beurteilung von Immissionskenngrößen erfolgt in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Freiburg stoffgruppenspezifisch wie folgt.

Schwermetalle (Hg, Cd, Tl, Pb, Ni, As, etc.), B(a)P und Dioxinen/Furanen

Bzgl. Schwermetallen (Hg, Cd, Tl, Pb, Ni, As, etc.), B(a)P und Dioxinen/Furanen wird wie folgt vorgegangen:

Wie in Abschnitt 2.1 schon ausgeführt, kann nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021 bei einer Änderungsgenehmigung darüber hinaus von der Bestimmung der Immissionskenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung abgesehen werden, wenn sich die Emissionen an einem Stoff durch die Änderung der Anlage nicht ändern oder sinken und

- keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass sich durch die Änderung die Immissionen erhöhen oder
- die Ermittlung der Zusatzbelastung ergibt, dass sich durch die Änderung die Immissionen nicht erhöhen (vernachlässigbare Zusatzbelastung).

Vorliegend bleiben die Emissionen an Schwermetallen, Benzo(a)pyren und Dioxinen/Furanen der gesamten Anlage gegenüber dem bisherigen Betrieb nach Tabelle 12 unverändert. Die Ableitbedingungen für HKW I verbessern sich zukünftig durch den höheren Abgasvolumenstrom (vgl. Tabelle 10 und Tabelle 11), für HKW II bleiben sie unverändert, s. o. Anhaltspunkte dafür, dass sich die Immissionen relevant erhöhen, liegen daher nicht vor. Insgesamt sind in der Fläche zukünftig tendenziell eher geringere Immissionen als bisher zu erwarten¹³. Es ist zu erwarten, dass die Zusatzbelastung vernachlässigbar im Sinn von Nr. 4.6.1.1 Abs. 2 TA Luft 2021 (s. Erläuterung in Abschnitt 2.1) ist. Die Zusatzbelastung dieser Stoffe wird in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Freiburg zusätzlich mittels Ausbreitungsrechnungen ermittelt und an den im Bescheid von 2004 genannten Messpunkten 1 (Auenheim) und 2 (Kehl-Hafen) ausgewertet.

Soweit sich eine vernachlässigbare Zusatzbelastung im vorstehenden Sinn ergibt, kann im vorliegenden Fall gemäß Abstimmung mit der Behörde auf die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen verzichtet werden, soweit keine hinreichenden Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vorliegen.

Andere Schadstoffe (NO₂, SO₂, HF, PM₁₀, PM_{2,5}, Staubniederschlag)

Für die anderen Schadstoffe (NO₂, SO₂, HF, PM₁₀, PM_{2,5}, Staubniederschlag) werden die Gesamtzusatzbelastungen (durch HKW I und HKW II) im zukünftigen Betrieb prognostiziert und geprüft, ob diese irrelevant nach Nr. 4.1 TA Luft sind.

Soweit die Gesamtzusatzbelastung irrelevant ist, kann nach Nr. 4.1 Buchstabe c TA Luft davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, und es soll auf die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen verzichtet werden.

¹³ Von eventuell auftretenden geringen lokalen Fluktuationen abgesehen, die aus modell-technischen Gründen nicht ausgeschlossen werden können.

5.4 Modellierung der Emissionsquellen

Es werden die in Tabelle 14 genannten Emissionsquellen (Punktquellen) definiert:

Tabelle 14. Emissionsquellen.

Nr.	Bezeichnung	Bemerkung
1	HKW_I	Punktquelle mit unterschiedlichen Parametern in den Rechenläufen für Planzustand und Istzustand
2	HKW_II	Punktquelle mit identischen Parametern in den Rechenläufen für Planzustand und Istzustand

Es werden zwei Ausbreitungsrechnungen durchgeführt. Eine für den zukünftigen Betrieb („Plan“) und eine zweite für den bisherigen Betrieb („Ist“). Unterschiedliche Parameter ergeben sich nur für die Quelle von HKW I, die Parameter für die Quelle von HKW II sind in beiden Rechnungen identisch.

In der nachfolgenden Tabelle 15 sind die Eingabedaten der Quellen für die Ausbreitungsberechnungen zusammengefasst.

Tabelle 15. Eingabedaten geführte Quellen für die Ausbreitungsrechnungen.

id	xq	yq	hq	dq	vq	tq	zq
HKW_I (Plan)	9	22	60	1,40	38,4	150	0,1250
HKW_I (Ist)	9	22	60	1,40	19,8	135	0,1540
HKW_II	-71	15	45	1,10	17,2	130	0,1610

id = Quelle Nr.

xq = x-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U

yq = y-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U

hq = Höhe der Quelle (m)

dq = Durchmesser der Quelle (m)

vq = Abgasgeschw. der Quelle (m/s)

tq = Austrittstemperatur (°C)

zq = Wasserbeladung [kg Wasser/kg trockene Luft]

Detailangaben zu den Emissionsquellen können den Austal.log-Dateien im Anhang C entnommen werden.

Die Lage der Emissionsquellen kann der Abbildung 3 entnommen werden.

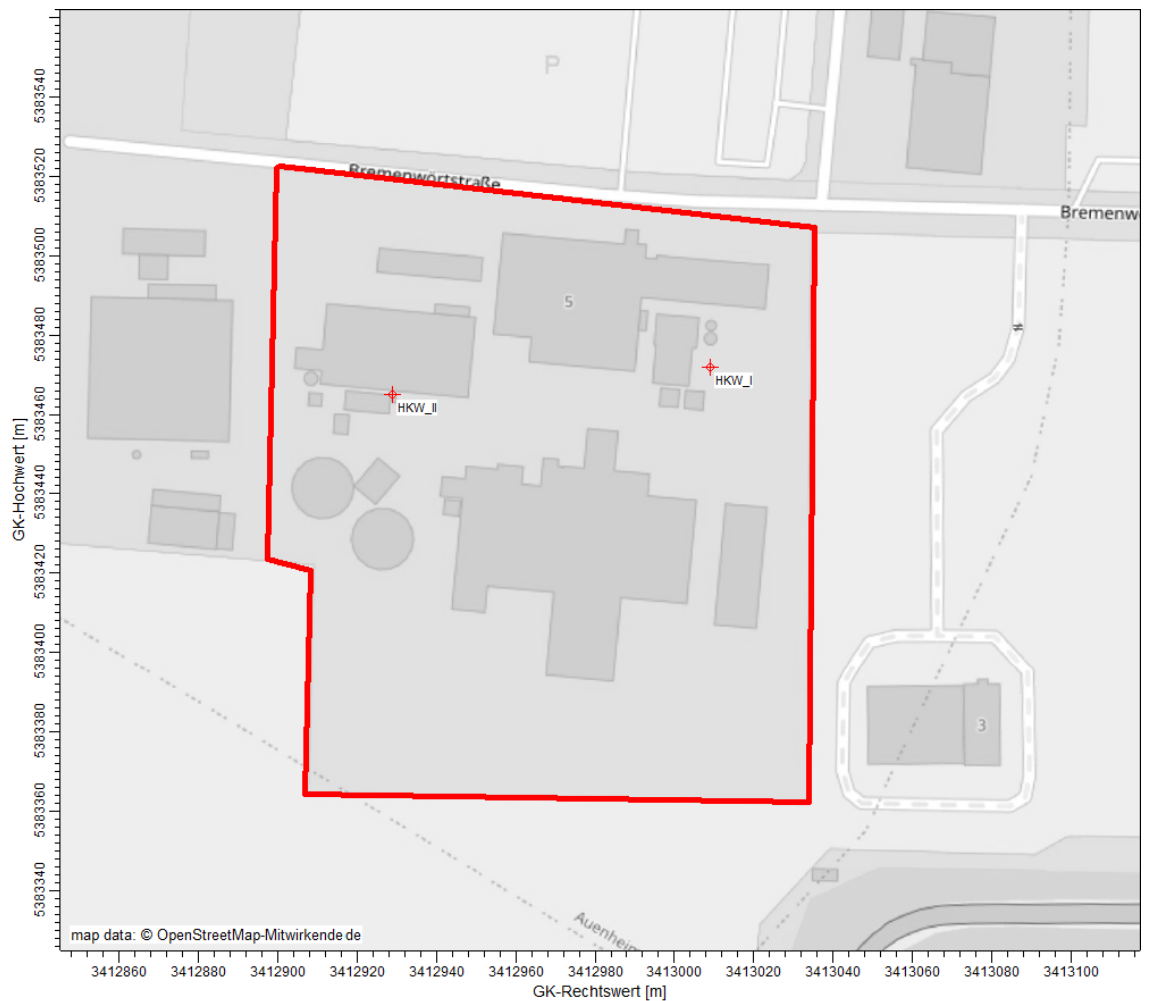


Abbildung 3. Emissionsquellen im Bereich der Anlage, Betriebsgelände rot markiert, Kartengrundlage: © OpenStreetMap [36].

5.5 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.

Nach Untersuchungen [39] – [44] zur Partikelgrößenverteilung von Stäuben aus Verbrennungsanlagen, die mit einer dem heutigen Stand der Technik entsprechenden effizienten Entstaubungsanlage ausgestattet sind, werden die hier relevanten Staubemissionen zu 90 % der PM_{10} -Fraktion zugeordnet. Davon sind etwa 60 % der $PM_{2,5}$ -Fraktion zuzurechnen; etwa 30 % entfallen auf Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser zwischen $2,5 \mu m$ und $10 \mu m$. Die restlichen 10 % werden als Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser d_a von mehr als $10 \mu m$ angesetzt. Die weitere Korngrößenverteilung ist im Einzelnen nicht bekannt.

Nach Anhang 2 der TA Luft entspricht dies den folgenden Staubklassen:

Tabelle 16. Partikelgrößenverteilung für Emissionen.

Partikelgröße	Klassifizierung	Anteil
≤ 2,5 µm	pm-1 / Klasse 1 (= PM _{2,5})	60 %
> 2,5 bis ≤ 10 µm	pm-2 / Klasse 2 (≠ PM ₁₀)	30 %
> 10 µm	pm-u / Klasse u (> PM ₁₀)	10 %

Hinsichtlich der Quecksilberemission wird davon ausgegangen, dass diese aufgrund der hohen Flüchtigkeit von Hg vorwiegend gasförmig emittiert wird.

Für die sonstigen Schwermetalle, Benzo(a)pyren sowie Dioxine/Furane wird davon ausgegangen, dass sie komplett staubgebunden gem. oben genannter Korngrößenverteilung freigesetzt werden. Tatsächlich wird ein großer Teil zumindest der Dioxine filtergängig („gasförmig“) freigesetzt. Insofern sind die prognostizierten PCDD/F-Depositionen als eher konservativ anzusehen.

5.6 Überhöhung

Die Emissionen werden gefasst über Quellen abgeleitet, die den Maßgaben der VDI 3781 Blatt 4 erfüllen¹⁴. Die effektive Quellhöhe dieses Schornsteins, die sich einschließlich der Abgasfahnenüberhöhung ergibt, wurde entsprechend den Vorgaben in Anhang 2 Nr. 7 der TA Luft 2021 mit einem dreidimensionalen Überhöhungsmodell [15] berücksichtigt.

5.7 Emissionen aus weiteren Quellen

5.7.1 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 [34] berücksichtigt. Nach der Untersuchung zur Genehmigung von HKW II [45] ist im Bestand mit 35 Lkw pro Tag zu rechnen. Durch die geplante Änderung sind wie oben ausgeführt zusätzlich maximal 15 Lkw pro Tag zu erwarten. Zukünftig werden somit insgesamt pro Tag etwa 50 Lkw den Standort anfahren.

¹⁴ Für den Schornstein des HKW I wird dies im späteren Abschnitt 6 geprüft. Auch die Ableithöhe der Quelle des HKW II wurde hinsichtlich der Anforderungen der VDI 3781 Blatt 4 geprüft. Dabei ergab sich eine erforderliche Höhe von ca. 40 m über Grund für den ungestörten Abtransport. Die Bestandshöhe beträgt 45 m über Grund.

Die Abschätzung der motorischen Emissionen erfolgt für Lkw auf der Grundlage des Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) [46].

Im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise wurde 2022 als Bezugsjahr gewählt, d. h. eine durch verbesserte Abgasminderung zukünftig zu erwartende Reduktion der Emissionen wurde nicht in Betracht gezogen.

Zur Beschreibung der Fahrweise der Lkw auf dem Betriebsgelände wurden nach [46] konservativ die Verkehrssituation „*Agglo/Erschliessung/30/stop+go2*“ für Erschließungsstraßen angesetzt. Die Eingabedaten werden nachfolgend dokumentiert:

- Bezugsjahr: 2022 (für die Zukunft konservative Annahme, da künftig mit geringeren Emissionen zu rechnen ist)
- Fahrzeugkategorie: Lkw
- Verkehrssituation: *Agglo/Erschliessung/30/stop+go2*

Die hieraus resultierenden Emissionsfaktoren aus den Motoren ergeben sich nach [46] für die relevanten Schadstoffe zu:

- Partikel (PM₁₀): 0,11 g/(km*Fahrzeug)
- NO_x: 12,2 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 [34] Betriebsgelände können Staubemissionen aus Abrieb und Aufwirbelung nach dem der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 (September 2018) [47] mit etwa 9 g/km PM₁₀ und etwa 45 g/km Gesamtstaub abgeschätzt werden¹⁵. (Zum Vergleich: Nach [48] 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 den zukünftigen Betrieb des HKW (Anlieferung und Abfuhr von Brennstoffen, Betriebsstoffen, Abfällen) sind zukünftig insgesamt etwa 50 Lkw pro Anlieferntag (werktags, Mo-Sa) erforderlich [34].

Dabei legt ein Fahrzeug insgesamt (Summe aus Hin- und Rückweg) durchschnittlich eine Strecke von – konservativ abgeschätzt – 0,5 km auf asphaltierten Wegen auf dem Betriebsgelände zurück.

¹⁵ Für die Abschätzung wurden zugrunde gelegt: $s_L = 1 \text{ g/m}^2$ (regelmäßige Reinigung); $W = 22,5 \text{ t}$ (Lkw: voll 30 t, leer 15 t); $p = 131 \text{ d/a}$; $k_M = 0,4$ (max. zul. Fahrgeschwindigkeit auf dem Gelände 10 km/h).

Insgesamt ergeben sich aus dem Lkw-Fahrverkehr für Anlieferung und der Abholung in der Größenordnung die folgenden diffusen Emissionen pro mittlerer Tages-Stunde:

- Gesamtstaub: 0,047 kg/h inkl. Aufwirbelung
davon Feinstaub (PM₁₀): 0,009 kg/h inkl. Aufwirbelung
- NO_x: 0,013 kg/h.

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.

5.7.2 Sonstige potenzielle Quellen

Relevante Emissionen aus anderen Quellen sind nicht zu erwarten.

Insbesondere sind

- aus den Siloaufsatzfiltern (Brennstoffsilos HKW II, Aschesilos, Sorbalitsilos, Kalksteinmehlsilo, Sandsilo, etc.) nur geringe Abluftvolumenströme mit geringen Emissionen¹⁶ zu erwarten, die zudem nur zeitweise auftreten¹⁷.
- aus der geschlossenen Ascheübergabe und -lagerung im bestimmungsgemäßen Betrieb keine relevanten Emissionen zu erwarten¹⁷.
- aus dem Anliefer- und Lagerbereich für die Biomasse-Brennstoffe aufgrund der geschlossenen/ abgeschirmten Ausführung und der Absaugung keine relevanten Emissionen zu erwarten¹⁸.

Diese sonstigen Emissionsquellen können somit grundsätzlich, aufgrund der geringen Quellstärke und oder geringer Betriebszeiten vernachlässigt werden. In den Ausbreitungsrechnungen werden diese Quellen daher nicht berücksichtigt. Relevante Immissionsbeiträge an den relevanten Immissionsorten außerhalb des Betriebsgeländes sind durch diese Quellen nicht zu erwarten.

¹⁶ Die mit der Verdrängungsluft aus den Asche- und Kalkhydratsilos freigesetzten Staubemissionen sind gem. Bescheid von 2004 auf 2 mg/m³ begrenzt.

¹⁷ Änderungen gegenüber dem Bestand sind hier nicht vorgesehen.

¹⁸ Die aus dem Anliefer- und Lagerbereich von HKW I abgesaugte Abluft wird im Normalbetrieb über Filter gereinigt (Staubgrenzwert: 2 mg/m³) und als Verbrennungsluft in den Kessel eingesetzt. Während Revisionsarbeiten finden keine Anlieferungen statt, sodass während dieser Zeiten keine Staubemissionen aus der Absaugung auftreten. Eine Absaugung des Anlieferbereichs von HKW II erfolgt nur, wenn eine Anlieferung von Biomasse stattfindet. Die aus dem Anliefer- und Lagerbereich von HKW II abgesaugte Abluft wird über Gewebefilter gereinigt und an die Umgebung abgegeben. Gem. Anzeige von 2018 ist nicht mit signifikanten Staubemissionen aus dieser Quelle zu rechnen. Änderungen gegenüber dem Bestand sind hier nicht vorgesehen.

5.8 Geruchsemissionen aus dem geplanten Einsatz von Schlämmen und Reststreichmassen

Wie vorstehend ausgeführt, werden die zukünftig eingesetzten Brennstoffe (Klärschlämme, Papier- und Faserschlämme sowie Reststreichmassen) in Mulden mit maximal 15 Lkw pro Tag angeliefert.

Die Annahmehunker sind nur während des Entladevorgangs geöffnet und ansonsten geschlossen.

Inkl. An- und Abfahrt auf dem Betriebsgelände und der Reinigung der Mulden dauert ein Entladevorgang etwa 45 min [34].

Die Lagerung von Klärschlamm inkl. Reststreichmassen sowie von Papier- und Faserschlämmen erfolgt in geschlossenen Silos.

Die bei der Befüllung des Silos für die Papier- und Faserschlämme verdrängte Luft wird zeitlich begrenzt mit einem geringen Volumenstrom an die Umgebung abgeführt.

Das Silo für Klärschlamm (und Reststreichmassen) verfügt über eine überwachte Belüftung zur Vermeidung einer explosionsfähigen Atmosphäre. Die dabei entstehende Abluft wird mittels Aktivkohlefilter gereinigt, um Geruchsemissionen zu minimieren.

Potenzielle Geruchsemissionen können somit insbesondere während der Anfahrt, der Entladung und der Reinigung der Mulden auftreten.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass nur ausgefaulte und damit weniger geruchsrelevante Klärschlämme angeliefert werden und dass die Schlämme und Reststreichmassen bisher schon in Oberkirch gehandhabt und eingesetzt wurden, ohne dass es dort – trotz der dortigen Lage zwischen Schwimmbad und anliegender Wohnbebauung – zu Geruchsauffälligkeiten oder Geruchsbeschwerden gekommen wäre [34].

Insgesamt ist aufgrund der Eigenschaften der Schlämme und Reststreichmassen sowie der vorgesehenen geruchsmindernden Maßnahmen nur mit vergleichsweise geringen Geruchsfreisetzungen zu rechnen, die eher den Charakter eines Platzgeruchs haben dürften.

Es ist zu erwarten, dass Geruchswahrnehmungen mit zunehmender Entfernung von den Quellen deutlich abnehmen. Zudem ist davon auszugehen, dass sich eventuelle Geruchswahrnehmungen im Umfeld der Anlieferung und Lagerung von Schlämmen und Reststreichmassen entsprechend der Windrichtungshäufigkeitsverteilung verteilen und nicht an einem Ort häufen.

Im näheren Umfeld der Anlieferung sind nach den vorliegenden Informationen keine relevanten Immissionsorte vorhanden; die Anlage liegt in einem faktischen Industriegebiet. Wohnnutzungen sind in der näheren Umgebung nicht vorhanden [34], die nächste Wohnnutzung liegt südlich der Anlage in etwa 500 m Entfernung.

An den Immissionsorten (insbesondere im Bereich von Wohnnutzungen/Wohnbebauungen) ist nach gutachtlicher Einschätzung nicht mit relevanten Geruchswahrnehmungshäufigkeiten aus der Anlieferung und Lagerung von Schlämmen und Reststreichmassen zu rechnen.

6 Schornsteinhöhenbestimmung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021

6.1 Anforderungen der TA Luft

Die wesentlichen Anforderungen der TA Luft 2021 [5] sind im Folgenden (auszugsweise) kursiv wiedergegeben.

Abgase sind so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung ermöglicht werden. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, deren Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach der Nummer 5.5.2 zu bestimmen ist. Die Anforderungen des Anhangs 7 an die Schornsteinhöhe sind gesondert zu betrachten.

Hinweis: Die ggf. bei Geruchsemissionen erforderliche Betrachtung der Anforderungen des Anhangs 7 der TA Luft 2021 ist nicht Gegenstand dieser Schornsteinhöhenbestimmung.

Die Lage und Höhe der Schornsteinmündung soll den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) genügen.

[...]

Darüber hinaus muss die Schornsteinhöhe den Anforderungen der Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 genügen. Die so bestimmte Schornsteinhöhe soll vorbehaltlich abweichender Regelungen 250 m nicht überschreiten; ergibt sich eine größere Schornsteinhöhe als 200 m, sollen weitergehende Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung angestrebt werden.

Bei mehreren Schornsteinen der Anlage ist die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nummer 5.5.2.2 durch Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine zu prüfen. Bestehende Schornsteine der Anlage sind bei der Überlagerung mit dem halben Emissionsmassenstrom zu berücksichtigen.

[...]

Die nach Nummer 5.5.2 bestimmte Schornsteinhöhe ist die erforderliche Bauhöhe. Sie darf durch die tatsächliche Bauhöhe um maximal 10 Prozent überschritten werden. In begründeten Fällen kann die zuständige Behörde größere Schornsteinbauhöhen zulassen. Insbesondere ist bei einer Änderungsgenehmigung die weitere Verwendung eines bestehenden Schornsteins zulässig, dessen tatsächliche Bauhöhe die erforderliche Bauhöhe überschreitet [...].

Bei Emissionsquellen mit geringen Emissionsmassenströmen sowie in Fällen, in denen nur innerhalb weniger Stunden aus Sicherheitsgründen Abgase emittiert werden, kann die erforderliche Schornsteinhöhe im Einzelfall festgelegt werden. Dabei sind eine ausreichende Verdünnung und ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung anzustreben.

6.2 Bestimmung der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.1 TA Luft 2021

6.2.1 Allgemeines

Die Lage und Höhe der Schornsteinmündung soll gemäß Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) genügen.

Danach soll der Schornstein gemäß Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 mindestens

- eine Höhe von 10 m über dem Grund und
- eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe haben.
- die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um 5 m überragen.

Hierbei soll bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad die Höhe des Dachfirstes in der Regel unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad berechnet werden; die gebäudebedingte Schornsteinhöhe soll jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht überschreiten.

Im vorliegenden Fall liegt ein freistehender Schornstein vor (siehe Abbildung 4). Die Entfernung des Schornsteins zum nächstgelegenen Gebäude/Anlagenteil (Gewebe- filter/Rauchgasgebläse) beträgt dabei wenige Meter. Die baulich bedingten Anforderungen an die freie Abströmung werden vor diesem Hintergrund auf Basis der VDI 3781 Blatt 4 (2017) ermittelt, die neben unmittelbar an der Quelle gelegenen Gebäuden auch benachbarte Gebäude einbezieht.

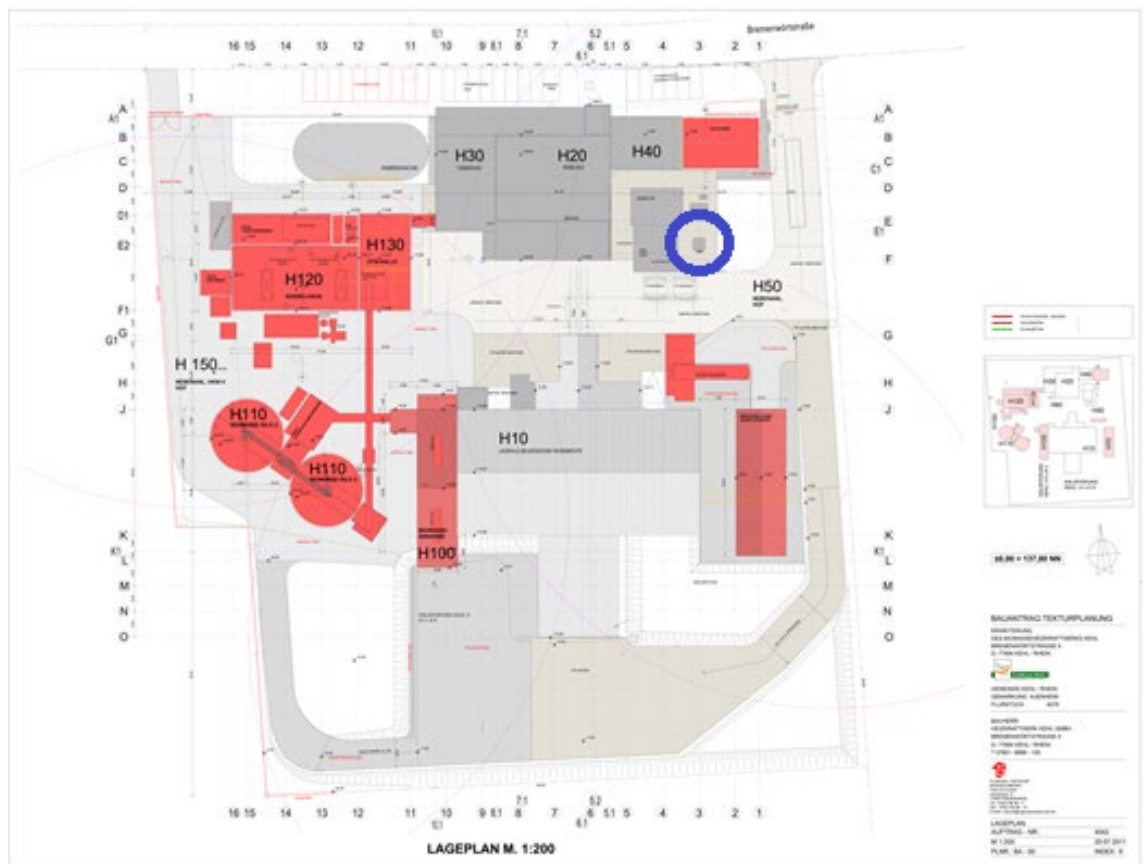


Abbildung 4. Lageplan der Anlage [34]. Lage des Schornsteins blau markiert.

Die Richtlinie VD 3781 Blatt 4 [7] unterscheidet hinsichtlich der erforderlichen Ableithöhe zwischen Anforderungen zum ungestörten Abtransport der Abgase (H_A) und Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung der Abgase (H_E). Die größte der sich ergebenden Ableithöhen ist die maßgebliche (H_M). Das Vorgehen ist in Abbildung 5 skizziert.

Die berücksichtigten Gebäude werden für die Prüfung nach VDI 3781 Blatt 4 (2017) ggf. in mehrere (sich überlappende) Einzelgebäude mit rechteckigem Grundriss unterteilt. Die Modellierung der Gebäude und Berechnung der Ableithöhe erfolgte mit dem Programm WinSTACC [10]. Zur Berechnung der Kaminhöhe in WinSTACC wurde der freistehende Kamin auf einem virtuellen Gebäude mit einer Traufhöhe von 1 m platziert. Die in WinSTACC modellierten Gebäude sind in Abbildung 6 gezeigt. Das Protokoll der WinSTACC-Berechnung befindet sich in Anhang A.

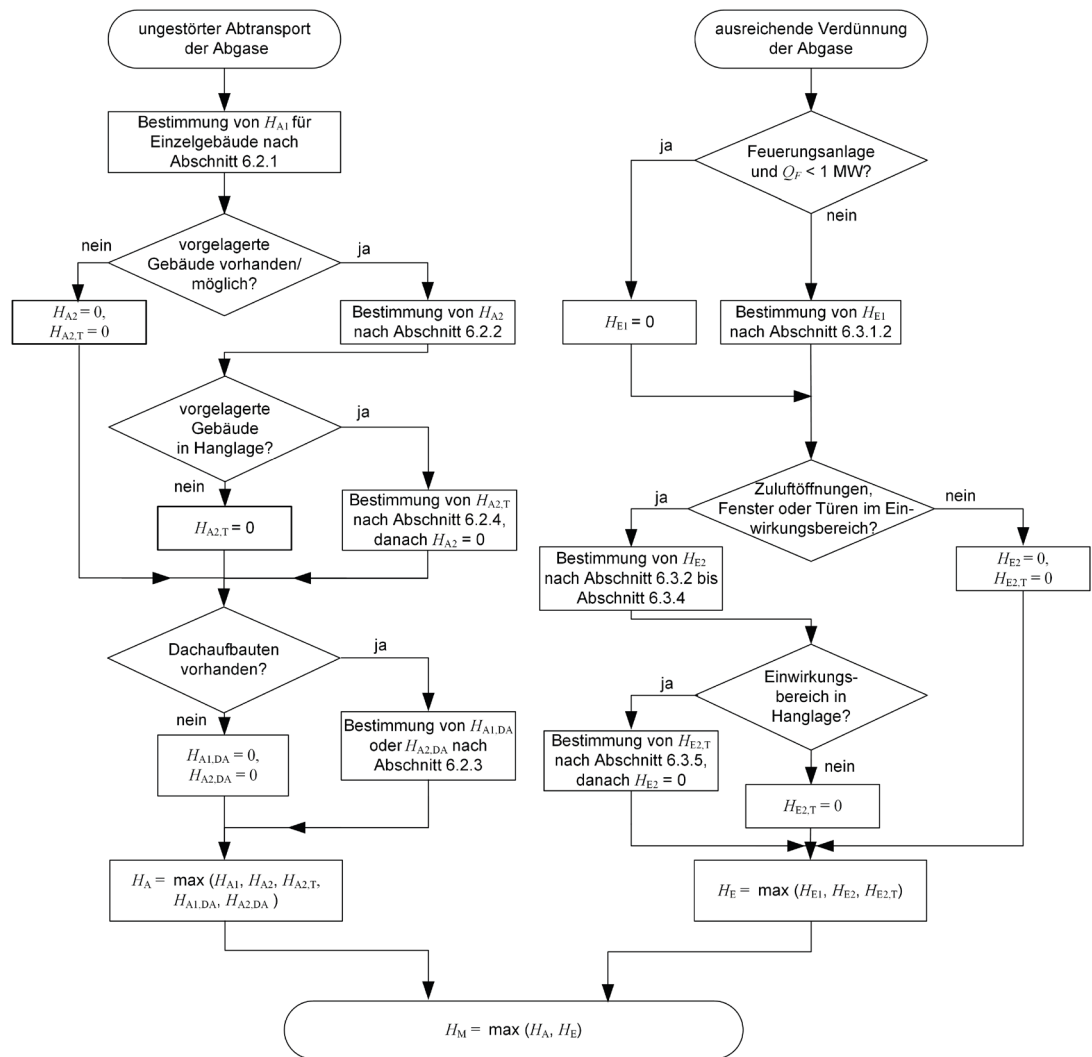


Abbildung 5. Ablaufschema zur Bestimmung der erforderlichen Mindesthöhe H_M gemäß VDI 3781 Blatt 4 (2017).

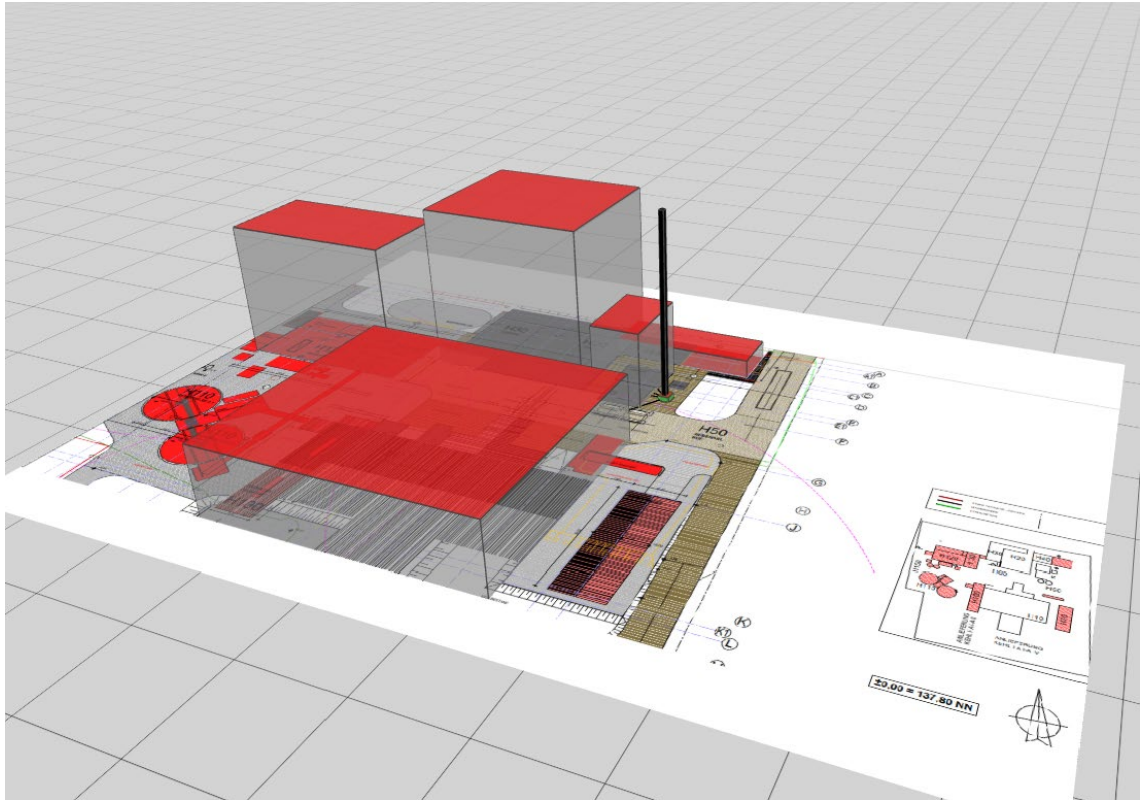


Abbildung 6. Schrägbild berücksichtigte Gebäude (WinSTACC [10]). Ausrichtung nach Nordwesten.

6.2.2 Ungestörter Abtransport der Abgase H_A

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 Dachaufbauten verursacht werden kann.

Berücksichtigung von Einzelgebäuden (H_{A1})

Die Höhen der Rezirkulationszonen (Werte für H_1 und H_2) sind abhängig von der Dachform zu berechnen. Der niedrigere der beiden Werte ist maßgebend und wird als H_{S1} bezeichnet. Zu diesem Wert ist der Wert $H_{\bar{U}}$ zu addieren. Damit ergibt sich die Höhe H_{A1} , die sicherstellt, dass die Mündung der Abgasableitinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone des Einzelgebäudes liegt, auf oder an dem sich der Schornstein befindet.

Die Höhe H_{A1} errechnet sich gemäß:

$$H_{A1} = H_{S1} + H_{\bar{U}} \quad (1)$$

mit

$$H_{S1} = \min (H_1, H_2) \quad (2)$$

Dabei ist

- H_{A1} erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableitinrichtung für den ungestörten Abtransport der Abgase für ein Einzelgebäude in m.
- H_{S1} berechnete Höhe der Mündung der Abgasableitinrichtung über First ohne additiven Term bei Einzelgebäuden in m.
- $H_{\dot{U}}$ additiver Term in Abhängigkeit vom Anlagentyp und der Wärmeleistung in m. Bei anderen als Feuerungsanlagen, aber auch Feuerungsanlagen der vorliegenden Emissionsstärke beträgt er in der Regel 3,0 m (s. u.).

Berücksichtigung von vorgelagerten Gebäuden (H_{A2})

Neben dem Gebäude, auf dem sich der Schornstein jeweils unmittelbar befindet, sind auch vorgelagerte Gebäude zu berücksichtigen.

Gemäß Nr. 6.2.2.1 der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 ist die Ausdehnung der Rezirkulationszone eines vorgelagerten Gebäudes wie folgt zu ermitteln:

$$l_{RZ} = \frac{1,75 \cdot l_{\text{eff}}}{1 + 0,25 \cdot \frac{l_{\text{eff}}}{H_{\text{First,V}}}} \quad (3)$$

$$l_{\text{eff}} = l_v \cdot \sin \beta + b_v \cdot \cos \beta \quad (4)$$

Dabei ist

- l_{RZ} horizontale Ausdehnung der Rezirkulationszone eines Gebäudes in Richtung der Linie „Gebäudemitte-Abgasanlage“ in m.
- l_{eff} effektive Länge des vorgelagerten Gebäudes senkrecht zur Linie „Gebäudemitte-Abgasanlage“ in m.
- $H_{\text{First,V}}$ Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes in m.
- l_v Länge des vorgelagerten Gebäudes in m.
- β horizontaler Winkel zwischen einem vorgelagerten Gebäude und Richtung der Abgasableitinrichtung ($\beta \leq 90^\circ$).
- b_v Breite 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; dabei ist l_A die horizontale Entfernung der Abgasableit-einrichtung vom vorgelagerten Gebäude. Andernfalls ist die Abgasanlage so zu erhöhen, dass sich die Schornsteinmündung außerhalb der Rezirkulationszone befindet.

Die Rezirkulationszonen der im vorliegenden Fall relevanten Gebäude sind in Abbildung 7 gezeigt.

Zur Ermittlung der erforderlichen Ableithöhe ist außerdem der additive Term $H_{\bar{U}}$ zu bestimmen. Für den Kamin wurde dabei ein additiver Term $H_{\bar{U}}$ von 3,0 m berücksichtigt.

Die damit errechnete Höhe H_{A1} (erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableiteinrichtung für den ungestörten Abtransport der Abgase für Einzelgebäude) bzw. H_{A2} (erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableit-einrichtung für den ungestörten Abtransport der Abgase für vorgelagerte Gebäude) bezieht sich jeweils auf den First des Gebäudes, auf dem die Quelle errichtet wurde bzw. werden soll. Maßgeblich ist jeweils der höhere Wert.

Die sich im vorliegenden Fall ergebenden Kaminhöhe H_A beträgt 41,2 m über First des virtuellem Ersatzgebäudes. Unter Berücksichtigung der Traufhöhe des Ersatzgebäudes von 1 m ergibt sich eine Mündungshöhe **42,2 m über dem Aufstellungsniveau** (das Aufstellungsniveau bzw. Planungs-Nullniveau liegt bei 137,8 m ü. NHN)

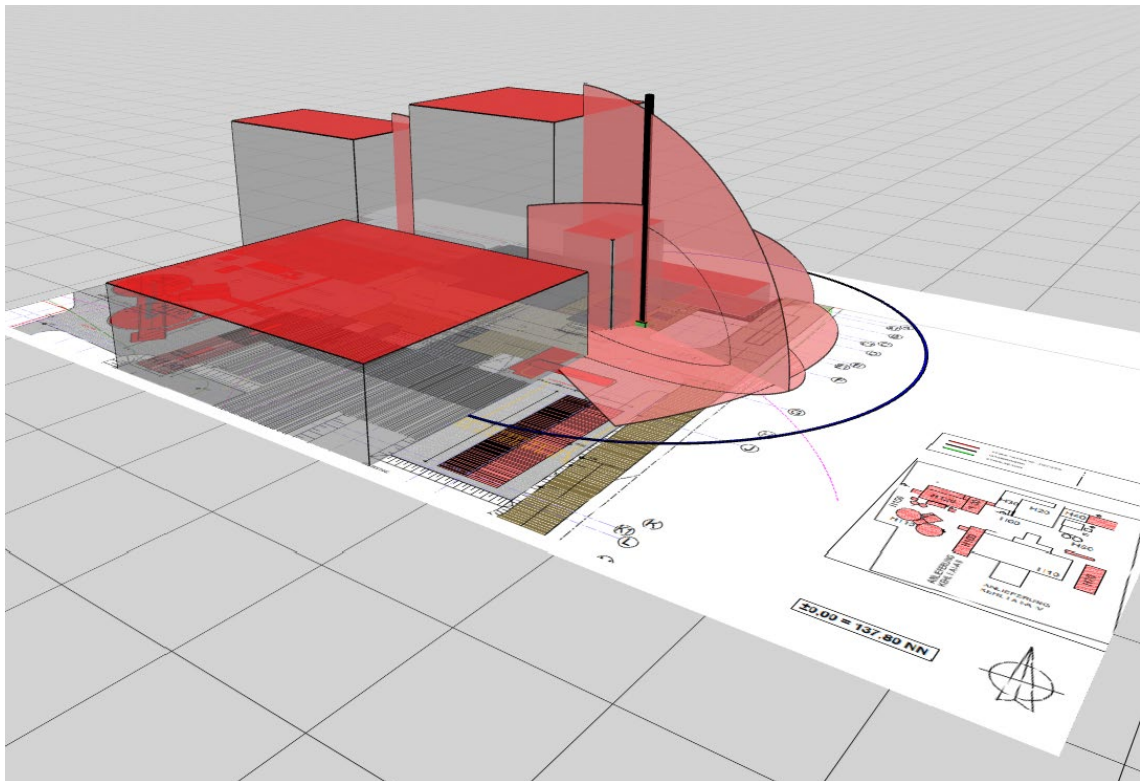


Abbildung 7. Schrägbild berücksichtigte Gebäude und Rezirkulationszonen (WinSTACC [10]). Ausrichtung nach Nordwesten.

6.2.3 Ausreichende Verdünnung der Abgase H_E

Grundsätzlich gelten die Mindestanforderungen nach Nr. 6.3.1.1 der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 für alle Anlagen, wonach der Einwirkungsbereich (Nr. 6.3.2), das Bezugsniveau (Nr. 6.3.3) und die Höhe über Bezugsniveau (Nr. 6.3.4) zu bestimmen und bei der Festlegung der Mindesthöhe zu berücksichtigen ist. Für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) >1 MW sowie für andere als Feuerungsanlagen gelten zusätzlich noch die Anforderungen der Nr. 6.3.1.2.

Berücksichtigung des Einwirkungsbereichs (H_{E2})

Der nach Nr. 6.3.2 zu bestimmende Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtung wird entsprechend der in Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 formulierten Mindestanforderungen für Quellen mit nicht nur geringen Emissionen für mit 50 m festgelegt (der Einwirkungsbereich ist in Abbildung 8 dargestellt).

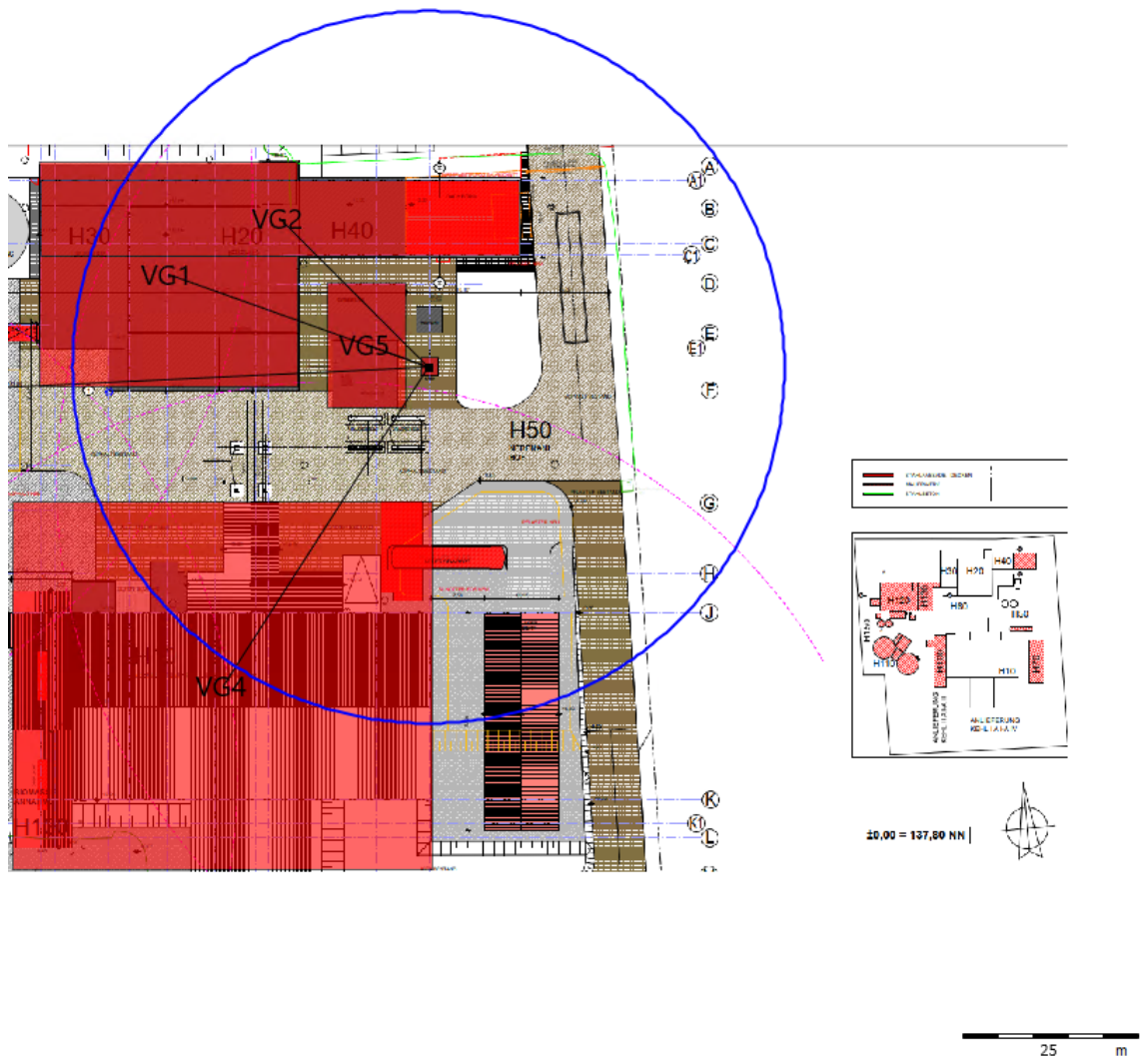


Abbildung 8. Einwirkungsbereich des Schornsteins nach VDI 3781 Blatt 4 innerhalb der blauen Kreismarkierungen.

Berücksichtigung des Bezugsniveaus (H_{E2})

Für Quellen von Anlagen im Geltungsbereich der TA Luft 2021 mit nicht nur geringen Emissionen wird für die erforderliche Mündungshöhe über Bezugsniveau H_B – entsprechend der in Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 formulierten Mindestanforderungen – ein Wert von $H_B = 5$ m festgelegt.

Aus der Abbildung 8 geht hervor, dass sich im Einwirkungsbereich des Schornsteins das Gebäude H40 befindet. Es wird unterstellt, dass sich in diesem Bereich Fenster oder Türen von zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen befinden, da keine genaueren Angaben hierzu vorliegen. Im vorliegenden Fall wird daher für die Höhe des Bezugsniveaus H_F konservativ jeweils die Gebäudeoberkante von 3,8 m herangezogen (geringere Werte für H_F führen zu kleineren Mindesthöhen).

Unter Berücksichtigung eines Einwirkungsbereichs von 50 m sowie einer erforderlichen Mündungshöhe über Bezugsniveau von 5 m errechnet sich für den Schornstein eine erforderliche Mündungshöhe von 8,8 m über Aufstellungsniveau.

Im Übrigen ist das höchste Gebäude im Umfeld das Kesselhaus von HKW I mit einer Höhe von knapp 36 m. Selbst wenn dort Fenster oder Türen vorhanden sein sollten, liegen diese mehr als 5 m unter der in Abschnitt 6.2.2 ermittelten Ableithöhe von 42,2 m über Aufstellungsniveau.

Im vorliegenden Fall ist für den Schornstein daher weiterhin die Ableithöhe von 42,2 m über Aufstellungsniveau maßgeblich.

6.3 Bestimmung der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 (Einzelkamin)

Folgend werden die Emissionsmassenströme der einzelnen Schadstoffkomponenten mit dem jeweiligen S-Wert gemäß Anhang 6 der TA Luft 2021 normiert. Die Schornsteinhöhenbestimmung wird anschließend für denjenigen Stoff mit dem höchsten Verhältnis Q/S durchgeführt.

Die Ermittlung der Mindestschornsteinhöhe erfolgt mit BESMIN¹⁹ [8] von Janicke Consulting, das die im Auftrag des Umweltbundesamts bereitgestellte Implementierung des in Anhang 2 Nr. 14 beschriebenen Verfahrens (Ausbreitungsrechnung) für eine einzelne Quelle darstellt.

Als Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnung sind zu verwenden:

d in m	<i>Innendurchmesser des Schornsteins an der Schornsteinmündung;</i>
v in m/s	<i>Geschwindigkeit des Abgases an der Schornsteinmündung;</i>
T in °C	<i>Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung</i>
x in kg/kg	<i>Wasserbeladung (kg Wasserdampf und Flüssigwasser pro kg trockener Luft) des Abgases an der Schornsteinmündung;</i>
Q in kg/h	<i>Emissionsmassenstrom des luftverunreinigenden Stoffes; für karzinogene Fasern die je Zeiteinheit emittierte Faserzahl in 10^6 Fasern/h;</i>
S in mg/m^3	<i>Konzentration des luftverunreinigenden Stoffes, die nicht überschritten werden darf; für karzinogene Fasern die Anzahlkonzentration in Fasern/m^3, die nicht überschritten werden darf.</i>

Für v , T , x und Q sind die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigen Betriebsbedingungen ergeben, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes der Brenn- bzw. Rohstoffe.

Als ungünstigster Betriebszustand ist der Volllastbetrieb bei Ausschöpfung der Emissionsbegrenzungen anzusehen.

¹⁹ Das Programm BESMIN bestimmt die Mindestbauhöhe eines einzelnen Schornsteins so, dass für jede Wettersituation der Maximalwert der bodennahen Konzentration die durch den S-Wert vorgegebene Konzentration (Zahlenwert in mg/m^3) gerade nicht überschreitet. Dabei wird auf die Ergebnisse von Ausbreitungsrechnungen zurückgegriffen, die für jede der in Betracht zu ziehenden Wettersituationen und ein Spektrum von Emissionshöhen für eine passive Punktquelle in ebenem Gelände und ohne Gebäudeeinfluss durchgeführt worden sind.

Wie in Abschnitt 5.1 schon erläutert, sind im vorliegenden Fall wegen der nachgeschalteten Abgasreinigung die als Massenkonzentrationen angegebenen Emissionsgrenzwerte auch bei Betriebssauerstoffgehalten von < 11 Vol.-% (HKW I) bzw. < 8 Vol.-% (HKW II) einzuhalten. Die höchsten zulässigen Emissionsmassenströme bei geringster Überhöhung (ungünstigster Fall) treten daher auf, wenn die Anlage gerade mit einem Sauerstoffgehalt von 11 Vol.-% bzw. 8 Vol.-% betrieben wird.

Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60 Prozent zu Stickstoffdioxid zugrunde zu legen.

Nach dem „Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung“ [11] bzw. der Ergebnisniederschrift über die 102. Sitzung des LAI-Unterausschusses Luft/Technik [12] sind für die Schornsteinhöhenbestimmung die Tagesmittelwerte zugrunde zu legen²⁰. Das wird hier übernommen, auch wenn sich die zitierten Quellen auf die TA Luft 2002 beziehen.

Die Wasserbeladung x (in $\text{kg}_{\text{Wasser}}/\text{kg}_{\text{Rauchgas, trocken}}$) wird aus den in Tabelle 10 angegebenen Abgasvolumenströmen (feucht und trocken), der Dichte des Wasserdampfs bei Normbedingungen (ca. $0,804 \text{ kg/m}^3$) sowie der Dichte des trockenen Abgases bei Normbedingungen (ca. $1,29 \text{ kg/m}^3$) berechnet.

Wesentlicher (höhenbestimmender) Parameter ist derjenige mit dem höchsten Quotienten aus maximal zulässigem Emissionsmassenstrom Q und zugehörigem S -Wert. Für HKW I ist das Stickstoffdioxid.

Für die Berechnung der Schornsteinhöhe von HKW I wird der im zukünftigen Betrieb unter den ungünstigsten Betriebsbedingungen resultierende maximale Emissionsmassenstrom von Stickstoffdioxid (NO_2) mit einem Massenstrom von $14,7 \text{ kg/h}$ herangezogen (ermittelt aus dem Emissionsmassenstrom für NO_x von $22,9 \text{ kg/h}$ gem. Tabelle 12 mit der vorstehend genannten 60%-Konvention zur Umwandlung von Stickstoffmonoxid).

²⁰ 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.

Tabelle 17. Schornsteinhöhe HKW I nach TA Luft 2021, BESMIN [8].

Parameter		Einheit	Stickstoffdioxid
S-Wert für Stoff	S	mg/m ³	0,1
Emissionsmassenstrom NO _x		kg/h	22,9
Emissionsmassenstrom NO ₂ (60 % Konvention)	eq	kg/h	14,7
Innendurchmesser	dq	m	1,4
Austrittsgeschwindigkeit	vq	m/s	38,4 ¹⁾
Austrittstemperatur	tq	°C	150
Wasserbeladung	zq	kg/(kg tr)	0,125
Berechnete Schornsteinhöhe	hb	m	10,3

Die emissionsbedingte mit BESMIN berechnete Schornsteinhöhe ist in Tabelle 17 in der letzten Zeile dargestellt. Ein Screenshot der Programmausgabe (BESMIN) ist in Anhang B enthalten.

6.4 Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 TA Luft (Einzelkamin)

Nach Nr. 5.5.2.3 der TA Luft ist die nach Abschnitt 6.3 (Nummer 5.5.2.2 TA Luft) bestimmte Schornsteinhöhe gemäß den folgenden Absätzen zu korrigieren, wenn die Anströmung des Schornsteins durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird.

„Maßgeblich für die Verdrängung des Windfeldes durch Bebauung oder Bewuchs ist das Innere eines Kreises um den Schornstein mit dem Radius der 15-fachen Schornsteinhöhe gemäß Nummer 5.5.2.2, mindestens aber mit dem Radius 150 m.

Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der 5 Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Einzelstehende höhere Objekte werden hierbei nicht berücksichtigt. Soweit ein solcher Bereich vorliegt, ist die in Nummer 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe um diese Höhe zu erhöhen.“

Die mit BESMIN ermittelte Schornsteinhöhe *hb* beträgt 10,3 m (s. Tabelle 17 in Kap. 6.3). Es wird die kreisförmige Fläche um den Schornstein mit einem Radius von $hb \times 15 = 154,5$ m bzw. betrachtet. Dieser Kreis beinhaltet das Anlagengelände sowie Teile des Hafen- bzw. Industriegebietes (vgl. Abbildung 9).

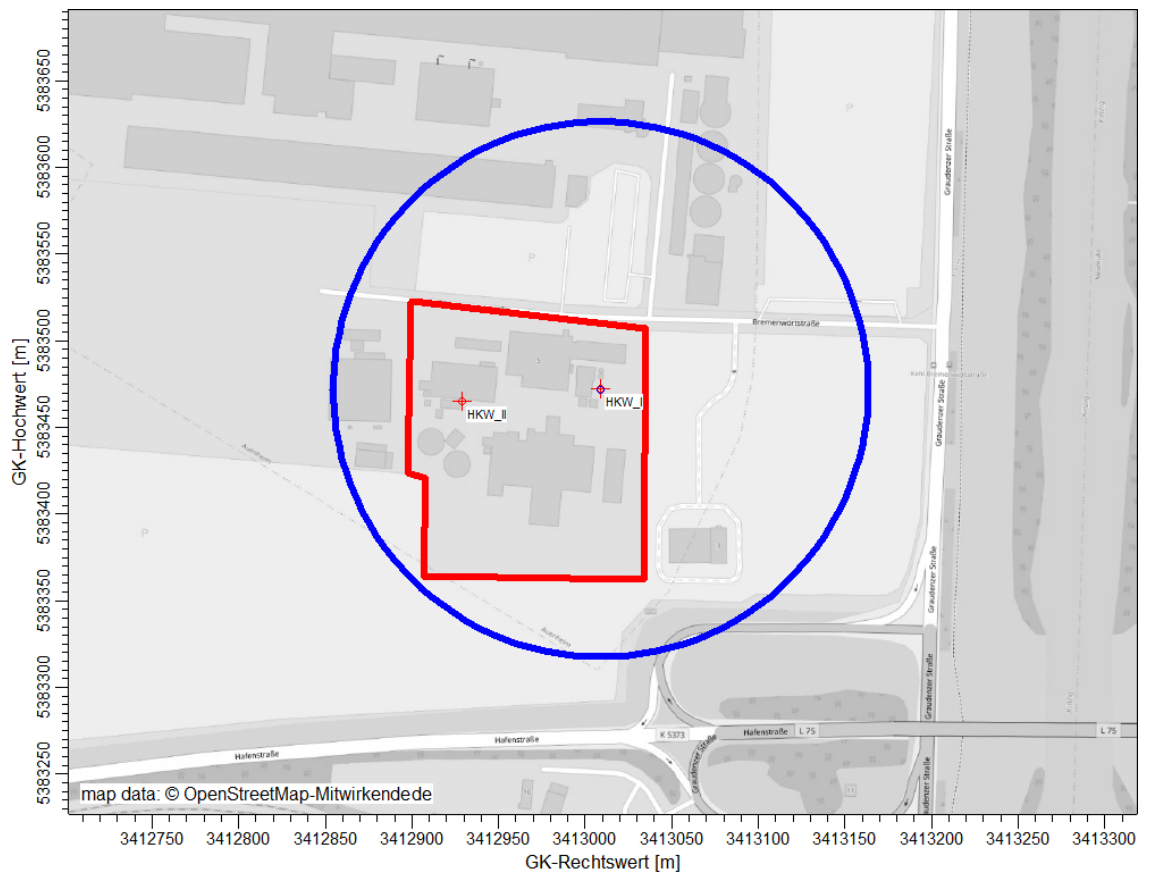


Abbildung 9. Beurteilungsgebiet (BESMIN) um den bestehenden Schornstein mit einem Radius $R = 15 \times hb$ (blauer Kreis) der Anlagenstandort ist rot umrandet. Kartengrundlage: © OpenStreetMap [36].

Bei den maßgeblichen Gebäuden handelt es sich um die umliegenden Anlagengebäude und Hallen der B E B mit Höhen zwischen wenigen Metern und knapp 36 m sowie um die Gebäude der nördlich gelegenen Papierfabrik, deren Höhen im zu berücksichtigenden Bereich zwischen ca. 18 m und 25 m betragen.

Die mittlere Höhe der vorhandenen Bebauung wird auf Basis vorliegender Informationen mit 20 m über Grund angesetzt.

Die ermittelte Schornsteinhöhe von 10,3 m über Grund wird um einen Zusatzbetrag für Bebauung und Bewuchs (Z_{BB}) um 20 m auf 30,3 m über Grund erhöht.

6.5 Berücksichtigung von unebenem Gelände gemäß Nr. 5.5.2.3 (Einzelkamine)

Liegt die Schornsteinmündung in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes, ist die ermittelte Schornsteinhöhe bei unebenem Gelände zudem wie folgt zu korrigieren:

In unebenem Gelände wird der Schornstein mit der nach Nummer 5.5.2.2 bestimmten, gegebenenfalls um Bebauung und Bewuchs korrigierten Schornsteinhöhe betrachtet.

Liegt der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet, über der Horizontalen und ist sein Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten Richtungssektor größer als 15 Grad, so ist die Schornsteinhöhe so weit zu erhöhen, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15 Grad ist.“

Das Gelände im Umfeld der Anlage ist im vorliegenden Fall nur gering strukturiert. Aus der Geländestruktur ergeben sich daher keine zusätzlichen Anforderungen.

6.6 Zusammenfassung Schornsteinhöhen (Einzelkamin)

In der nachfolgenden Tabelle ist die Kaminhöhen im Bestand sowie die in den Kapiteln 6.2 bis 6.5 berechneten Ableithöhen zusammengefasst. Die maßgebliche Höhe ist fett dargestellt.

Tabelle 18. Ableithöhen im Bestand und entsprechend den Anforderungen der Nr. 5.5 TA Luft 2021 unter Berücksichtigung der Einzelkamine.

Kamin-ID	Kaminhöhe (Bestand)	Schornsteinhöhe berechnet				
		baulich bedingt	umgebungsbedingt Bezugsniveau	emissionsbedingt Einzelkamin	umgebungsbedingt Bebauung/ Bewuchs	umgebungsbedingt Gelände
		[m ü. Grund] (Kap. 6.2.2)	[m ü. Grund] (Kap.6.2.3)	[m ü. Grund] (Kap. 6.3)	[m ü. Grund] (Kap. 6.4)	[m ü. Grund] (Kap. 6.5)
HKW I	60	42,2	8,8	10,3	30,3	-

6.7 Bestimmung der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)

Bei mehreren Schornsteinen der Anlage ist die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nummer 5.5.2.2 durch Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine zu prüfen.

Neben der von der Änderung betroffenen Emissionsquelle, gibt es an der Anlage eine weitere Emissionsquellen (Schornstein HKW II), welche für diese Prüfung in Frage kommt.

Unter Berücksichtigung dieser geplanten und bestehenden Quellen der Anlage wird mit BESMAX²¹ [9] die Einhaltung des jeweiligen S-Wertes gemäß Anhang 6 der TA Luft 2021 für die vorliegend relevanten Luftschadstoffe geprüft. Für die bestehenden Schornsteine wird hierbei gemäß Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 der halbe Emissionsmassenstrom berücksichtigt.

²¹ Das Programm BESMAX berechnet für eine oder mehrere benachbarte Punktquellen die maximale stündliche bodennahe Konzentration (Mittelwert über die untersten drei Meter) eines emittierten Stoffes. Dabei wird auf die Ergebnisse von Ausbreitungsrechnungen zurückgegriffen, die für jede der in Betracht zu ziehenden Wettersituationen und ein Spektrum von Emissionshöhen für eine passive Punktquelle in ebenem Gelände, ohne Gebäudeeinfluss und ohne Deposition, durchgeführt worden sind.

In Nr. 5.5.2.2 der TA Luft 2021 ist nicht konkretisiert, welche Höhen hb der Bestandskamine in BESMAX Berücksichtigung finden sollen. Um eine Kontinuität zur Bestimmung von hb mit BESMIN für die Einzelkamine gemäß Nr. 5.5.2.2 der TA Luft 2021 zu erreichen und da u. a. die Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs erst in der darauffolgenden Nr. 5.5.2.3 der TA Luft 2021, d. h. nach Einbezug der Bestandsquellen thematisiert wird, wird davon ausgegangen, dass die Höhen hb der Bestandskamine in BESMAX ohne Berücksichtigung des Zusatzbetrages für Bebauung und Bewuchs (Z_{BB}) angegeben werden sollen.

Infolgedessen werden als Höhe hb für die Bestandskamine die Bauhöhen abzüglich der für die jeweiligen Bestandskamine bestimmten Zusatzbeträge für Bebauung und Bewuchs (Z_{BB}) angegeben. Im Sinne einer einheitlichen Betrachtungsweise für die geplanten und bestehenden Kamine wird es weiterhin als fachlich sinnvoll angesehen, auch für die Bestandskamine – unabhängig von vorherigen Schornsteinhöhenauslegungen – gemäß TA Luft 2021 bestimmte Z_{BB} heranzuziehen.

Im vorliegenden Fall liegen für die Bestandskamine keine Bestimmungen für Z_{BB} gemäß TA Luft 2021 vor. Um diese zu ermitteln, werden daher analog zu den geplanten Kaminen jeweils die Höhen hb mit BESMIN und darauf aufbauend die Zusatzbeträge für Bebauung und Bewuchs (Z_{BB}) ermittelt. Dabei werden für Bestandskamine die maximal zulässigen Emissionen angesetzt. Die in BESMIN für die Bestandskamine berücksichtigten Parameter (vgl. Kap. 6.3) können – mit Ausnahme des zu verdoppelnden Emissionsmassenstroms²² – Tabelle 20 entnommen werden.

Ein Screenshot der Programmausgabe (BESMIN) ist in Anhang B enthalten. Für die sich ergebende Höhe hb von 8,7 m ergibt sich Z_{BB} ebenfalls zu 20 m. Die Resultate sind in Tabelle 19 zusammengestellt. Die in BESMAX anzusetzende Höhe für HKW II ergibt sich aus der vorhandenen Höhe abzgl. Z_{BB} zu 25 m.

Tabelle 19. Schornsteinhöhe für HKW II nach TA Luft 2021 gem. BESMIN [8], Zusatzbetrag für Bebauung und Bewuchs sowie Bauhöhe für bestehenden Kamin.

Parameter		Einheit	HKW II
Bestehende Schornsteinhöhe		m	45
Berechnete Schornsteinhöhe	hb	m	8,7
Zusatzbetrag für Bebauung und Bewuchs	Z_{BB}	m	20

²² Für die bestehenden Schornsteine wird bei BESMAX der halbe Emissionsmassenstrom berücksichtigt, aber für die Betrachtung mit BESMIN ist der unveränderte Emissionsmassenstrom maßgeblich.

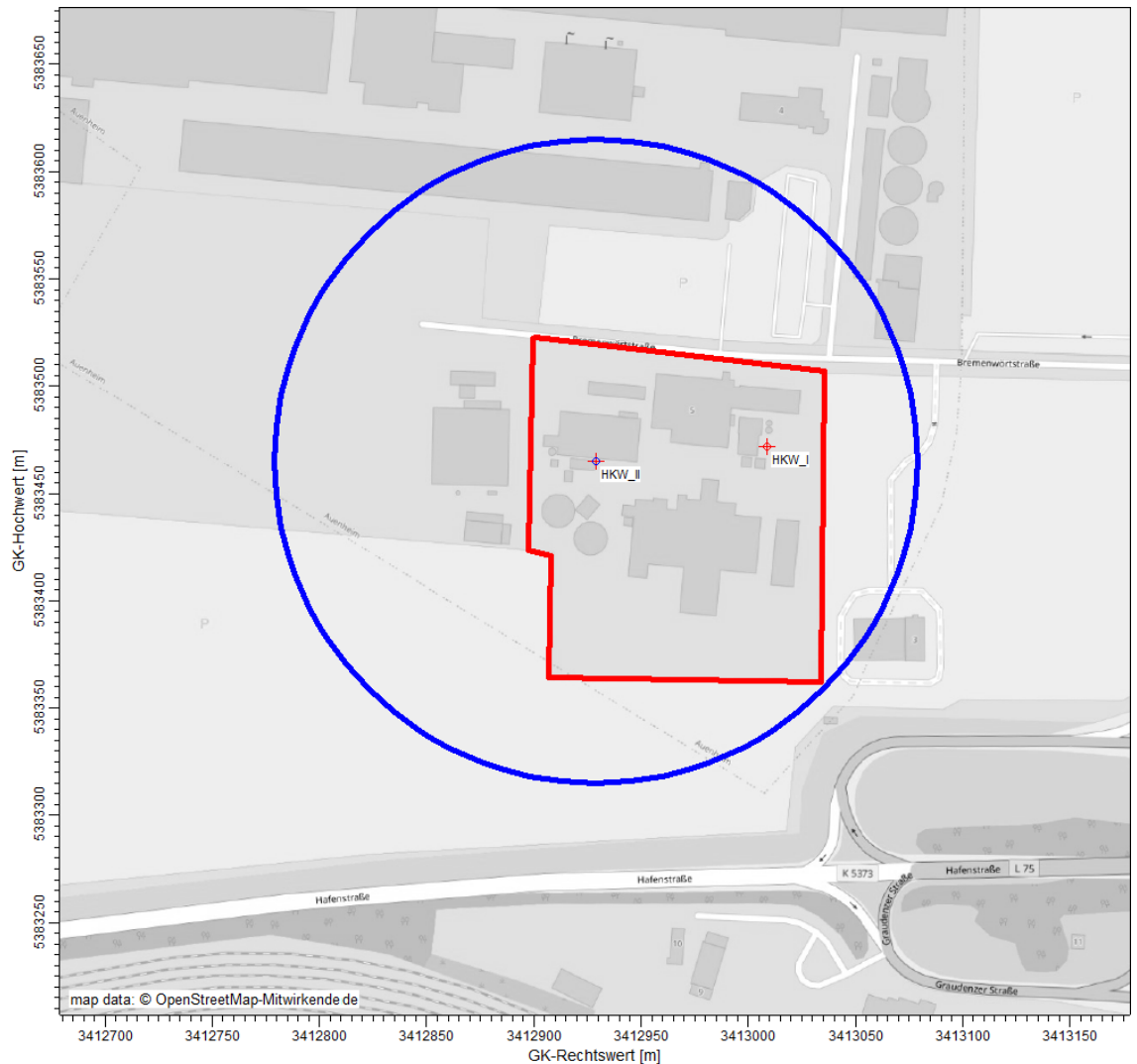


Abbildung 10. Beurteilungsgebiet (BESMIN) um bestehenden Kamin (HKW II) mit einem Radius $R = 150$ m (blauer Kreis); der Anlagenstandort ist rot umrandet. Kartengrundlage: © OpenStreetMap [36].

Die Eingangsgrößen für die Emissionsquellen analog Kap. 5.1 bzw. Kap. 6.3 sowie die berechneten maximalen Konzentrationen können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Bei einer Ableithöhe für HKW I von 10,5 m wird demnach der S-Wert für NO_2 eingehalten.

Ein Screenshot der Programmausgabe (BESMAX) ist in Anhang B enthalten.

Tabelle 20. Schornsteinhöhe nach TA Luft 2021, BESMAX [9].

Parameter	Einheit		HKW I	HKW II
Status			zu prüfen	bestehend
Emissionsmassenstrom				
Stickstoffdioxid	<i>eq</i>	kg/h	14,7	2,0 ¹⁾
x-Koordinate	<i>xq</i>	m	34 13 009	34 12 929
y-Koordinate	<i>yq</i>	m	53 83 472	53 83 465
Schornsteinbauhöhe	<i>hb</i>	m	10,5 ²⁾	25 ³⁾
Innendurchmesser	<i>dq</i>	m	1,4	1,1
Austrittsgeschwindigkeit	<i>vq</i>	m/s	38,4 ⁴⁾	17,2 ⁴⁾
Austrittstemperatur	<i>tq</i>	°C	150	130
Wasserbeladung	<i>zq</i>	kg/(kg tr.)	0,125	0,161
<i>Stoff/Stoffgruppe</i>			Stickstoffdioxid	
S-Wert für Stoff	<i>S</i>	mg/m ³		0,10
Max. Konzentrationswert	<i>cm</i>	mg/m³		0,10

- 1) Für den bestehenden Schornstein wird gemäß Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 der halbe Emissionsmassenstrom berücksichtigt.
- 2) Iterativ mit BESMAX ermittelte Schornsteinhöhe.
- 3) Bestehende Schornsteinhöhe abzüglich Z_{BB} für den Schornstein.

6.8 Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)

Die mit BESMAX iterativ ermittelte Schornsteinhöhe hb für die geänderte Quelle HKW I weicht von der mit BESMIN berechneten Schornsteinhöhe hb geringfügig ab (s. Kap. 6.3). Eine weitere Bestimmung des Zusatzbetrags für Bebauung und Bewuchs (Z_{BB}) ist daher formal erforderlich. Es wird die kreisförmige Fläche um den Schornstein mit einem Radius von $hb \times 15 = 157,5$ m betrachtet. Dieser Kreis beinhaltet das Anlagengelände sowie Teile des Hafens- bzw. Industriegebietes (vgl. Abbildung 11).



Abbildung 11. Beurteilungsgebiet (BESMAX) um den Kamin des HKW I mit einem Radius $R = 15 \times hb$ (blauer Kreis); der Anlagenstandort ist rot umrandet. Kartengrundlage: © OpenStreetMap [36].

Bei den maßgeblichen Gebäuden handelt es, analog zur Betrachtung in Kap. 6.4, sich um die umliegenden Anlagegebäude und Hallen des HKW sowie der Papierfabrik.

Die mittlere Höhe der vorhandenen Bebauung wird auf Basis vorliegender Informationen mit 20 m über Grund angesetzt.

Die ermittelte Schornsteinhöhe von 10,5 über Grund wird um einen Zusatzbetrag für Bebauung und Bewuchs (Z_{BB}) um 20 m auf 30,5 m über Grund erhöht.

6.9 Berücksichtigung von unebenem Gelände gemäß Nr. 5.5.2.3 (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)

Das Gelände im Umfeld der Anlage ist im vorliegenden Fall nur gering strukturiert. Aus der Geländestruktur ergeben sich daher keine zusätzlichen Anforderungen.

6.10 Zusammenfassung Schornsteinhöhen (Kamine Gesamtanlage/ Überlagerung)

In der nachfolgenden Tabelle sind die in den Kapiteln 6.7 bis 6.9 berechneten Ableithöhen für HKW I zusammengefasst. Die maßgebliche Höhe ist fett dargestellt.

Tabelle 21. Ableithöhen im Bestand und entsprechend den Anforderungen der Nr. 5.5 TA Luft 2021 unter Berücksichtigung der Kamine der Gesamtanlage.

Kamin-ID	Kaminhöhe (Bestand) [m ü. Grund]	Schornsteinhöhe berechnet		
		emissions- bedingt Kamine Gesamtanlage (Kap. 6.7) [m ü. Grund]	umgebungs- bedingt Bebauung/Bewuchs (Kap. 6.8) [m ü. Grund]	umgebungs- bedingt Gelände (Kap. 6.9) [m ü. Grund]
HKW I	60	10,5	30,5	-

6.11 Fazit Schornsteinhöhe HKW I

Maßgeblich ist die größte, mit den vorstehenden Berechnungen für HKW I ermittelte Ableithöhe.

Demnach ist die in Abschnitt 6.2.2 nach Nummer 5.5.2.1 TA Luft bzw. nach Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) bestimmte Schornsteinhöhe von **42,2 m über Grund** die erforderliche Bauhöhe.

Sie darf durch die tatsächliche Bauhöhe um maximal 10 Prozent überschritten werden. In begründeten Fällen kann die zuständige Behörde größere Schornsteinbauhöhen zulassen. Insbesondere ist bei einer Änderungsgenehmigung die weitere Verwendung eines bestehenden Schornsteins zulässig, dessen tatsächliche Bauhöhe die erforderliche Bauhöhe überschreitet. Letzteres ist vorliegend der Fall. In den Ausbreitungsrechnungen wird daher für HKW I die **vorhandene Bauhöhe von 60 m über Grund** berücksichtigt.

7 Meteorologische Eingangsdaten

7.1 Auswahlkriterien und Eignung

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung ist nach Anhang 2, Nr. 9 TA Luft 2021 eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung zu verwenden, die für den Ort im Rechengebiet, an dem die meteorologischen Eingangsdaten für die Berechnung der meteorologischen Grenzschichtprofile vorgegeben werden, charakteristisch ist. Die Daten sollen für ein mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Sofern im Rechengebiet keine nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 21 (Ausgabe März 2017) geeignete Messstation vorliegt, sind nach Anhang 2, Nr. 9 TA Luft 2021 andere geeignete Daten zu verwenden:

- a) Daten einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes oder einer anderen nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 21 (Ausgabe März 2017) ausgerüsteten und betriebenen Messstation, deren Übertragbarkeit auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) geprüft wurde,

oder
- a) Daten, die mit Hilfe von Modellen erzeugt wurden. Die Eignung und Qualität der eingesetzten Modelle sowie die Repräsentativität des Datensatzes für den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten sind nachzuweisen.

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung wird entsprechend den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft 2021 eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung verwendet.

Die meteorologischen Daten der Station in Kehl (LUBW-Station DEBW022.) können im vorliegenden Fall verwendet werden, da die Station mit einem Abstand zur Anlage von ca. 1,4 km innerhalb des Rechengebietes liegt. Gemäß der im Anhang beiliegenden Dokumentation [32] ist das Jahr 2015 als repräsentativ für den Bezugszeitraum: 2012-2021 anzusehen.

Aus gutachtlicher Sicht ist der verwendete Datensatz für das aktuelle repräsentative Jahr 2015 [33] in Verbindung mit der diagnostischen Windfeldbibliothek eine geeignete Datenbasis für die vorliegende gutachtliche Untersuchung.

7.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten

Abbildung 12 zeigt die Windrichtungshäufigkeitsverteilung der LUBW-Station Kehl. Die Windrose weist ein Maximum für Windrichtungen aus südlichen Richtungen auf. Ein Nebenmaximum ergibt sich für Windrichtungen aus nördlichen Richtungen. Höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an die südlichen und Windrichtungen gekoppelt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit im repräsentativen Jahr beträgt ca. 2,6 m/s.

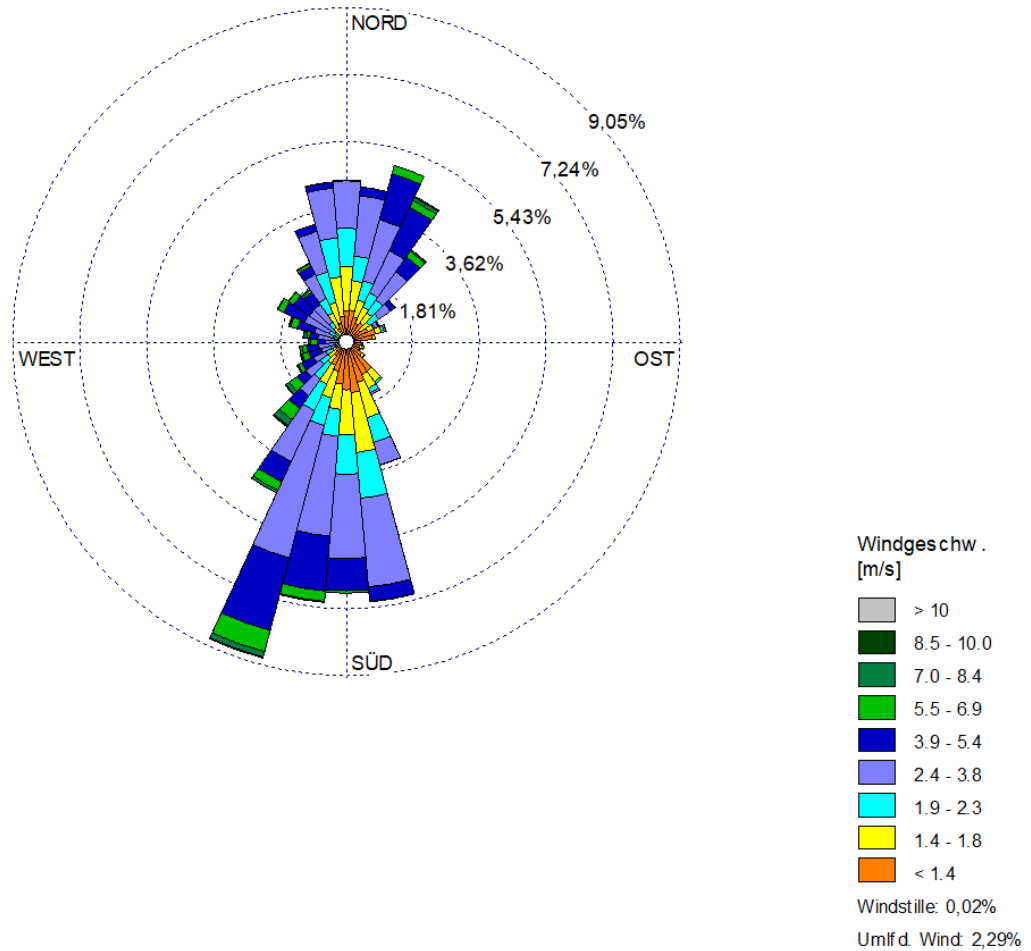


Abbildung 12. Windrichtungshäufigkeitsverteilung, Kehl, 2015 [33].

Abbildung 13 zeigt die Windgeschwindigkeitsverteilung sowie die Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach TA Luft 2021 für das Jahr 2015. Stabile Schichtungen der Atmosphäre (Klasse I und Klasse II) treten in 36,9 % der Jahresstunden auf. Die Häufigkeit von Windstillen und Schwachwinden (Windgeschwindigkeit < 1,4 m/s) sowie umlaufender Winde beläuft sich auf ca. 2,3 % der Jahresstunden.

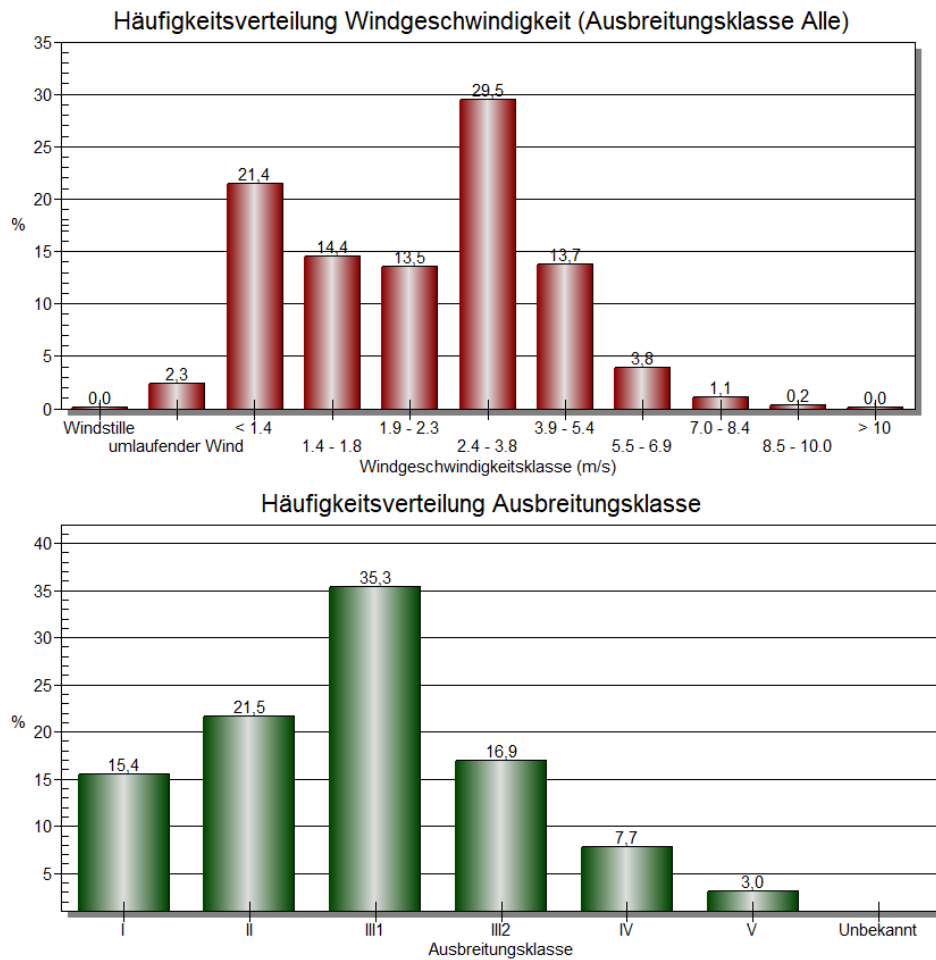


Abbildung 13. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und der Ausbreitungsklassen, Kehl, 2015 [33].

Die Anemometerposition wurde auf die folgenden Koordinaten platziert und entspricht somit den Koordinaten der Messtation:

x-Koordinate: 32U 411 659, y-Koordinate: 53 81 258. ²³

Niederschlagsdaten

Für die Berechnung der „nassen“ Deposition wurde eine standortspezifische Niederschlagszeitreihe für das repräsentative Jahr 2015 über das Programm AustalView vom Umweltbundesamt bezogen. Der damit effektiv in den Ausbreitungsrechnungen abgebildete Jahresniederschlag beträgt 790 mm in 746 Stunden.

²³ Die entsprechenden GK-Koordinaten lauten: Rechtswert 3411700, Hochwert 5382972.

Einfluss möglicher Kaltluftabflüsse

Aufgrund der gering strukturierten Orographie, der durch bebaute Flächen sowie den Flusslauf des Rheins geprägten Umgebung und der Ableitbedingungen (Schornsteinhöhe und Auftrieb) sind am Standort keine Kaltlufteinflüsse zu erwarten, die für die Ausbreitung der Luftschadstoffe aus dem Betrieb der Anlage von Relevanz wären.

8 Transmission

8.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das Untersuchungsgebiet nach TA Luft ist als das Innere eines Kreises um den Schornstein definiert, dessen Radius nach Anhang 2, Nr. 8 der TA Luft das 50-fache der Schornsteinbauhöhe beträgt. Im vorliegenden Fall beträgt die Schornsteinbauhöhe des HKW I 60 m, woraus sich ein Untersuchungsgebiet mit einem Radius von 3,0 km um den Schornstein ergibt.

Als Rechengebiet wurde ein Rechteck mit Kantenlängen von ca. 6,4 km × 6,7 km festgelegt, welches das kreisförmig definierte Gebiet gemäß TA Luft beinhaltet. Es genügt damit den Anforderungen der TA Luft 2021. Das Immissionsmaximum kann gem. Anforderung der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 [14] im Rechengebiet abgebildet werden.

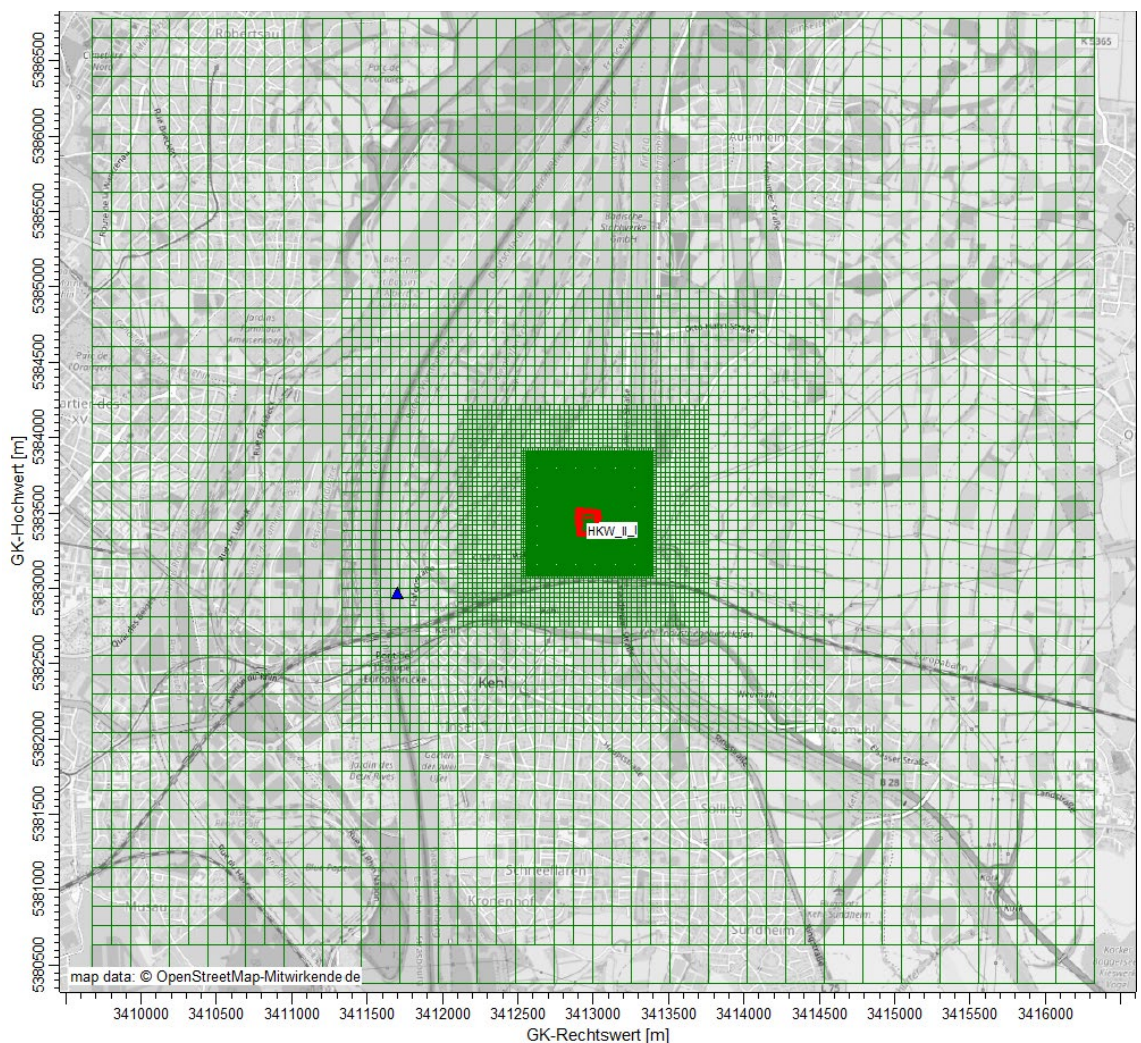


Abbildung 14. Rechengebiet und Rechengitter der Ausbreitungsrechnung (grün), Anlagenstandort (rot umrandet) und Anemometerposition (blaues Dreieck). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

Es wurde ein 7fach geschichtetes Rechengitter mit Gitterweiten von 4 m bis 256 m verwendet. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden 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.

8.2 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 in Anhang 2 der TA Luft 2021 mit dem Landbedeckungsmodell Deutschland (LBM-DE) zu bestimmen.

Die Rauigkeitslänge wurde programmintern gemäß TA Luft 2021 für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festgelegt, deren Radien jeweils das 15fache der Bauhöhen der Schornsteine betragen. Die automatische Berechnung der Rauigkeitslänge bei Schornsteinhöhen zwischen 45,0 m und 60,0 m ergibt einen Wert von $z_0 = 0,50$ m (gerundet auf den nächstgelegenen Tabellenwert). Eine wesentliche Änderung in der Landnutzung gegenüber der Erhebung des Katasters kann nicht festgestellt werden.

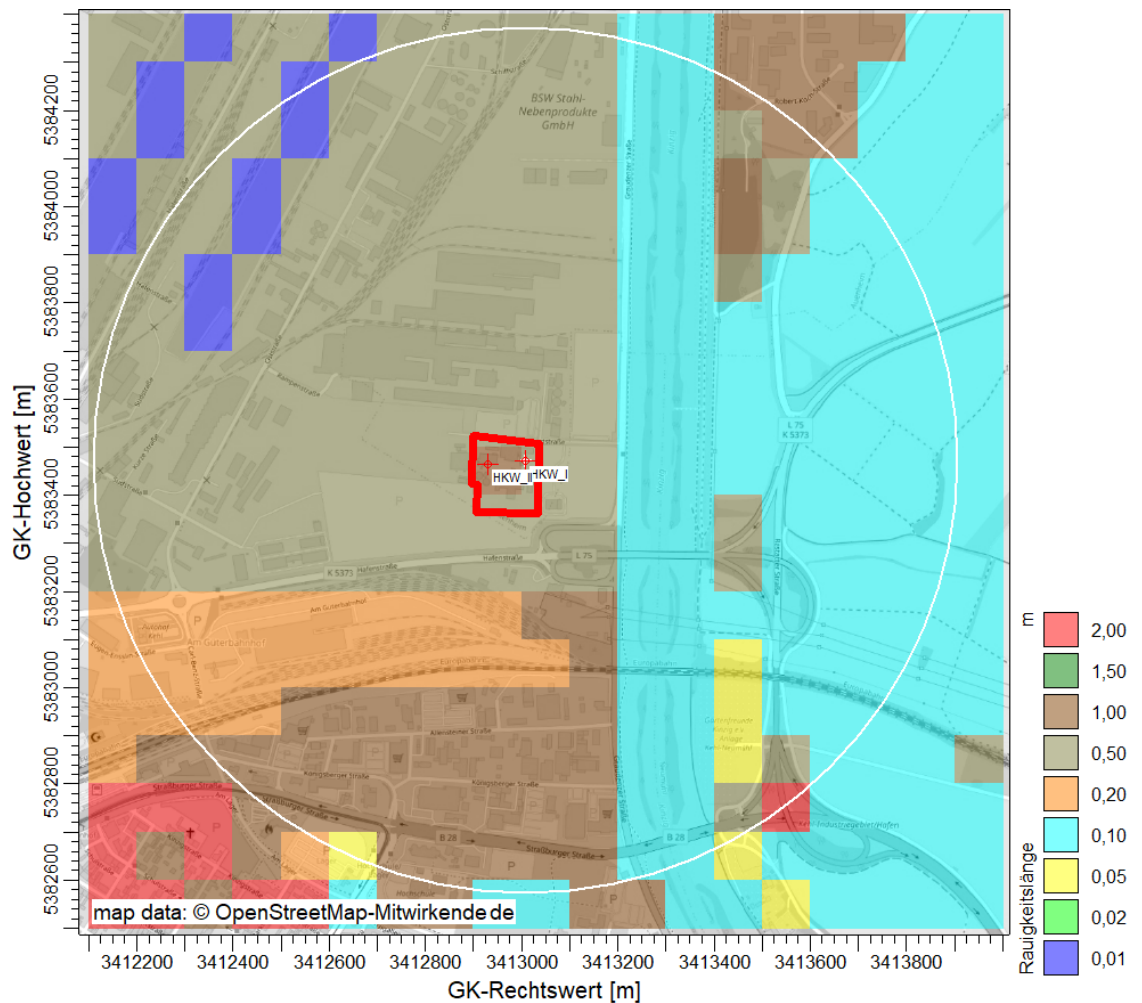


Abbildung 15. Rauigkeitslänge im Umkreis von 900 m (weißer Kreis) um den Anlagenstandort. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

8.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

8.3.1 Bebauung

Bei der Berücksichtigung der Bebauung im Rahmen der Ausbreitungsrechnung ist zunächst der Wirkungsbereich potenzieller Strömungshindernisse im Verhältnis zur Schornsteinbauhöhe zu ermitteln. Gemäß TA Luft 2021 (Anhang 2, Nr. 11) sind bei dieser Prüfung, ob und in welcher Art Gebäude zu berücksichtigen sind, alle Gebäude, deren Abstand von der jeweiligen Emissionsquelle geringer ist als das 6fache ihrer Höhe, in die weitere Prüfung mit einzubeziehen.

Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der quellnahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen, siehe Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mithilfe des im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 [19] dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden.

Anderenfalls sollte hierfür der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung, das den Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (Ausgabe Mai 2017) genügt, geprüft werden.

Sofern die Gebäudegeometrie in einem diagnostischen oder prognostischen Windfeldmodell auf Quaderform reduziert wird, ist als Höhe des Quaders die Firsthöhe des abzubildenden Gebäudes zu wählen.

Im Rahmen der durchgeführten Ausbreitungsrechnungen wurden die Gebäude und Strömungshindernisse im direkten Anlagenumfeld (s. Abbildung 16) mit dem im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 dokumentierten diagnostischen Windfeldmodell für Gebäudeumströmung berücksichtigt.

Die explizit in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigten Gebäude sind in der folgenden Abbildung 16 dargestellt.

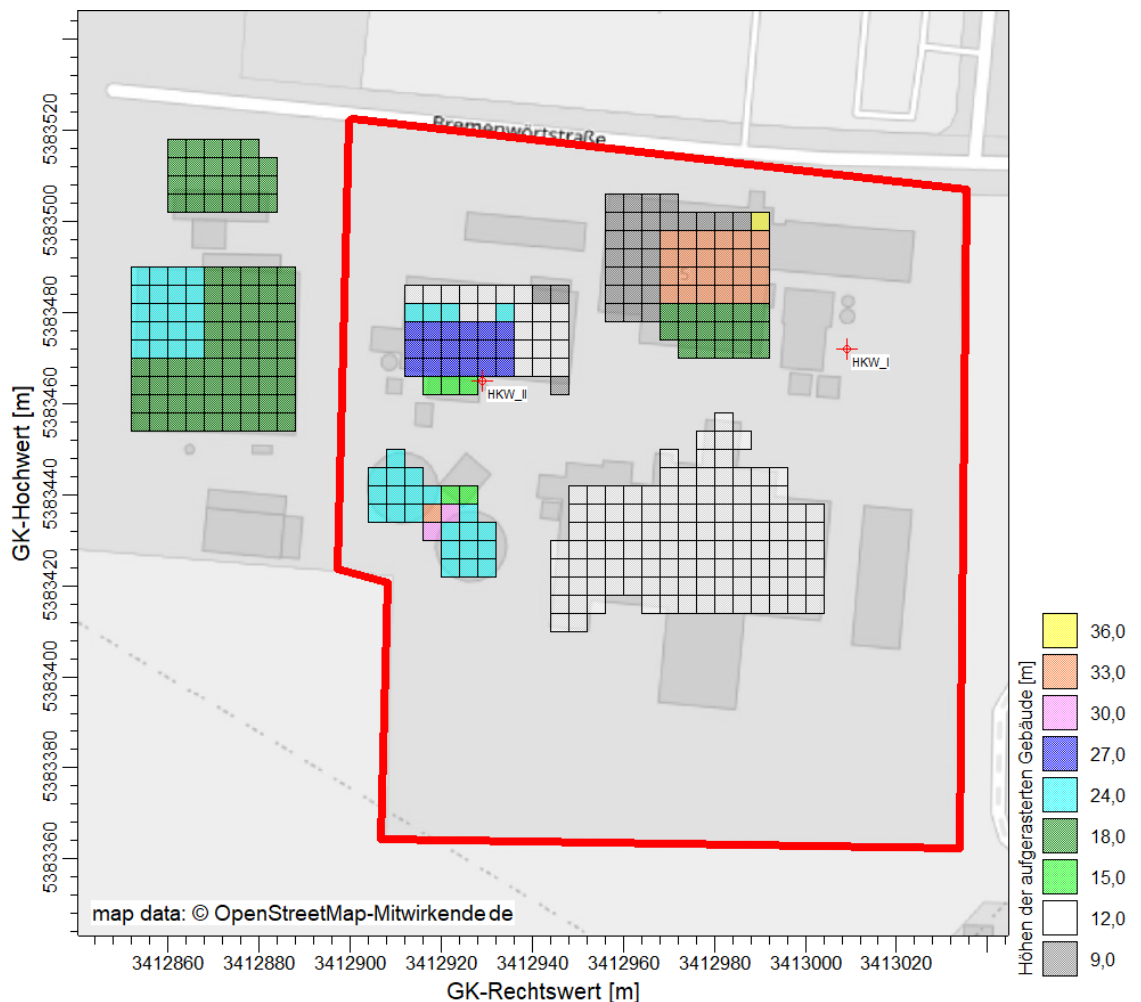


Abbildung 16. Rasterdarstellung der explizit berücksichtigten Gebäude. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

8.3.2 Gelände

Einflüsse von Geländeunebenheiten auf die Ausbreitungsbedingungen sind gemäß TA Luft 2021 (Anhang 2, Nr. 12) zu berücksichtigen, wenn im Rechengebiet Geländesteigungen von mehr als 1 : 20 und Höhendifferenzen von mehr als der 0,7fachen Schornsteinbauhöhe auftreten. Hierzu kann i. d. R. das im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 200 43 256 [19] dokumentierte mesoskalige diagnostische Windfeldmodell eingesetzt werden, solange die Steigungen Werte von 1 : 5 nicht überschreiten und Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können. Sind die genannten Bedingungen nicht erfüllt, können die Geländeunebenheiten in der Regel mit Hilfe eines prognostischen mesoskaligen Windfeldmodells berücksichtigt werden, das den Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 (Ausgabe Mai 2017) entspricht. Dabei sind die Verfahrensregeln der Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 (Ausgabe Juni 2015)²⁴ zu beachten.

Das Gelände im Rechengebiet ist weitgehend eben. Kleinere Erhebungen sind nur vereinzelt vorhanden, wobei die Höhenunterschiede gegenüber dem Standort nur einige Meter und damit weniger als das 0,7fache der Schornsteinbauhöhen betragen. Geländesteigungen von mehr als 1 : 20 treten im Rechengebiet nicht auf. Auf die Berücksichtigung des Einflusses von Geländeunebenheiten kann somit verzichtet werden und es wird mit ebenem Gelände gerechnet.

Es kann daher mit dem in AUSTAL implementierten diagnostischen Modell TALdia gearbeitet werden.

8.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm AUSTAL [17] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft 2021 (Anhang 2) [5] sowie der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 [16] genügt. Als Benutzeroberfläche wurde AustalView [18] eingesetzt.

8.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Mit der Wahl der Qualitätsstufe 2 (entspricht einer Teilchenrate = 8 s^{-1}) bei der Ausbreitungsrechnung wurde sichergestellt, dass im beurteilungsrelevanten Gebiet außerhalb des Werksgeländes die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Immissions-Jahreskennwert weniger als 3 Prozent des Immissions-Jahreswertes betragen hat²⁵.

²⁴ Diese Ausgabe wurde zurückgezogen und ersetzt durch Ausgabe Oktober 2020.

²⁵ Das ist nicht die in der austal.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.

8.6 Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung

8.6.1 Chemische Umwandlung von NO zu NO₂

Bei der Berechnung der Konzentration von NO₂ ist die chemische Umsetzung von NO zu NO₂ über die Umsetzungsraten von VDI 3782 Blatt 1 [13] zu berücksichtigen. Hierzu wurden für die Ausbreitungsrechnung die Emissionsmassenströme von NO und NO₂ getrennt vorgegeben.

8.6.2 Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind die trockene Deposition (= Anhaften eines Staubteilchens, sobald es eine Oberfläche berührt) und ggf. Sedimentation (= Absinken der Staubteilchen aufgrund der Schwerkraft) zu berücksichtigen sowie ferner die nasse Deposition aufgrund der Auswaschung durch Regenniederschlag.

Auch gasförmige Luftschadstoffe können der trockenen (durch verschiedene Wechselwirkungen mit der Oberfläche) und nassen Deposition unterliegen.

Die Auswaschrates Λ wird wie folgt parametrisiert:

$$\Lambda = \lambda \times \left(\frac{l}{l_0} \right)^\kappa \quad (5)$$

Es bedeuten:

Λ	Auswaschrates
λ	Auswaschfaktor
$l; l_0$	Niederschlagsintensität; l_0 gleich 1 mm/h
κ	Auswaschexponent

Zur Berechnung der resultierenden Depositionen sowie Stoffeinträge werden entsprechend der TA Luft 2021 (Anhang 2, Nrn. 3 und 4) die folgenden stoffspezifischen Parametrisierungen und Eingangsdaten angesetzt:

Tabelle 22. Stoffspezifische Parametrisierungen des trockenen Depositions-, Sedimentations- und Auswaschverhaltens in der Ausbreitungsrechnung gem. Anhang 2, Nrn. 3 und 4 TA Luft.

Stoff	Auswaschfaktor λ in 1/s	Auswaschexponent κ	Depositionsgeschwindigkeit v_d in m/s	Sedimentationsgeschwindigkeit v_s in m/s
<i>Gase</i>				
Ammoniak NH ₃	$1,2 \times 10^{-4}$	0,6	0,01	-
Schwefeldioxid SO ₂	$2,0 \times 10^{-5}$	1,0	0,01	-
Stickstoffmonoxid NO	-	-	0,0005	-
Stickstoffdioxid NO ₂	$1,0 \times 10^{-7}$	1,0	0,003	-
Quecksilber (elementar) Hg	-	-	0,0003	-
Quecksilber (oxidiert) Hg	$1,0 \times 10^{-4}$	0,7	0,005	-
<i>Stäube</i>				
Staub Klasse 1	$0,3 \times 10^{-4}$	0,8	0,001	0,00
Staub Klasse 2	$1,5 \times 10^{-4}$	0,8	0,01	0,00
Staub Klasse 3	$4,4 \times 10^{-4}$	0,8	0,05	0,04
Staub Klasse 4	$4,4 \times 10^{-4}$	0,8	0,20	0,15

Für Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser größer als 10 µm ist – sofern die Korngrößenverteilung nicht näher bekannt ist (Staub der Klasse pm-u) – für v_s der Wert 0,06 m/s, für v_d der Wert 0,07 m/s, für λ der Wert $4,4 \times 10^{-4}$ 1/s und für κ der Wert 0,8 zu verwenden.

Die Berechnung der Schadstoffdepositionen erfolgt flächenhaft im Untersuchungsgebiet. Zur Ermittlung der Stickstoffdeposition und Säureeinträge werden die berechneten NO-, NO₂- und SO₂- sowie NH₃-Depositionen entsprechend den Atom- und Molekularmassen in Stickstoff- und Schwefeldepositionen umgerechnet. Als Ergebnis resultieren Stoffeinträge für Stickstoff (N) (= Stickstoffdeposition) und Schwefel (S), die umgerechnet als Säureäquivalente (in eq N+S/(ha × a)) addiert den Säureeintrag ergeben.

9 Immission/Darstellung der Ergebnisse

9.1 Vorbemerkung

Entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 5.3 werden folgende Ergebnisse dargestellt bzw. ausgewertet:

- Die prognostizierten **Gesamtzusatzbelastungen** im zukünftigen Betrieb für die Komponenten Stickstoffdioxid NO₂, Schwefeldioxid SO₂, Fluor F²⁶, Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5} und Staubbiederschlag werden den Irrelevanzkriterien der Nr. 4.1 TA Luft gegenübergestellt. Dies erfolgt in Abschnitt 9.2. Grundlage ist die Ausbreitungsrechnung für den zukünftigen Betrieb („Plan“). Die Protokoll-datei des Rechenlaufs befindet sich in Anhang C.
- Die prognostizierten **Zusatzbelastungen** an den Messpunkten MP1 und MP2 für die Schwermetalle (Hg, Cd, Tl, Pb, Ni, As, etc.), Benzo(a)pyren und Dioxine/Furane werden dahingehend geprüft, ob sie als vernachlässigbar eingestuft werden können. Dies erfolgt in Abschnitt 9.3. Zur Ermittlung der Zusatzbelastungen wird neben der Ausbreitungsrechnung für den zukünftigen Betrieb („Plan“) eine zweite für den bisherigen Betrieb („Ist“) durchgeführt. Die Protokoll-datei des Rechenlaufs befindet sich ebenfalls in Anhang C.

9.2 Immissions-Gesamtzusatzbelastung IJGZ im zukünftigen Betrieb

9.2.1 Räumliche Verteilung der Gesamtzusatzbelastungen

Die Gesamtzusatzbelastung (durch HKW I und HKW II) im Jahresmittel im zukünftigen Betrieb wird für die Komponenten Stickstoffdioxid NO₂, Schwefeldioxid SO₂, Fluor F²⁷, Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5} und Staubbiederschlag ermittelt, und den Irrelevanzkriterien der Nr. 4.1 TA Luft gegenübergestellt, s. Abschnitt 5.3.

Die Verteilung der mittleren jährlichen Immissionen entspricht im Wesentlichen der Windrichtungshäufigkeitsverteilung. Dies gilt qualitativ für alle Schadstoffe. Unterschiede im Verteilungsmuster ergeben sich aus den Eigenschaften der jeweiligen Stoffe (z. B. primär emittierte oder durch chemische Umwandlung während des Transports z. T. neu entstehende Stoffe wie NO₂).

In den nachfolgenden Abbildungen wird die räumlichen Verteilungen der Immissions-gesamtzusatzbelastungen (Jahresmittelwerte inkl. statistischer Unsicherheit) für die o. g. Komponenten Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid, Fluor, Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5} und Gesamtstaub (Staubbiederschlag) dargestellt.

Die Farbskalierung in den Abbildungen erfolgte so, dass Immissionsbeiträge bei Einhaltung des jeweiligen Irrelevanzkriteriums (vgl. Abschnitt 2.3) in blau und grün dargestellt sind. Immissionsbeiträge, die das jeweilige Irrelevanzkriterium überschreiten, sind gelb, orange und rot dargestellt. Für gegenüber dem jeweiligen Immissionswert bzw. der jeweiligen Irrelevanzschwelle sehr geringe Gesamtzusatzbelastungen sind dann Verteilungen nicht/kaum darstellbar/auflösbar (PM₁₀, PM_{2,5}, Staubbiederschlag).

²⁶ Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluor.

²⁷ Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluor.

In der Skalierung wird in der Skalierung die Rundungsregel nach Nr. 2.9 TA Luft nicht berücksichtigt²⁸. In den Beschriftungen der folgenden Abbildungen wird die Irrelevanzschwelle jedoch zur Orientierung zusätzlich unter Berücksichtigung der Rundungsregel angegeben.

Die Maxima der Gesamtzusatzbelastungen im Jahresmittel liegen innerhalb des Rechengebietes. Außerhalb des Rechengebietes ergeben sich keine höheren Immissionsbeiträge.

Für die Schadstoffkonzentrationen liegen die Maxima nördlich des HKW im Bereich der Papierfabrik. Für die Staubdeposition liegt das Maximum auf dem Betriebsgelände in der Nähe des Schornsteins von HKW I (dies ist modellbedingt und auf die Berücksichtigung der nassen Deposition zurückzuführen).

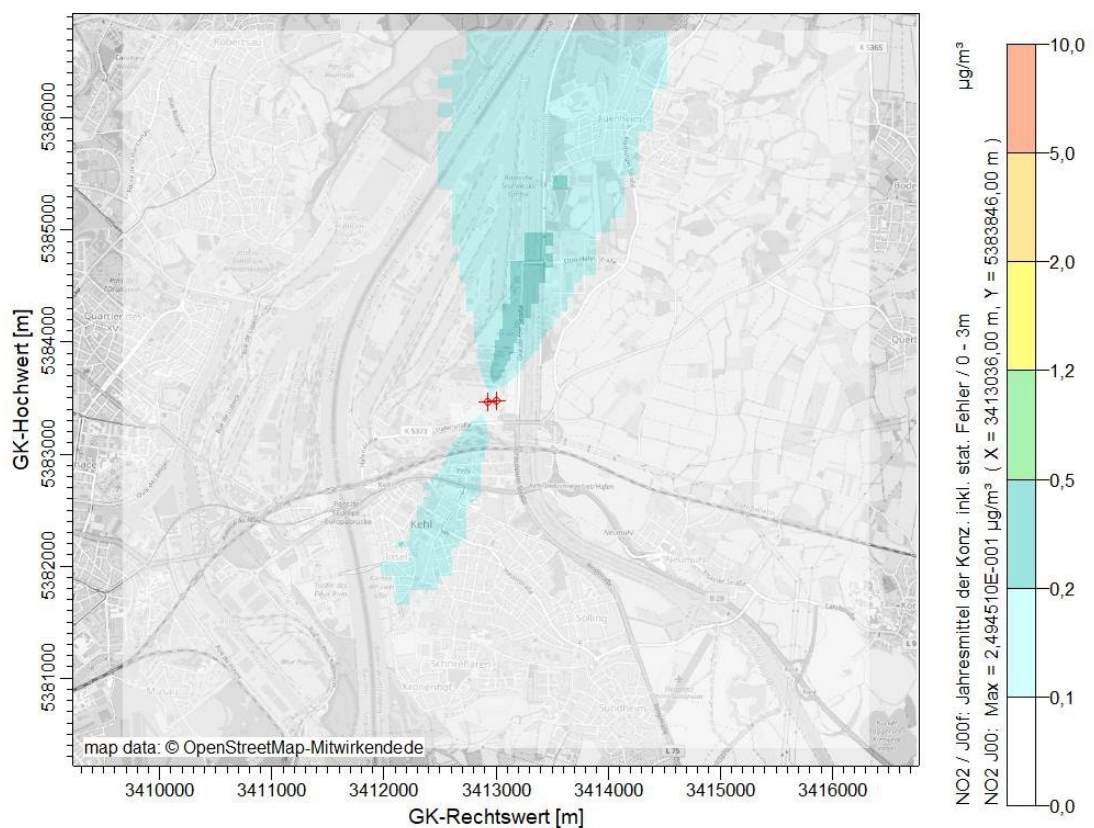


Abbildung 17. Verteilung der Gesamtzusatzbelastung (inkl. statistischer Unsicherheit) für die Konzentration von Stickstoffdioxid NO_2 in der bodennahen Schicht (Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft: 3 % des Immissions-Jahreswertes, entspricht $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mit Rundungsregel ca. $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

²⁸ Die Irrelevanzschwellen sind in der TA Luft als Prozentsatz eines Immissionswerts festgelegt, s. Tabelle 2. Auf diesen Prozentsatz wird die Rundungsregel angewendet. Beispielsweise für NO_2 beträgt dieser Prozentsatz 3 % vom Immissionswert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Daraus errechnet sich ohne Anwendung der Rundungsregel eine Irrelevanzschwelle von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Unter Beachtung der Rundungsregel sind jedoch 3,49 % gerundet (noch) 3 %. Bei Anwendung der Rundungsregel errechnet sich damit eine Irrelevanzschwelle von ca. $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

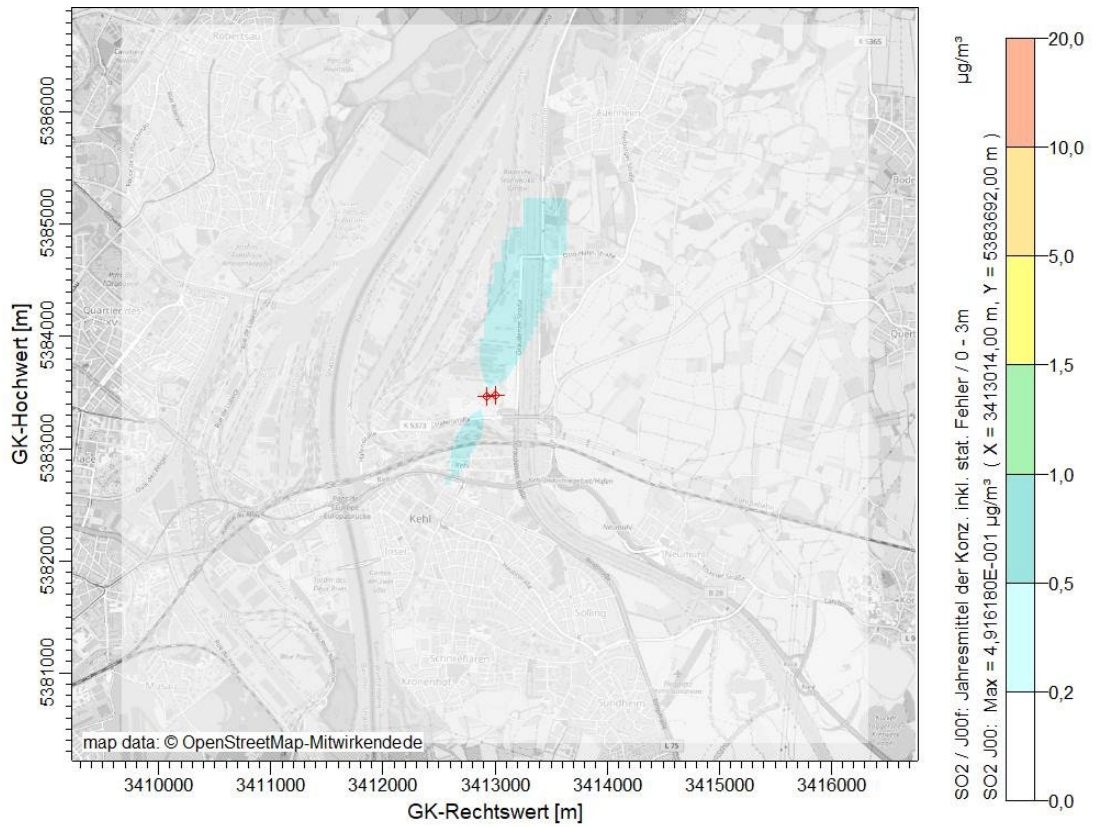


Abbildung 18. Verteilung der Gesamtzusatzbelastung (inkl. statistischer Unsicherheit) für die Konzentration von Schwefeldioxid SO₂ in der bodennahen Schicht (Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft: 3 % des Immissions-Jahreswertes, entspricht 1,5 µg/m³, mit Rundungsregel ca. 1,7 µg/m³). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\168\M168520\M168520_01_BER_1D.DOCX:07.02.2023

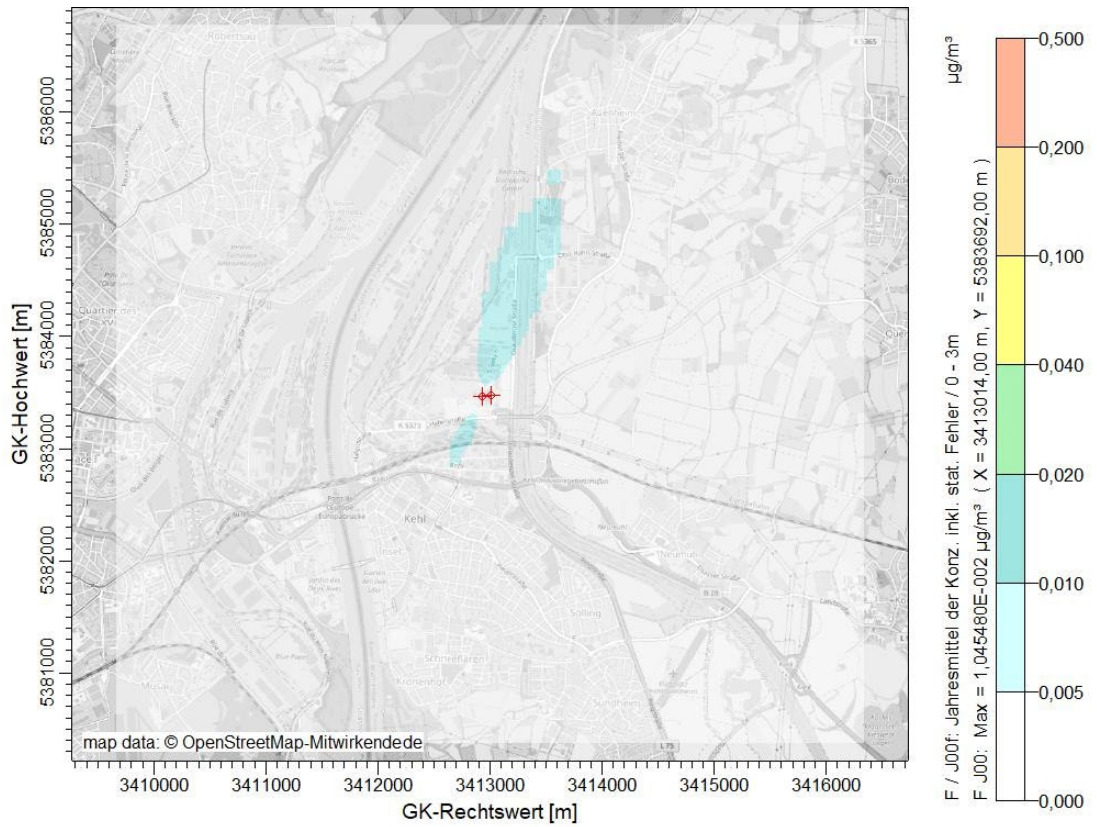


Abbildung 19. Verteilung der Gesamtzusatzbelastung (inkl. statistischer Unsicherheit) für die Konzentration von Fluor F in der bodennahen Schicht (Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft: 10 % des Immissions-Jahreswertes, entspricht 0,04 µg/m³, mit Rundungsregel ca. 0,042 µg/m³). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

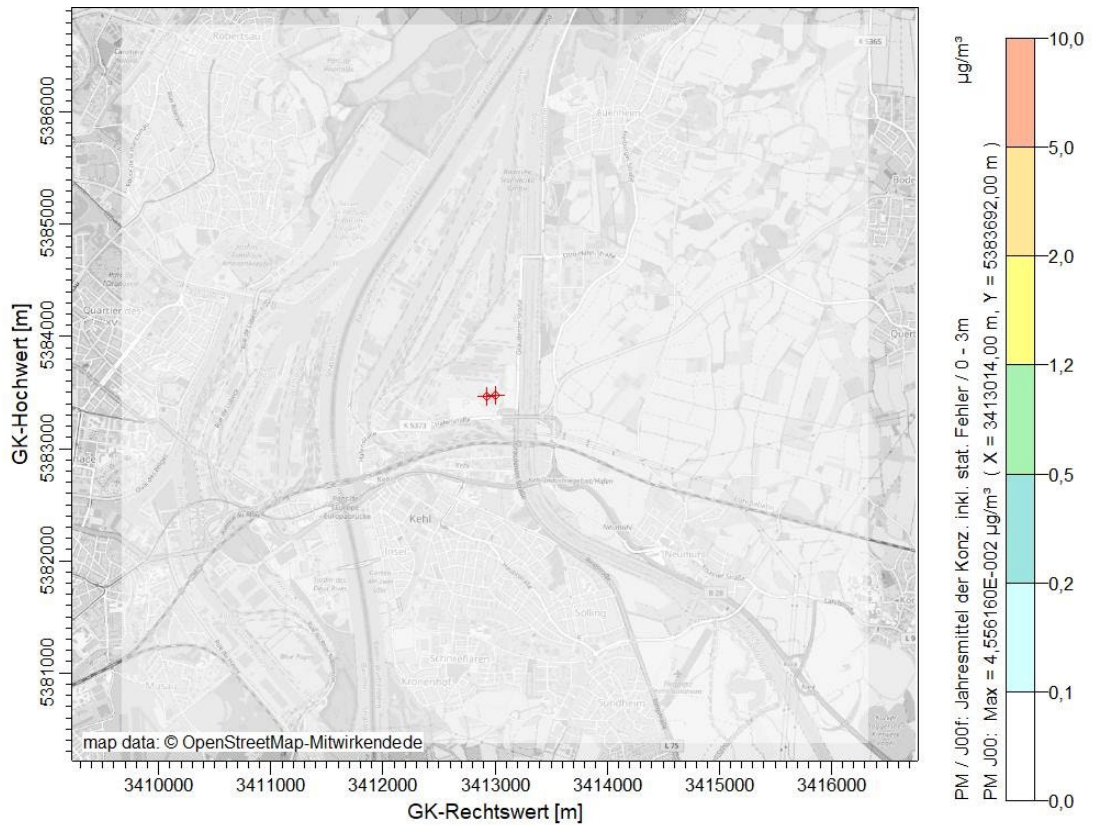


Abbildung 20. Verteilung der Gesamtzusatzbelastung (inkl. statistischer Unsicherheit) für die Konzentration von Schwebstaub PM_{10} in der bodennahen Schicht (Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft: 3 % des Immissions-Jahreswertes, entspricht $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mit Rundungsregel ca. $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

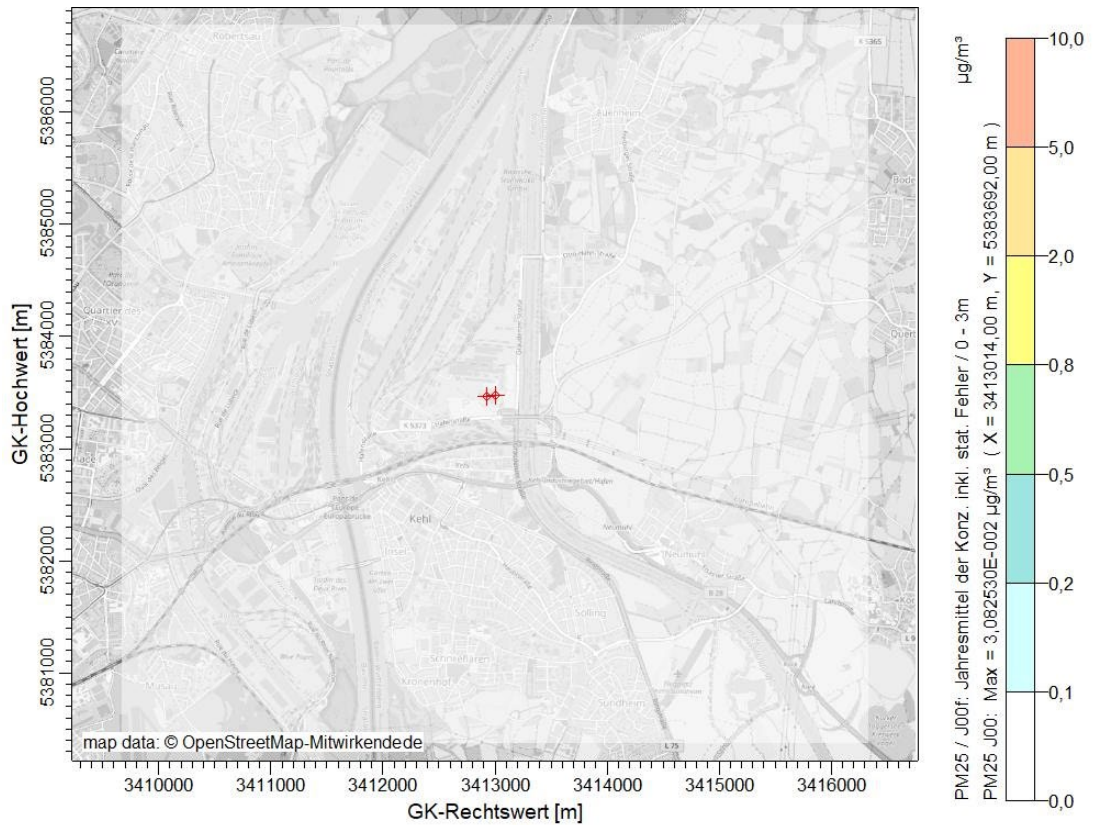


Abbildung 21. Verteilung der Gesamtzusatzbelastung (inkl. statistischer Unsicherheit) für die Konzentration von Schwebstaub PM_{2.5} in der bodennahen Schicht (Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft: 3 % des Immissions-Jahreswertes, entspricht 0,75 µg/m³, mit Rundungsregel ca. 0,87 µg/m³). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

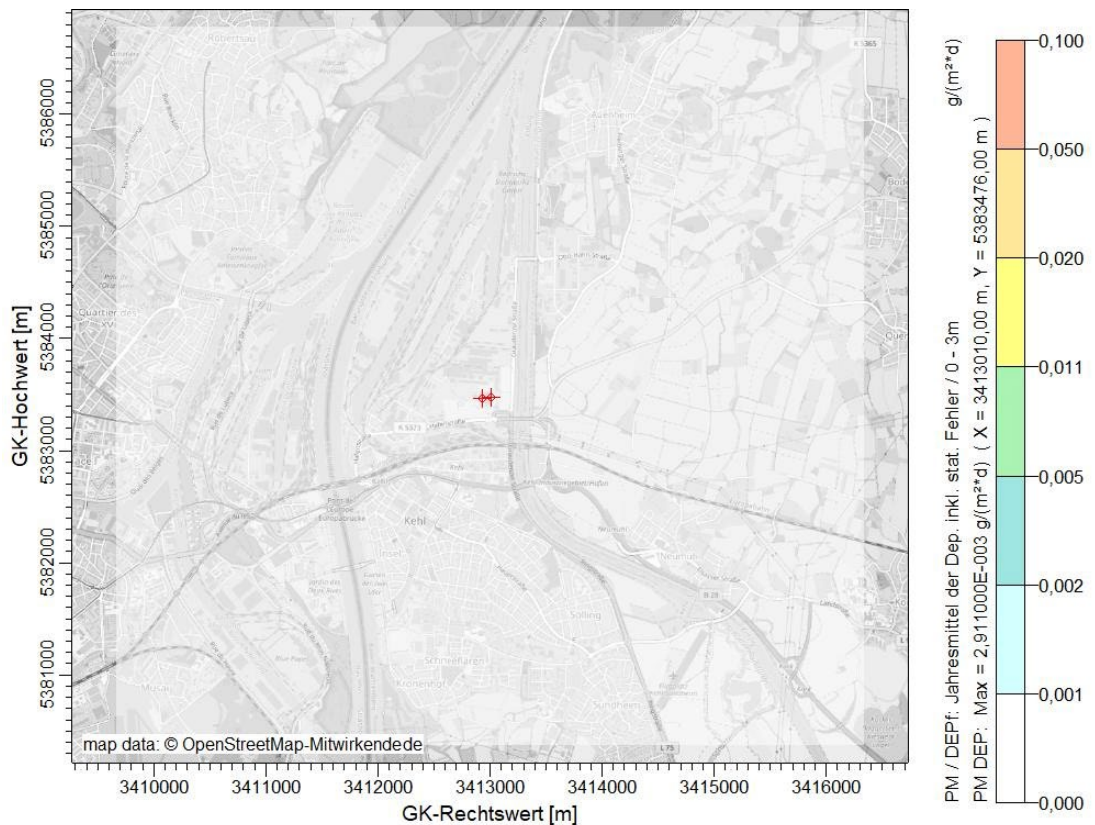


Abbildung 22. Verteilung der Gesamtzusatzbelastung (inkl. statistischer Unsicherheit) für den Staubbiederschlag (Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft: 3 % des Immissions-Jahreswertes, entspricht 0,0105 g/(m²*d), mit Rundungsregel ca. 0,0122 g/(m²*d)). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

9.2.2 Maximale Gesamtzusatzbelastungen

Die prognostizierten maximalen Gesamtzusatzbelastungen im Jahresmittel im zukünftigen Betrieb sind für die relevanten Komponenten und die betroffenen Schutzgüter in den folgenden Tabellen zusammengefasst und den Immissionswerten und Irrelevanzkriterien der Nr. 4.1 TA Luft gegenübergestellt.

Tabelle 23. Immissionswerte, irrelevante Gesamtzusatzbelastungen und errechnete maximale Gesamtzusatzbelastungen im Jahresmittel IJZ_{max} (inkl. stat. Fehler) in der bodennahen Schicht für das Schutzgut Mensch gemäß Nr. 4.2 TA Luft 2021.

Stoff/Stoffgruppe	Immissions-Jahreswert (IJW)	Irrelevante Gesamtzusatzbelastung ¹⁾	max. Gesamtzusatzbelastung IJZ _{max}	
			µg/m³	% vom IJW
Schwebstaub (PM ₁₀)	40	≤3	0,05	0,11%
Schwebstaub (PM _{2,5})	25	≤3	0,03	0,12%
Schwefeldioxid SO ₂	50	≤3	0,49	0,98%
Stickstoffdioxid NO ₂	40	≤3	0,25	0,62%

¹⁾ gem. Nr. 4.1 der TA Luft

Tabelle 24. Immissionswert, irrelevante Gesamtzusatzbelastung und errechnete maximale Gesamtzusatzbelastung im Jahresmittel IJZ_{max} (inkl. stat. Fehler) für Staubniederschlag gemäß Nr. 4.3 TA Luft 2021.

Stoff/Stoffgruppe	Immissions-Jahreswert (IJW) (g/m ² *d)	Irrelevante Gesamtzusatzbelastung ¹⁾ % vom IJW	max. Gesamtzusatzbelastung IJZ _{max}	
			(g/m ² *d)	% vom IJW
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35	≤3	0,003	0,8%

¹⁾ gem. Nr. 4.1 der TA Luft

Tabelle 25. Immissionswerte, irrelevante Gesamtzusatzbelastungen und errechnete maximale Gesamtzusatzbelastungen im Jahresmittel IJZ_{max} (inkl. stat. Fehler) in der bodennahen Schicht für das Schutzgut Ökosysteme und Vegetation gemäß Nr. 4.4 TA Luft 2021.

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert TA Luft µg/m ³	Irrelevante Gesamtzusatzbelastung ¹⁾ % vom IJW	max. Gesamtzusatzbelastung IJZ _{max}	
			µg/m ³	% vom IJW
Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen (als F)	0,4 ³⁾ (Jahr)	≤10	0,01	2,6%
	0,3 ⁴⁾ (Jahr)			
Schwefeldioxid	20 (Jahr und Winter) ²⁾	≤10	0,49	2,5%
Stickstoffoxide, angegeben als NO ₂	30 (Jahr) ²⁾	≤10	2,07	6,9%
Ammoniak	--	2 µg/m ³	0,09	--

¹⁾ gem. Nr. 4.1 der TA Luft (für NH₃ i. V. m. Nr. 4.4.2 und Anhang 1 TA Luft)

²⁾ Hinweise auf besonders schutzbedürftige Bereiche liegen nicht vor, sodass diese Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen bzw. der Vegetation aufgrund der Abstandsregel der Nr. 4.6.2.6 Abs. 6 TA Luft vorliegend im Rechengebiet nicht anzuwenden sind. Die Ergebnisse sind hier aber informativ angegeben.

³⁾ Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Nachteilen

⁴⁾ Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter.

Es ist festzustellen, dass die prognostizierten Gesamtzusatzbelastungen im Jahresmittel im Immissionsmaximum und somit im gesamten Rechengebiet und insbesondere an den relevanten Immissionsorten für die hier betrachteten Schadstoffe irrelevant im Sinn der Nr. 4.1 TA Luft sind.

Aufgrund der Einhaltung der Irrelevanz ist nach Nr. 4.1 Buchstabe c) TA Luft 2021 davon auszugehen, dass durch den zukünftigen Betrieb der Gesamtanlage (HKW I und HKW II) schädliche Umwelteinwirkungen nicht hervorgerufen werden können; eine Bestimmung von (sonstigen) Immissions-Kenngrößen wie Vor- und Gesamtbelastung sowie Kurzzeitwerten 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.

9.3 Zusatzbelastung IJZ an den Messpunkten MP1 und MP2

Wie oben beschrieben, werden mit Blick auf die Regelung in Nr. 4.6.1.1 Abs. 2 TA Luft für Schwermetalle, Benzo(a)pyren und Dioxine/Furane die Zusatzbelastungen IJZ (durch das Vorhaben) an den Messpunkten MP1 und MP2 ermittelt. Die Zusatzbelastungen ergeben sich als Differenz zwischen der dort mittels der beiden Ausbreitungsrechnungen prognostizierten Gesamtzusatzbelastungen im zukünftigen und im bisherigen Betrieb.

Die Resultate sind in den folgenden Tabellen für die Schadstoffdeposition (Tabelle 26) und die Schadstoffkonzentration (Tabelle 27) zusammengestellt. Die Zusatzbelastungen IJZ an den beiden Messpunkten sind jeweils in den beiden rechten Spalten aufgeführt.

Tabelle 26. Schadstoffdeposition: Gesamtzusatzbelastungen IJZ im zukünftigen („Plan“) und im bisherigen („Ist“) Betrieb an den Messpunkten MP1 und MP2 sowie daraus ermittelte Zusatzbelastungen IJZ an den Messpunkten MP1 und MP2 für Schwermetalle, Benzo(a)pyren und Dioxine/Furane.

Stoff	Immissionswert	IJZ an MP1, Plan	IJZ an MP2, Plan	IJZ an MP1, Ist	IJZ an MP2, Ist	IJZ an MP1	IJZ an MP2
	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
Arsen As	4	0,135	0,016	0,166	0,019	-0,031	-0,002
Benzo(a)pyren BaP	0,5	0,014	0,002	0,017	0,002	-0,003	-0,0002
Cadmium Cd	2	0,027	0,003	0,033	0,004	-0,006	-0,0005
Kobalt Co	80	0,135	0,016	0,166	0,019	-0,031	-0,002
Chrom Cr	82	0,135	0,016	0,166	0,019	-0,031	-0,002
Kupfer Cu	99	0,271	0,033	0,332	0,038	-0,062	-0,005
Dioxine/Furane	9E-06	1,35E-07	1,64E-08	1,66E-07	1,88E-08	-3,1E-08	-2,4E-09
Nickel Ni	15	0,135	0,016	0,166	0,019	-0,031	-0,002
Blei Pb	100	0,271	0,033	0,332	0,038	-0,062	-0,005
Antimon Sb	10	0,271	0,033	0,332	0,038	-0,062	-0,005
Zinn Sn	75	0,271	0,033	0,332	0,038	-0,062	-0,005
Thallium Tl	2	0,027	0,003	0,033	0,004	-0,006	0,000
Vanadium V	410	0,081	0,010	0,100	0,011	-0,019	-0,001
Quecksilber Hg	1	0,016	0,002	0,020	0,002	-0,004	-0,0002

Tabelle 27. Schadstoffkonzentration: Gesamtzusatzbelastungen IJZ im zukünftigen („Plan“) und im bisherigen („Ist“) Betrieb an den Messpunkten MP1 und MP2 sowie daraus ermittelte Zusatzbelastungen IJZ an den Messpunkten MP1 und MP2 für Schwermetalle, Benzo(a)pyren und Dioxine/Furane.

Stoff	Immissionswert	IJZ an MP1, Plan	IJZ an MP2, Plan	IJZ an MP1, Ist	IJZ an MP2, Ist	IJZ an MP1	IJZ an MP2
	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Arsen As	6	0,108	0,007	0,141	0,009	-0,032	-0,002
Benzo(a)pyren BaP	1	0,011	0,001	0,014	0,001	-0,003	-0,0002
Cadmium Cd	5	0,022	0,001	0,028	0,002	-0,006	-0,0003
Kobalt Co	100	0,108	0,007	0,141	0,009	-0,032	-0,002
Chrom Cr	17	0,108	0,007	0,141	0,009	-0,032	-0,002
Kupfer Cu	100	0,216	0,015	0,281	0,018	-0,065	-0,003
Dioxine/Furane	1,50E-04	1,08E-07	7,37E-09	1,41E-07	8,97E-09	-3,2E-08	-1,6E-09
Mangan Mn	150	0,216	0,015	0,281	0,018	-0,065	-0,003
Nickel Ni	20	0,108	0,007	0,141	0,009	-0,032	-0,002
Blei Pb	500	0,216	0,015	0,281	0,018	-0,065	-0,003
Antimon Sb	80	0,216	0,015	0,281	0,018	-0,065	-0,003
Zinn Sn	1000	0,216	0,015	0,281	0,018	-0,065	-0,003
Thallium Tl	280	0,022	0,001	0,028	0,002	-0,006	-0,0003
Vanadium V	20	0,065	0,004	0,084	0,005	-0,019	-0,001
Quecksilber Hg	50	0,023	0,001	0,030	0,002	-0,007	-0,001

Es ist erkennbar, dass die Zusatzbelastung an den Messpunkten vernachlässigbar bzw. sogar minimal negativ ist.

Auch im restlichen Rechengebiet sind die Zusatzbelastungen vernachlässigbar im oben in Abschnitt 2.1 erläuterten Sinn, d. h. gerundet auf die gleiche Stellenzahl wie der zur Beurteilung herangezogene Zahlenwert (hier: Immissionswert) ergibt sich bei Berücksichtigung der Zusatzbelastung keine Erhöhung für die Gesamtbelastung.

Ob hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vorliegen, ist gem. Kommentar zu Nr. 4.8 TA Luft 2002 [38]

„...durch eine pauschale Prüfung anhand der Antragsunterlagen, der Einwendungen Dritter, der Stellungnahmen der beteiligten Behörden oder sonstiger Erkenntnisquellen zu ermitteln.“

Eine besondere örtliche Lage oder besondere Umstände (s. Nr. 4.6.1.1 TA Luft [5]) sind aus gutachtlicher Sicht nicht erkennbar. Sonstige Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung wurden nicht mitgeteilt. Im Kommentar zu Nr. 4.1 TA Luft 2002 [38] wird zu Stoffen ohne Immissionswert in der TA Luft zudem ausgeführt:

„...Danach müssen hinreichende Anhaltspunkte dafür bestehen, dass durch die Emissionen der Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können (...). Solche Anhaltspunkte bestehen jedenfalls nicht bei ...einer zu vernachlässigenden Zusatzbelastung.“

Wie vorstehend gezeigt, ist im vorliegenden Fall von einer vernachlässigbaren Zusatzbelastung auszugehen.

Eine Sonderfallprüfung erscheint daher vorbehaltlich der Feststellung durch die Behörde nicht erforderlich.

Insofern sind für Schwermetalle, Benzo(a)pyren und Dioxine/Furane die Anforderungen der Nr. 4.6.1.1 Abs. 2 erfüllt und es kann auf die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen verzichtet werden und es kann nach Nr. 4.1 Buchstabe a) der TA Luft 2021 davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können.

9.4 Stickstoff- und Säuredeposition

9.4.1 Vorbemerkung

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen sind nach Anhang 8 und Anhang 9 der TA Luft 2021 zu beurteilen. Hierfür ist jeweils der Einwirkbereich bzw. das Beurteilungsgebiet zu bestimmen.

Der Einwirkbereich nach Anhang 8 ist die Fläche um den Emissionsschwerpunkt, in der die **Zusatzbelastung** mehr als 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beziehungsweise mehr als 0,04 keq Säureäquivalente pro Hektar und Jahr beträgt. Liegen Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung innerhalb des Einwirkbereichs, so ist mit Blick auf diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen. Die projektspezifische Zusatzbelastung ergibt sich als Differenz zwischen der mittels der beiden Ausbreitungsrechnungen prognostizierten Gesamtzusatzbelastungen im zukünftigen und im bisherigen Betrieb.

Das Beurteilungsgebiet nach Anhang 9 ist die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht und in der die **Gesamtzusatzbelastung** der Anlage im Aufpunkt mehr als fünf kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt. Bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m über Flur soll der Radius mindestens 1 km betragen.

9.4.2 Ermittlung der Stickstoff- und Säuredeposition

Grundlage zur Abschätzung der Stickstoff- und Säuredeposition ist die nach den in Abschnitten 5 bis 8 durchgeführte Ausbreitungsrechnungen mit den dort berücksichtigten Depositionsparametern, s. Abschnitt 8.6.2.

Im vorliegenden Fall können NO und NO₂ sowie NH₃ zu einer Stickstoffdeposition führen. Beiträge zur Säuredeposition ergeben sich durch NO, NO₂, NH₃ und SO₂. Andere Stoffe sind bei der untersuchten Anlage nicht von Bedeutung.

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 [49].

Ein Säureäquivalent S + N = 1 eq entspricht 16 g Sulfatschwefel oder 14 g Nitrat- oder Ammoniumstickstoff.

Wenn beim Bodeneintrag von SO_2 , NO , NO_2 und NH_3 angenommen wird, dass diese Komponenten zu Schwefelsäure (H_2SO_4) und Salpetersäure (HNO_3) 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 [49]:

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

mit

F_{NO} = NO-Deposition, F_{NO_2} = NO_2 -Deposition, F_{NH_3} = NH_3 -Deposition, F_{SO_2} = SO_2 -Deposition.

Beispielsweise entspricht die Deposition von $1 \text{ kg}_{\text{NO}_2}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ somit einem Säureeintrag (durch NO_2) von $S = 1 \text{ eq}/46 \text{ g} \times 1 \text{ kg}_{\text{NO}_2}/(\text{ha} \cdot \text{a}) \times 1.000 \text{ g}/\text{kg} = 21,74 \text{ eq}/(\text{ha} \cdot \text{a})$.

9.4.3 Zusatzbelastungen für die Stickstoff- und Säuredeposition (zu Anhang 8 TA Luft)

Stickstoffdeposition

Die mit den in der TA Luft 2021 genannten Depositionsparametern prognostizierte Zusatzbelastung für die Stickstoffdeposition im Rechengebiet ist in Abbildung 23 gezeigt.

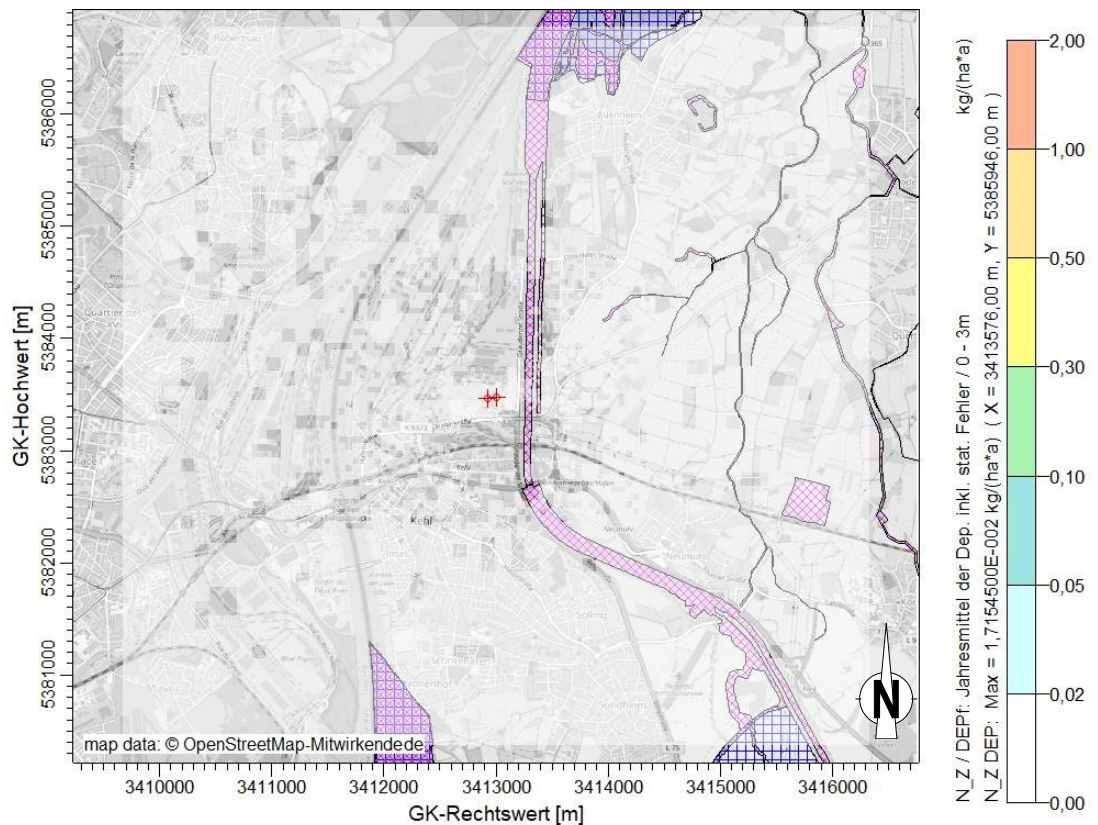


Abbildung 23. **Zusatzbelastung** für die Stickstoffdeposition durch das Vorhaben (FFH-Gebiete magenta, Vogelschutzgebiete dunkelblau schraffiert). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

Die Zusatzbelastung für die Stickstoffdeposition in den Natura 2000-Gebieten beträgt demnach weniger als 0,02 kg/(ha*a). Es ist somit festzustellen, dass die Zusatzbelastung im Bereich der Natura 2000-Gebiete deutlich unter dem „Abschneidekriterium“ von 0,3 kg/(ha*a) liegt.

Die Natura 2000-Gebiete liegen somit außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage im Sinn von Anhang 8 TA Luft; erhebliche Beeinträchtigung der Natura 2000-Gebiete durch das Vorhaben ergeben sich somit nicht.

Säuredeposition

Die mit den in der TA Luft 2021 genannten Depositionsparametern prognostizierte Zusatzbelastung für die Säuredeposition im Rechengebiet ist in Abbildung 24 gezeigt.

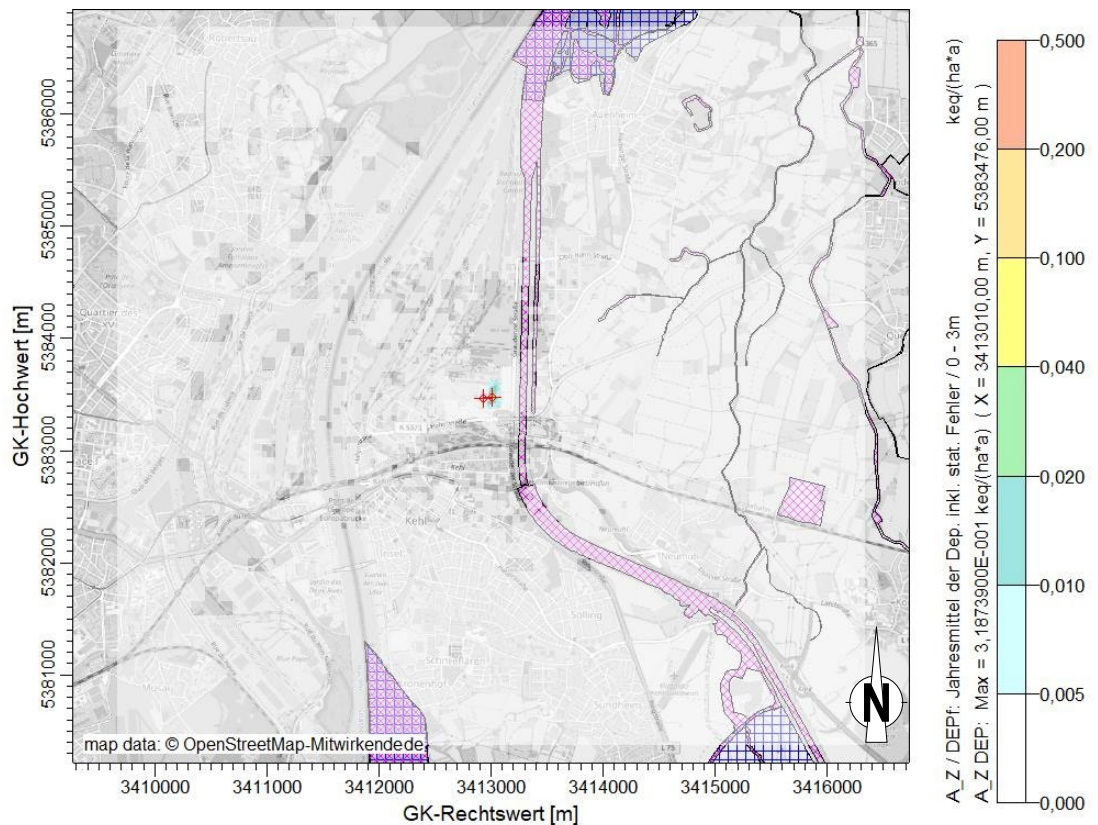


Abbildung 24. **Zusatzbelastung** für die Säuredeposition durch das Vorhaben (FFH-Gebiete magenta, Vogelschutzgebiete dunkelblau schraffiert). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

Die Zusatzbelastung für die Säuredeposition in den Natura 2000-Gebieten beträgt demnach weniger als 0,005 keq/(ha*a). Es ist somit festzustellen, dass die Zusatzbelastung im Bereich der Natura 2000-Gebiete deutlich unter dem „Abschneidekriterium“ von 0,04 keq/(ha*a) liegt.

Die Natura 2000-Gebiete liegen somit außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage im Sinn von Anhang 8 TA Luft; erhebliche Beeinträchtigung der Natura 2000-Gebiete durch das Vorhaben ergeben sich somit nicht.

9.4.4 Gesamtzusatzbelastung für die Stickstoffdeposition im zukünftigen Betrieb (zu Anhang 9 TA Luft)

Die mit den in der TA Luft 2021 genannten Depositionsparametern prognostizierte Gesamtzusatzbelastung für die Stickstoffdeposition im zukünftigen Betrieb in einem Ausschnitt des Rechengebiets ist in Abbildung 25 gezeigt.

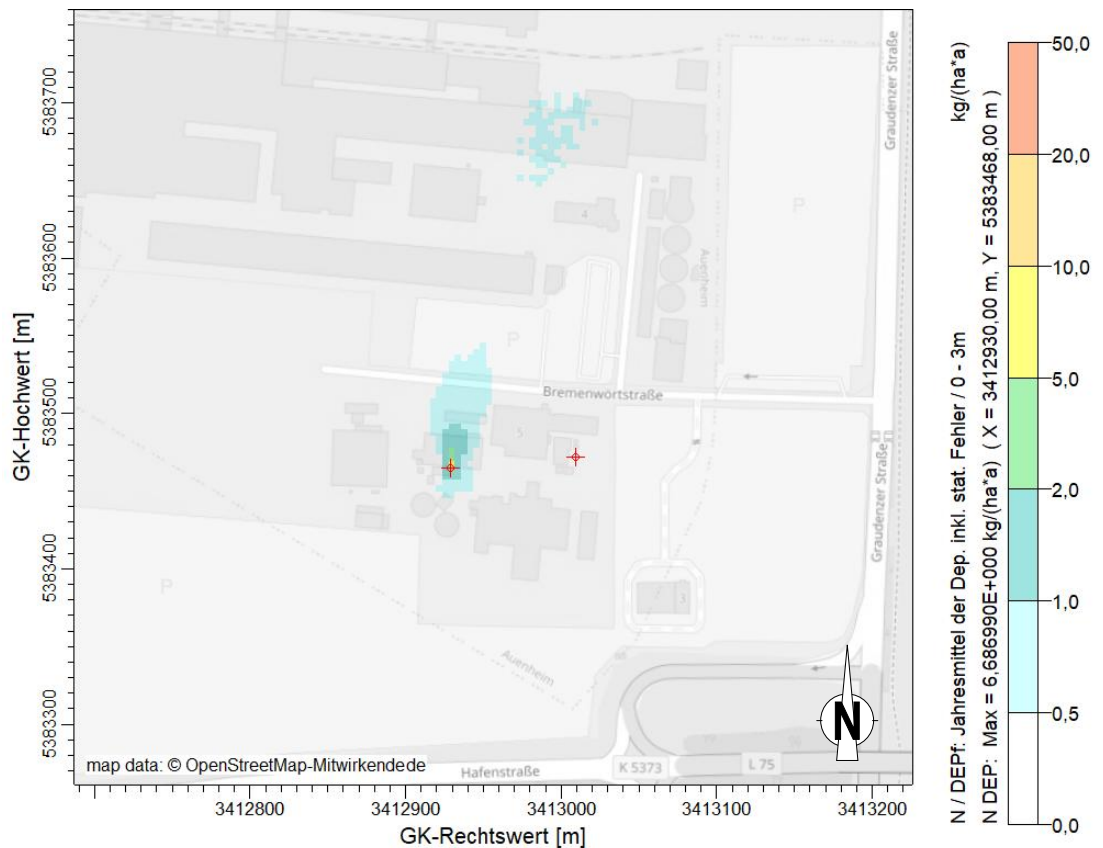


Abbildung 25. **Gesamtzusatzbelastung** für die Stickstoffdeposition durch den zukünftigen Betrieb der Anlage. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [36].

Nur in unmittelbarer Nähe der Quellen beträgt die Gesamtzusatzbelastung (mit maximal ca. 6,7 kg/(ha*a)) mehr als 5 kg/(ha*a)²⁹. Das in Anhang 9 TA Luft mit diesem Wert definierte Beurteilungsgebiet ist sehr klein und liegt im Bereich des Gebäudes von HKW II. Empfindliche Pflanzen und Ökosysteme befinden sich nach diesseitiger Kenntnis dort nicht. Insofern ist im Sinn von Anhang 9 TA Luft der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition auch außerhalb von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung gewährleistet.

²⁹ Werte von mehr als 5 kg/(ha*a) sind in der Abbildung 26 gelb, orange oder rot dargestellt. Bereiche mit diesen Farben sind auch in dem gezeigten, schon vergrößerten Ausschnitt kaum zu erkennen und treten nur direkt an der Quelle des HKW II auf (wegen der NH₃-Emission aus HKW II; aus HKW I wird kein NH₃ emittiert).

10 Grundlagen des Berichts (Literatur)

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

Immissionsschutzrecht

- [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] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung.
- [3] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen – 17. BImSchV) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung.
- [4] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen 39. BImSchV) in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens aktuellen Fassung.
- [5] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 48-54, S. 1049; vom 14. September 2021.
- [6] LAI und LANA, 2019: Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz- Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen - Ad-hoc-AG „Leitfaden zur Auslegung des § 34 BNatSchG im Rahmen immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren“ 19. Februar 2019, 137. LAI-Sitzung (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) in Bremen und der 119. LANA-Sitzung (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung) in Saarlouis.

Schornsteinhöhenbestimmung

- [7] VDI 3781 Blatt 4: Umweltmeteorologie – Ableitbedingungen bei Abgasanlagen. Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. 2017-07.
- [8] Software BESMIN, Version 1.0.1, Fa. Janicke Consulting.
- [9] Software BESMAX, Version 1.0.1, Fa. Janicke Consulting.
- [10] 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.

- [11] Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung zur TA Luft 2002 (überarbeitete Version unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)). Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), März 2021.
- [12] LAI-UA-Luft/Technik: Ergebnisniederschrift über die 102. Sitzung des LAI-Unterausschusses Luft/Technik vom 17. bis 19. September 2002 in Bremen.

Immissionsprognose

- [13] VDI 3782 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gaußsches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. 2016-01.
- [14] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [15] Janicke, U. (2019): Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung von Schornsteinen und Kühltürmen, Berichte zur Umweltphysik, Nummer 10, ISSN 1439-8303, Hrsg. Ing.-Büro Janicke, Überlingen.
- [16] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [17] Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2 WI-x (Stand 09.08.2021) Ingenieurbüro Janicke, Dunum.
- [18] AUSTALView (TG): Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL (TA Luft), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 10.2.12).
- [19] 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.

Immissionswerte

- [20] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) in der aktuellen Fassung.
- [21] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Juli 2021.
- [22] LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind, Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz, September 2004.
- [23] LAI (1997): Bewertung von Vanadium-Immissionen, LAI-Schriftenreihe, Band 19, Länderausschuss für Immissionsschutz, April 1997.
- [24] TRGS 900 (2004): Technische Regeln für Gefahrstoffe. Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz „Luftgrenzwerte“. Ausgabe: Oktober 2000, zul. geändert im Mai 2004. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.

- [25] DFG (2017): MAK- und BAT-Werte-Liste 2017. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Mitteilung 53 der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe vom 01. Juli 2017. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn.
- [26] DFG (2020): MAK- und BAT-Werte-Liste 2020. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Mitteilung 56 der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe vom 01. Juli 2020. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn.
- [27] Kühling, W., Peters, H.-J., (1994): Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen, Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge, UVP Spezial 10, 2. Auflage Dortmund 1995.
- [28] Eikmann, T., Heinrich, U., Heinzow, B., Konietzka, R., (1999): Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin, 1999.
- [29] FoBiG (1995): Aktualisierte Fortschreibung der Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten, Zusammenfassung der Endberichte. Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Forschungsbericht 103 40 113, September 1995.
- [30] LAI (2004): Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, früher: Länderausschuss für Immissionsschutz, Auslegungsfragen zur TA Luft, LAI – Unterausschüsse Luft/Technik und Luft/Überwachung, Stand: 27. August 2004.
- [31] WHO (2001): Air Quality Guidelines, Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, NO. 91, WHO-Regional Office for Europe, Copenhagen.

Meteorologie Anlagenstandort

- [32] Ermittlung des repräsentativen Jahres der LUBW-Station Kehl im Bezugszeitraum 2012-2021, Müller-BBM Industry Solutions GmbH Bericht Nr. M172803/01, vom 27.09.2022.
- [33] Meteorologische Zeitreihe (AKTerm) der LUBW-Station Kehl im Zeitraum 01.01.2015 - 31.12.2015. Erstellt durch Müller-BBM Industry Solutions GmbH auf Basis von Eingangsdaten der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW (Winddaten) und des Deutschen Wetterdiensts DWD (Bedeckungsgraddaten).

Sonstiges

- [34] Angaben und Unterlagen der Vorhabenträgerin bzw. des Planers.
- [35] E-Mail des RP Freiburg vom 28.04.2022.

- [36] OpenStreetMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende. Creative-Commons-Lizenz - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) – www.openstreetmap.org/copyright.
- [37] OpenTopoMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende. Kartendarstellung © OpenTopoMap. Creative-Commons-Lizenz – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) - www.opentopomap.org/about.
- [38] Hansmann, K.: TA Luft Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft Kommentar, 2. Auflage Verlag c.H. Beck München 2004.
- [39] Lahl, Dr. Uwe: Feinstaub – eine gesundheitspolitische Herausforderung, Vortrag auf dem 46. Kongress deutsche Pneumologie am 17.03.2005 in Berlin.
- [40] Struschka, M. et al.: Feinstaub – Emissionsfaktoren und Emissionsaufkommen bei kleinen und mittleren Feuerungsanlagen, Immissionsschutz 1 04, S. 17.
- [41] Feinstaub (PM10) – Emissionen, Immissionsbegrenzungen, Messungen, Maßnahmen, In: Immissionsschutzrecht und Luftreinhaltung, UB Media Verlag 00/09, Umweltbundesamt, Berlin (1999).
- [42] Dreiseidler, A. Baumbach G. (1999). Studie zur Korngrößenverteilung (< PM10 und < PM2,5) von Staubemissionen - Stand der Erkenntnisse hinsichtlich Emissionsfaktoren für PM10 und PM2,5 hinsichtlich verschiedener Quellen; Vorstellung diverser Messtechniken zur Messung von Staubemissionen. Forschungsbericht Nr. 29744 853 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- [43] Grundsatzuntersuchung über die Ermittlung der Korngrößenverteilung im Abgas verschiedener Emittenten (< PM2,5 und < PM10). Projekt I. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz/TÜV Süddeutschland. Dezember 2000.
- [44] Pregger, T. und Friedrich, R. Ermittlung der Feinstaubemissionen in Baden-Württemberg und Betrachtung möglicher Minderungsmaßnahmen. BWPlus-Bericht BWE 20005. Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart, März 2003.
- [45] Erweiterung des Biomasseheizkraftwerkes Kehl, Immissionsprognose für Luftschadstoffe und Gerüche, Müller-BBM Bericht Nr. M78208/06 vom 20.05.2009.
- [46] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), V 4.2, 2021 INFRAS Bern/Zürich.
- [47] VDI 3790 Blatt 4: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände. 2018-09.
- [48] 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.
- [49] VDI-Sachstandbericht: Prüfung der FFH-Verträglichkeit – Ermittlung der Deposition mithilfe von Ausbreitungsrechnungen, Januar 2014.

Anhang A – Protokolldatei der WinSTACC-Berechnung

***** 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 = 26.10.2022 16:13
Steuerdatei = C:\LOHMEYER\WinSTACC\VDI_Input.ini
Längenangaben = Meter
Winkelangaben = Grad
Leistungsangaben = Kilowatt

[EmittierendeAnlage]

Anlagentyp = Keine Feuerungsanlage
Input_R = 50
Input_H_B = 5
Input_H_Ue = 3

H_Ü durch Benutzer vorgegeben (keine Feuerungsanlage / andere Anlage)

H_Ü = 3

R durch Benutzer vorgegeben (keine Feuerungsanlage / andere Anlage)

R = 50

[Einzelgebäude]

Länge_l = 2.5
Breite_b = 2.2
Traufhöhe_H_Traufe = 1
Firsthöhe_H_First = 1
Dachform = Flachdach
Dachhöhe_H_Dach = 0
BreiteGiebelseite_b = 2.2
HorizontalerAbstandMündungFirst_a = 1

Berechnung von H_A1...

Glg. 8

H_A1F = 4.3

a = 0

alpha = 0

Glg. 5

H_1 = 0.4

Glg. 7

f = 0

Glg. 6

H_2 = 0.4

Glg. 3

H_S1 = 0.4

Glg. 4

H_A1'' = 3.4

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 = 0

[VorgelagertesGebäude1]

Länge_l = 36.2
Breite_b = 31.5
Traufhöhe_H_Traufe = 36
Firsthöhe_H_First = 36
Dachform = Flachdach
Dachhöhe_H_Dach = 0
BreiteGiebelseite_b = 31.5
H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
HöheObersteFensterkante_H_F = 0
WinkelGebäudeMündung_beta = 20
AbstandGebäudeMündung_l_A = 19.6
Hanglage = nein

HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
 GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16
 $I_{eff} = 42$
 Glg. 15
 $I_{RZ} = 56.9$
 Glg. 18
 $p = 0.94$
 $\alpha = 0$
 Glg. 7
 $f = 0$
 Glg. 6
 $H_{2V} = 5.7$
 Glg. 17
 $H_{S2} = 38.2$
 Glg. 19
 $H_{A2} = 41.2$

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 = 67.2
 Breite_b = 10.6
 Traufhöhe_H_Traufe = 4
 Firsthöhe_H_First = 4
 Dachform = Flachdach
 Dachhöhe_H_Dach = 0
 BreiteGiebelseite_b = 10.6
 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
 HöheObersteFensterkante_H_F = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta = 45
 AbstandGebäudeMündung_l_A = 22.1
 Hanglage = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
 GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16
 $I_{eff} = 55$
 Glg. 15
 $I_{RZ} = 21.7$

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
 $H_{2V} = 1.9$

[VorgelagertesGebäude3]

Länge_l = 37.7
 Breite_b = 20.4
 Traufhöhe_H_Traufe = 30
 Firsthöhe_H_First = 30
 Dachform = Flachdach
 Dachhöhe_H_Dach = 0
 BreiteGiebelseite_b = 20.4
 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
 HöheObersteFensterkante_H_F = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta = 3
 AbstandGebäudeMündung_l_A = 59.6
 Hanglage = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0

GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16

$l_{eff} = 22.3$

Glg. 15

$l_{RZ} = 33$

VorgelagertesGebäude3 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ.

H_E für VorgelagertesGebäude3 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt.

$H_{E2} = 0$

$\alpha = 0$

Glg. 7

$f = 0$

Glg. 6

$H_{2V} = 3.7$

[VorgelagertesGebäude4]

$Länge_l = 59$

$Breite_b = 51.8$

$Traufhöhe_H_{Traufe} = 15$

$Firsthöhe_H_{First} = 15$

Dachform = Flachdach

$Dachhöhe_H_{Dach} = 0$

$BreiteGiebelseite_b = 51.8$

$H_{2V_mit_H_A1F_begrenzen} = \text{nein}$

$HöheObersteFensterkante_H_F = 0$

$WinkelGebäudeMündung_beta = 57$

$AbstandGebäudeMündung_l_A = 22.4$

Hanglage = nein

$HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0$

GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16

$l_{eff} = 77.7$

Glg. 15

$l_{RZ} = 59.2$

Glg. 18

$p = 0.93$

$\alpha = 0$

Glg. 7

$f = 0$

Glg. 6

$H_{2V} = 9.4$

Glg. 17

$H_{S2} = 21.6$

Glg. 19

$H_{A2} = 24.6$

H_E für VorgelagertesGebäude4 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude4 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

$H_{E2} = 0$

[VorgelagertesGebäude5]

$Länge_l = 17.6$

$Breite_b = 10.9$

$Traufhöhe_H_{Traufe} = 17$

$Firsthöhe_H_{First} = 17$

Dachform = Flachdach

$Dachhöhe_H_{Dach} = 0$

$BreiteGiebelseite_b = 10.9$

$H_{2V_mit_H_A1F_begrenzen} = \text{nein}$

$HöheObersteFensterkante_H_F = 0$

$WinkelGebäudeMündung_beta = 71$

$AbstandGebäudeMündung_l_A = 3.4$

Hanglage = nein

$HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0$

GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16
 $I_{eff} = 20.2$
 Glg. 15
 $I_{RZ} = 27.2$
 Glg. 18
 $p = 0.99$
 $\alpha = 0$
 Glg. 7
 $f = 0$
 Glg. 6
 $H_{2V} = 2$
 Glg. 17
 $H_{S2} = 17.8$
 Glg. 19
 $H_{A2} = 20.8$
 H_E für VorgelagertesGebäude5 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.
 Es wird damit für VorgelagertesGebäude5 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.
 $H_{E2} = 0$

[Ergebnis]

Berechnung der Mündungshöhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...
 $H_A = 41.2$
 Berechnung der Mündungshöhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase...
 $H_E = 0$

freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)!

----- Mündungshöhe über Grund = 42.2

Anhang B – Ein-/Ausgabe BESMIN/BESMAX

Schornstein HKW I (BESMIN)

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff	Stickstoffdioxid	s	0,1	mg/m ³
Emissionsmassenstrom	eq	14,7	kg/h	
Innendurchmesser	dq	1,4	m	
Austrittsgeschwindigkeit	vq	38,4	m/s	
Austrittstemperatur	tq	150,0	°C	
Wasserbeladung	zq	0,125	kg/(kg tr)	

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe hb 10,3 m

Schornstein HKW II (BESMIN)

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff	Stickstoffdioxid	s	0,1	mg/m ³
Emissionsmassenstrom	eq	4,0	kg/h	
Innendurchmesser	dq	1,1	m	
Austrittsgeschwindigkeit	vq	17,2	m/s	
Austrittstemperatur	tq	130,0	°C	
Wasserbeladung	zq	0,161	kg/(kg tr)	

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe hb 8,7 m

Überlagerung Konzentrationsfahnen HKW I und HKW II (BESMAX)

BESMAX - Version 1.0.1

Maximale bodennahe Konzentration nach Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021)

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	+
Emissionsmassenstrom	eq	14,66	2	kg/h
x-Koordinate	xq	3413009	3412929	m
y-Koordinate	yq	5383472	5383465	m
Schornsteinbauhöhe	hb	10,5	25	m
Innendurchmesser	dq	1,4	1,1	m
Austrittsgeschwindigkeit	vq	38,4	17,2	m/s
Austrittstemperatur	tq	150	130	°C
Wasserbeladung	zq	0,125	0,161	kg/(kg tr)

Maximale Konzentration berechnen

Maximale bodennahe Konzentration:

Maximaler Konzentrationswert	cm	1,028e-04	g/m³
Unsicherheit des Maximalwertes	dm	0,5	%
x-Koordinate des Maximalwertes	xm	3413102,9	m
y-Koordinate des Maximalwertes	ym	5383468,5	m
Stabilitätsklasse	k1	3,2	KM
Windgeschwindigkeit	ua	12,0	m/s
Windrichtung	za	270,0	Grad

Emissionsquellen und berechnete Konzentration abspeichern

Kl, Ua: 3,2 12,0 Ra: 270 Tick: 70,711 Cref: 1,028e-04 Grafik

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\168\IM168520\M168520_01_BER_1D.DOCX:07.02.2023

Anhang C – Protokolldateien der Rechenläufe (austal.log-Dateien)**1. Rechenlauf für den zukünftigen Betrieb („Plan“)**

2022-12-20 18:07:04 -----
 TalServer:C:\Austal\P2_30506_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Plan

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/P2_30506_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Plan

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL03".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "M168520"           'Projekt-Titel
> gx 3413000            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5383450            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                  'Qualitätsstufe
> az "Kehl_ID_04466_2015.akt" 'AKT-Datei
> xa -1300.00           'x-Koordinate des Anemometers
> ya -478.00           'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0    8.0    16.0    32.0    64.0    128.0    256.0    'Zellengröße (m)
> x0 -304.0  -448.0  -480.0  -896.0  -1664.0  -3328.0  -3328.0  'x-Koordinate der l.u.
Ecke des Gitters
> nx 124    106    56    52    50    52    26    'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -184.0  -368.0  -384.0  -704.0  -1408.0  -2816.0  -3072.0  'y-Koordinate der l.u.
Ecke des Gitters
> ny 112    104    54    46    46    48    25    'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 26    39    39    39    39    39    39    '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 54.0 57.0 60.0
63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 79.0 85.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0
1200.0 1500.0
> xq -71.00    9.00
> yq 15.00    22.00
> hq 45.00    60.00
> aq 0.00    0.00
> bq 0.00    0.00
> cq 0.00    0.00
> wq 0.00    0.00
> dq 1.10    1.40
> vq 17.20    38.40
> tq 130.00    150.00
> lq 0.0000    0.0000
> rq 0.00    0.00
> zq 0.1610    0.1250
> sq 0.00    0.00
> so2 0.43888889 1.5916667
> no 1.0305556 3.7222222
> no2 0.17555556 0.63888889
> nox 1.7555556 6.3611111
> f 0.0088888889 0.031944444
> nh3 0.087777778 0
```

```

> hg 8.7777778E-5 0.00015916667
> pm-1 0.026333333 0.095416667
> pm-2 0.013166667 0.047708333
> pm-u 0.004388889 0.015902778
> pb-1 0.16666667 0
> pb-2 0.083333333 0
> pb-u 0.027777778 0
> xx-1 0 0.16666667
> xx-2 0 0.083333333
> xx-u 0 0.027777778
> pm25-1 0.026333333 0.095416667
> xb -89.25 -74.00 -86.50 -89.00 -66.00 -33.00 -13.25 -149.25 -138.75 -
148.50 -89.00 -83.25 -44.75 -34.00 -81.50 -45.75 -33.75 -22.75 -55.75
> yb -9.00 -21.50 -17.00 17.00 29.00 32.50 47.00 5.50 51.00 21.50
17.00 11.00 30.00 22.50 -10.50 -33.00 -8.00 -3.00 -39.00
> ab 0.00 0.00 5.22 25.00 3.00 23.99 5.73 36.00 21.00 15.00
37.00 11.50 35.49 24.00 6.50 49.08 27.50 8.50 9.50
> bb -15.59 -15.60 8.79 14.00 6.50 16.50 6.50 36.00 16.50 20.00
20.50 5.50 25.50 10.00 8.01 26.06 6.51 9.51 33.00
> cb 28.00 28.00 35.00 29.10 30.50 36.00 38.07 22.00 22.00 27.50
14.00 18.00 12.50 21.00 18.00 15.00 15.00 15.00 16.00
> wb 0.00 0.00 -40.18 -4.98 -4.97 -5.00 -5.00 -2.80 -2.78 -2.79 -
4.99 -4.99 -4.99 -5.00 -39.94 -5.00 -5.01 -4.99 -5.01
===== Ende der Eingabe =====

```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 38.1 m.

Standard-Kataster z0-gk.dma (58afd278) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.417 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.

AKTerm "C:/Austal/P2_30506_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Plan/Kehl_ID_04466_2015.akt" mit
 8760 Zeilen, Format 3

Warnung: 26 Zeilen mit ua=0/ra>0 oder ua>0/ra=0 (Kalmen erfordern ua=0)

Niederschlags-Datei C:/Austal/P2_30506_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Plan/niederschlag.dma
 eingelesen [1,8760].

Es wird die Anemometerhöhe ha=14.4 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.9 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme AKTerm 39d7ecf0
 Gesamtniederschlag 790 mm in 746 h.

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

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

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

Maximalwerte, Deposition

=====

SO2 DEP : 2.125e+01 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 SO2 DRY : 1.599e+00 kg/(ha*a) (+/- 2.8%) bei x= -2 m, y= 250 m (1: 76,109)
 SO2 WET : 2.101e+01 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 NO2 DEP : 2.383e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.4%) bei x= 28 m, y= 340 m (2: 60, 89)
 NO2 DRY : 2.375e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.4%) bei x= 28 m, y= 340 m (2: 60, 89)
 NO2 WET : 4.224e-02 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 NO DEP : 1.940e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.9%) bei x= -2 m, y= 250 m (1: 76,109)
 NO DRY : 1.940e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.9%) bei x= -2 m, y= 250 m (1: 76,109)
 NH3 DEP : 8.110e+00 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 NH3 DRY : 3.068e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.8%) bei x= -2 m, y= 242 m (1: 76,107)
 NH3 WET : 8.109e+00 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 PM DEP : 2.911e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 PM DRY : 5.162e-05 g/(m²*d) (+/- 1.9%) bei x= 6 m, y= 250 m (1: 78,109)
 PM WET : 2.904e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 PB DEP : 6.354e+03 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 PB DRY : 3.106e+02 µg/(m²*d) (+/- 1.8%) bei x= 2 m, y= 250 m (1: 77,109)
 PB WET : 6.353e+03 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 HG DEP : 2.698e+00 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 HG DRY : 4.396e-02 µg/(m²*d) (+/- 2.8%) bei x= -2 m, y= 250 m (1: 76,109)
 HG WET : 2.692e+00 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 XX DEP : 5.053e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 XX DRY : 2.674e-05 g/(m²*d) (+/- 1.8%) bei x= 352 m, y= 1248 m (5: 32, 42)
 XX WET : 5.053e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

SO2 J00 : 4.834e-01 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 14 m, y= 242 m (1: 80,107)
 SO2 T03 : 4.450e+00 µg/m³ (+/- 4.3%) bei x= -232 m, y= -232 m (3: 16, 10)
 SO2 T00 : 6.582e+00 µg/m³ (+/- 5.7%) bei x= -196 m, y= -180 m (2: 32, 24)
 SO2 S24 : 1.047e+01 µg/m³ (+/- 29.6%) bei x= -130 m, y= -174 m (1: 44, 3)
 SO2 S00 : 5.467e+01 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= -146 m, y= -10 m (1: 40, 44)
 NOX J00 : 2.033e+00 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 14 m, y= 242 m (1: 80,107)
 NO2 J00 : 2.448e-01 µg/m³ (+/- 1.9%) bei x= 36 m, y= 396 m (2: 61, 96)
 NO2 S18 : 6.671e+00 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 352 m, y= 1312 m (5: 32, 43)
 NO2 S00 : 6.968e+01 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 592 m, y= 80 m (4: 47, 25)
 NH3 J00 : 9.257e-02 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= -6 m, y= 242 m (1: 75,107)
 F J00 : 1.028e-02 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 14 m, y= 242 m (1: 80,107)
 PM J00 : 4.480e-02 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 14 m, y= 242 m (1: 80,107)
 PM T35 : 1.770e-01 µg/m³ (+/- 15.2%) bei x= -14 m, y= 238 m (1: 73,106)
 PM T00 : 6.031e-01 µg/m³ (+/- 5.7%) bei x= -196 m, y= -180 m (2: 32, 24)
 PM25 J00 : 3.031e-02 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 14 m, y= 242 m (1: 80,107)
 PB J00 : 2.714e-01 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= -6 m, y= 242 m (1: 75,107)
 XX J00 : 2.418e-08 g/m³ (+/- 3.0%) bei x= 352 m, y= 1184 m (5: 32, 41)

=====

2022-12-22 13:14:13 AUSTAL beendet.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\168\IM168520\IM168520_01_BER_1D.DOCX:07. 02. 2023

2. Rechenlauf für den bisherigen Betrieb („Ist“)

2022-12-20 18:17:07 -----
 TalServer:C:\Austal\PO_30507_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Ist

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/PO_30507_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Ist

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL04".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "M168520"           'Projekt-Titel
> gx 3413000            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5383450            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                  'Qualitätsstufe
> az "Kehl_ID_04466_2015.akt" 'AKT-Datei
> xa -1300.00           'x-Koordinate des Anemometers
> ya -478.00            'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0    8.0    16.0    32.0    64.0    128.0    256.0    'Zellengröße (m)
> x0 -304.0  -448.0  -480.0  -896.0  -1664.0  -3328.0  -3328.0  'x-Koordinate der l.u.
Ecke des Gitters
> nx 124    106    56    52    50    52    26    'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -184.0  -368.0  -384.0  -704.0  -1408.0  -2816.0  -3072.0  'y-Koordinate der l.u.
Ecke des Gitters
> ny 112    104    54    46    46    48    25    'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 26    39    39    39    39    39    39    '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 54.0 57.0 60.0
63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 79.0 85.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0
1200.0 1500.0
> xq -71.00    9.00
> yq 15.00    22.00
> hq 45.00    60.00
> aq 0.00    0.00
> bq 0.00    0.00
> cq 0.00    0.00
> wq 0.00    0.00
> dq 1.10    1.40
> vq 17.20   19.80
> tq 130.00  135.00
> lq 0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00
> zq 0.1610  0.1540
> sq 0.00    0.00
> so2 0.43888889 0.81666667
> no  1.0305556 1.9138889
> no2 0.1755556 0.325
> nox 1.755556 3.2611111
> f  0.008888889 0.01630556
> nh3 0.08777778 0
> hg  8.777778E-5 0.0001666667
> pm-1 0.026333333 0.048916667
  
```

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ\168\IM168520\IM168520_01_BER_1D.DOCX:07.02.2023


```

> pm-2 0.013166667 0.024458333
> pm-u 0.0043888889 0.0081527778
> pb-1 0.16666667 0
> pb-2 0.083333333 0
> pb-u 0.027777778 0
> xx-1 0 0.16666667
> xx-2 0 0.083333333
> xx-u 0 0.027777778
> pm25-1 0.026333333 0.048916667
> xb -89.25 -74.00 -86.50 -89.00 -66.00 -33.00 -13.25 -149.25 -138.75 -
148.50 -89.00 -83.25 -44.75 -34.00 -81.50 -45.75 -33.75 -22.75 -55.75
> yb -9.00 -21.50 -17.00 17.00 29.00 32.50 47.00 5.50 51.00 21.50
17.00 11.00 30.00 22.50 -10.50 -33.00 -8.00 -3.00 -39.00
> ab 0.00 0.00 5.22 25.00 3.00 23.99 5.73 36.00 21.00 15.00
37.00 11.50 35.49 24.00 6.50 49.08 27.50 8.50 9.50
> bb -15.59 -15.60 8.79 14.00 6.50 16.50 6.50 36.00 16.50 20.00
20.50 5.50 25.50 10.00 8.01 26.06 6.51 9.51 33.00
> cb 28.00 28.00 35.00 29.10 30.50 36.00 38.07 22.00 22.00 27.50
14.00 18.00 12.50 21.00 18.00 15.00 15.00 15.00 16.00
> wb 0.00 0.00 -40.18 -4.98 -4.97 -5.00 -5.00 -2.80 -2.78 -2.79 -
4.99 -4.99 -4.99 -5.00 -39.94 -5.00 -5.01 -4.99 -5.01
===== Ende der Eingabe =====

```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 38.1 m.

Standard-Kataster z0-gk.dmna (58afd278) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.417 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.

AKTerm "C:/Austal/P0_30507_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Ist/Kehl_ID_04466_2015.akt" mit 8760
 Zeilen, Format 3

Warnung: 26 Zeilen mit ua=0/ra>0 oder ua>0/ra=0 (Kalten erfordern ua=0)

Niederschlags-Datei C:/Austal/P0_30507_2022-12-20_nrb_m168520_RL3_Ist/niederschlag.dmna
 eingelesen [1,8760].

Es wird die Anemometerhöhe ha=14.4 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.9 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme AKTerm 39d7ecf0
 Gesamtniederschlag 790 mm in 746 h.

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

[...]

Auswertung der Ergebnisse:

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

Maximalwerte, Deposition

=====

SO2 DEP : 1.106e+01 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 SO2 DRY : 1.729e+00 kg/(ha*a) (+/- 2.8%) bei x= 14 m, y= 250 m (1: 80,109)
 SO2 WET : 1.082e+01 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 NO2 DEP : 2.560e-01 kg/(ha*a) (+/- 1.9%) bei x= 76 m, y= 436 m (2: 66,101)
 NO2 DRY : 2.556e-01 kg/(ha*a) (+/- 1.9%) bei x= 76 m, y= 436 m (2: 66,101)
 NO2 WET : 2.157e-02 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 NO DEP : 2.098e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.8%) bei x= 14 m, y= 250 m (1: 80,109)
 NO DRY : 2.098e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.8%) bei x= 14 m, y= 250 m (1: 80,109)
 NH3 DEP : 8.110e+00 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 NH3 DRY : 3.069e-01 kg/(ha*a) (+/- 2.8%) bei x= -2 m, y= 242 m (1: 76,107)
 NH3 WET : 8.109e+00 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 PM DEP : 1.500e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 PM DRY : 5.626e-05 g/(m²*d) (+/- 1.8%) bei x= 2 m, y= 250 m (1: 77,109)
 PM WET : 1.493e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 PB DEP : 6.354e+03 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 PB DRY : 3.105e+02 µg/(m²*d) (+/- 1.8%) bei x= 2 m, y= 250 m (1: 77,109)
 PB WET : 6.353e+03 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= -70 m, y= 18 m (1: 59, 51)
 HG DEP : 2.822e+00 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 HG DRY : 4.868e-02 µg/(m²*d) (+/- 2.8%) bei x= 14 m, y= 250 m (1: 80,109)
 HG WET : 2.816e+00 µg/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 XX DEP : 5.050e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)
 XX DRY : 5.805e-05 g/(m²*d) (+/- 1.2%) bei x= 224 m, y= 800 m (5: 30, 35)
 XX WET : 5.049e-03 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 10 m, y= 26 m (1: 79, 53)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

SO2 J00 : 5.190e-01 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 2 m, y= 250 m (1: 77,109)
 SO2 T03 : 4.827e+00 µg/m³ (+/- 9.4%) bei x= -198 m, y= -174 m (1: 27, 3)
 SO2 T00 : 6.558e+00 µg/m³ (+/- 8.2%) bei x= -190 m, y= -166 m (1: 29, 5)
 SO2 S24 : 1.071e+01 µg/m³ (+/- 38.9%) bei x= 42 m, y= 250 m (1: 87,109)
 SO2 S00 : 3.823e+01 µg/m³ (+/- 95.9%) bei x= -54 m, y= -6 m (1: 63, 45)
 NOX J00 : 2.209e+00 µg/m³ (+/- 1.1%) bei x= 28 m, y= 348 m (2: 60, 90)
 NO2 J00 : 2.655e-01 µg/m³ (+/- 1.2%) bei x= 44 m, y= 396 m (2: 62, 96)
 NO2 S18 : 5.609e+00 µg/m³ (+/- 55.8%) bei x= -122 m, y= -154 m (1: 46, 8)
 NO2 S00 : 4.443e+01 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= -206 m, y= 154 m (1: 25, 85)
 NH3 J00 : 9.264e-02 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= -6 m, y= 242 m (1: 75,107)
 F J00 : 1.116e-02 µg/m³ (+/- 1.1%) bei x= 28 m, y= 348 m (2: 60, 90)
 PM J00 : 4.834e-02 µg/m³ (+/- 1.1%) bei x= 28 m, y= 348 m (2: 60, 90)
 PM T35 : 1.886e-01 µg/m³ (+/- 11.4%) bei x= 68 m, y= 380 m (2: 65, 94)
 PM T00 : 6.000e-01 µg/m³ (+/- 8.2%) bei x= -190 m, y= -166 m (1: 29, 5)
 PM25 J00 : 3.288e-02 µg/m³ (+/- 1.1%) bei x= 28 m, y= 348 m (2: 60, 90)
 PB J00 : 2.716e-01 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= -6 m, y= 242 m (1: 75,107)
 XX J00 : 5.290e-08 g/m³ (+/- 1.9%) bei x= 224 m, y= 800 m (5: 30, 35)

=====

2022-12-22 14:28:27 AUSTAL beendet.

Anhang D – Ermittlung des repräsentativen Jahres

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ168\IM168520\IM168520_01_BER_1D.DOCX:07. 02. 2023

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

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

www.MuellerBBM.de

Dr. Johannes Sander
Telefon +49(89)85602 3142
Johannes.Sander@mbbm.com

27. September 2022
M172803/01 Version 1 SAND/WG

Ermittlung des repräsentativen Jahres

der LUBW-Station Kehl
im Bezugszeitraum 2012–2021

Bericht Nr. M172803/01

Parameter	Stations-ID	Name	Geo. Länge [Grad]	Geo. Breite [Grad]	Stationshöhe [m]	Geberhöhe ü. Grund [m]
Wind	4466	Kehl	48,57818 N	7,802278 E	135	10
Bedeckung	2812	Lahr	48,3436 N	7,8280 E	155	

Winddaten von der Station Kehl der Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg, LUBW [4],
Bedeckungsdaten von der Station Lahr des Deutschen Wetterdienstes, DWD[3].

Statistische Ermittlung eines repräsentativen Jahres

Für die Ermittlung eines repräsentativen Jahres einer mehrjährigen meteorologischen
Zeitreihe wird die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [1] 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 Bestand-
teil des Akkreditierungsumfanges der Müller-BBM Industry Solutions GmbH nach
DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

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 [5] 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.“ [5]

Zur Bestimmung des repräsentativen Jahres wurde vor diesem Hintergrund die Methode B der VDI 3783 Blatt 20 mit den in [5] 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 [6] 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 [1] 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 den zehnjährigen Bezugszeitraum 2012 - 2021 der LUBW-Station Kehl [4].

Im zehnjährigen Bezugszeitraums 2012 - 2021 beträgt die Windgeschwindigkeit im Mittel 2,5 m/s.

Tabelle 1. Bestimmung des repräsentativen Jahres für die Station Kehl [4].

Jahr	Windrichtung $A_{n,wr}$	Ausbreitungs- klasse $A_{n,ak}$	Beurteilungs- größe BG_n	mittlere Windgeschwindigkeit m/s
2015	45,6	45,6	45,6	2,6
2016	45,6	59,0	48,9	2,4
2014	45,6	70,3	51,8	2,3
2018	72,9	45,6	66,1	2,5
2019	45,6	181,4	79,5	2,7
2021	56,3	184,3	88,3	2,4
2017	73,0	138,0	89,2	2,5
2020	134,4	45,6	112,2	2,6
2013	181	45,6	147,1	2,5
2012	331,7	141,9	284,2	2,8

Entsprechend der Beurteilungsgröße BG_n sind die Jahre 2015 und 2016 gleichrangig als repräsentativ anzusehen, da diese die geringsten Abweichungen vom lang-jährigen Mittel aufweisen.

Im vorliegenden Fall wird unter den gleichwertigen Jahren das Jahr 2015 verwendet, da für dieses Jahr Niederschlagsdaten des Umweltbundesamts verfügbar sind, die nach Anhang 2, Nr. 9.1 und 9.7 nach Möglichkeit zu verwenden sind.

Nachfolgend sind graphisch die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen (in 10-Grad-Schritten) des repräsentativen Einzeljahres 2015 sowie im gesamten zehnjährigen Bezugszeitraum (2012 - 2021) dargestellt.

Windverteilung in Prozent 2015

Windverteilung in Prozent 2012 – 2021

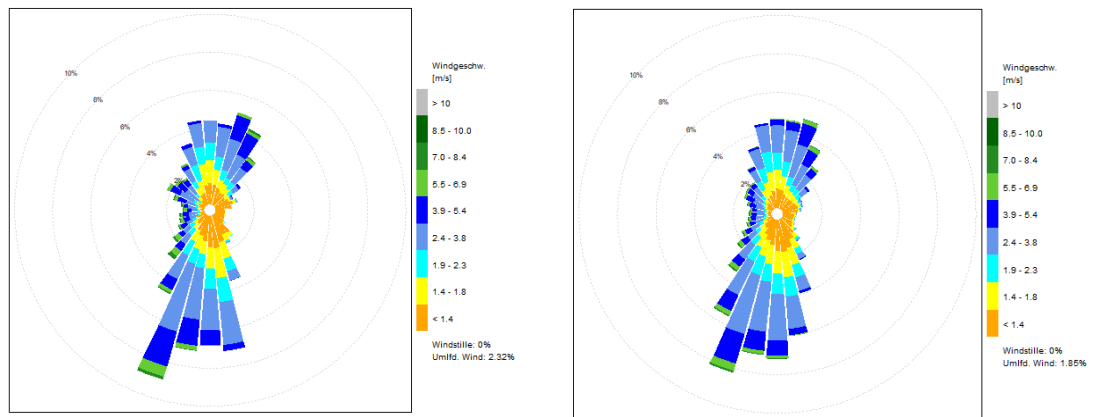
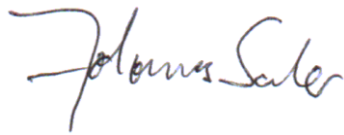


Abbildung 1. Häufigkeitsverteilung in % der Windrichtung des repräsentativen Einzeljahres 2015 (links) und im zehnjährigen Bezugszeitraum 2012 - 2021 (rechts).

Für den Bericht zeichnen verantwortlich:



Dr. Johannes Sander
Telefon +49(89)85602-3142

Projektverantwortliche(r)



Dipl.-Met. Axel Rühling
Telefon +49 (0)721 50437-916

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), (GMBl. Nr. 48-52 vom 14.09.2021 S. 1050); vom 18.08.2021.
- [2] VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie, Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03.
- [3] meteorologische Zeitreihen (Bedeckung) abgerufen unter:
https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/cloudiness/historical/
- [4] meteorologische Zeitreihen (Wind) abgerufen unter:
<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>
- [5] 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.
- [6] VDI 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie; Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. 2017-04.