

**Auftraggeber: SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG**  
**Industriestraße 125**  
**67346 Speyer**

**Schornsteinhöhenbestimmung und Immissions-  
prognose im Rahmen des Genehmigungsverfah-  
rens nach § 4 BlmSchG zur Errichtung und zum  
Betrieb einer Recyclinganlage für Mineralwolle**

**Datum: 03.02.2025**  
**Projekt- Nr.: 24-03-25-FR-Entwurf**  
**Umfang: 90 Seiten**  
**Bearbeiter: Dr. Thorsten Wittemeier, Diplom-Meteorologe**  
Sachverständiger  
**Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe**  
Geschäftsführer, Projektleiter

**IMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG**  
**Eisenbahnstraße 43**  
**79098 Freiburg**  
**Tel.: 0761/ 202 1661**  
**Fax.: 0761/ 202 1671**  
**E-mail: [richter@ima-umwelt.de](mailto:richter@ima-umwelt.de)**

## INHALT

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Beurteilungsgrundlagen .....</b>	<b>7</b>
2.1	Prüfung der Schutzpflicht .....	7
2.2	Schutz der menschlichen Gesundheit .....	8
2.2.1	Immissionswerte .....	8
2.2.2	Irrelevanzschwellen .....	9
2.3	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag .....	9
2.3.1	Immissionswert .....	9
2.3.2	Irrelevanzschwelle .....	9
2.4	Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen .....	9
2.4.1	Immissionswerte .....	9
2.4.2	Beurteilungsflächen .....	10
2.4.3	Irrelevanzregelung .....	10
2.5	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter .....	11
2.5.1	Immissionswerte .....	11
2.5.2	Irrelevanzschwellen .....	11
2.5.3	Stickstoff- und Säuredeposition .....	11
<b>3</b>	<b>Örtliche Verhältnisse .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Beschreibung der geplanten Anlage .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Emissionen .....</b>	<b>16</b>
5.1	Allgemeines .....	16
5.2	Emissionen aus den Schornsteinen .....	16
5.2.1	Emissionswerte .....	16
5.2.2	Abgasrandbedingungen .....	17

5.2.3 Emissionsmassenströme .....	18
5.2.4 Abgasfahnenüberhöhung .....	19
5.3 Diffuse Emissionen .....	19
<b>6 Schornsteinhöhenermittlung .....</b>	<b>21</b>
6.1 Zugrunde gelegte Verordnungen und Vorschriften .....	21
6.2 Anforderung an die Ableitung in die freie Luftströmung (Nr. 5.5.2.1 der TA Luft) .....	22
6.2.1 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen .....	22
6.2.2 Berücksichtigung von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen .....	25
6.3 Anforderungen an die ausreichende Verdünnung (Nr. 5.5.2.2 und 5.5.2.3 TA Luft) ..	26
6.3.1 Allgemeines .....	26
6.3.2 Prüfung der Einhaltung der S-Werte .....	26
6.3.3 Prüfung der Einhaltung der S-Werte unter Berücksichtigung der Emissionen aus allen Schornsteinen .....	29
6.3.4 Zuschlag aufgrund der Bebauung und des Bewuchses .....	29
6.3.5 Zuschlag aufgrund von unebenem Gelände .....	30
6.4 Zusammenfassung der Schornsteinhöhenberechnung .....	31
<b>7 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung .....</b>	<b>31</b>
7.1 Allgemeines .....	31
7.2 Meteorologische Daten .....	32
7.3 Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen .....	33
7.4 Niederschlagsdaten .....	34
7.5 Darstellung der Messdaten .....	34
7.6 Kaltluftabflüsse .....	35
<b>8 Immissionen .....</b>	<b>35</b>
8.1 Allgemeines .....	35
8.2 Prüfung des Schutzes der menschlichen Gesundheit .....	36
8.2.1 Beurteilungspunkte .....	36
8.2.2 Ergebnisse .....	38

8.3	Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag.....	39
8.4	Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen.....	40
8.5	Prüfung des Schutzes vor erheblichen Nachteilen, insbesondere des Schutzes der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter.....	40
8.5.1	Allgemeines.....	40
8.5.2	Beurteilungspunkt.....	40
8.5.3	Fluorwasserstoff (HF)-Immissionen .....	41
8.5.4	Stickstoffdeposition .....	42
8.5.5	Säuredeposition .....	42
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>44</b>
9.1	Schornsteinhöhen.....	44
9.2	Schutzgut menschliche Gesundheit .....	44
9.3	Schutzgut Vegetation und Ökosysteme .....	44
	<b>Literatur .....</b>	<b>46</b>
	<b>Anhang 1: Abbildungen.....</b>	<b>48</b>
	<b>Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen.....</b>	<b>53</b>
A2.1	Allgemeines .....	53
A2.2	Verwendetes Ausbreitungsmodell .....	54
A2.3	Berechnung der Stickstoffdeposition .....	54
A2.4	Berechnung der Säuredeposition .....	55
A2.5	Rechengebiet.....	56
A2.6	Rauigkeitslänge .....	57
A2.7	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten .....	57
A2.8	Berücksichtigung von Gebäuden.....	57
A2.9	Windfeldmodell .....	58
A2.10	Quellen .....	58
A2.11	Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells .....	58
A2.12	Abgasfahnenüberhöhung .....	58



<b>Anhang 3: Grundlagen zur Ermittlung der diffusen Staubemissionen .....</b>	<b>60</b>
A3.1 Umschlagvorgänge.....	60
A3.2 Fahrbewegungen auf befestigtem Untergrund.....	62
<b>Anhang 4: Diffuse Staubemissionsmassenströme .....</b>	<b>68</b>
<b>Anhang 5: Ermittlung des repräsentativen Jahres.....</b>	<b>70</b>
<b>Anhang 6: Protokolldateien .....</b>	<b>74</b>

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG plant die Errichtung und den Betrieb einer Recyclinganlage für Mineralwolle. Die Anlage soll mit einer eigenständigen neuen Genehmigung beantragt werden.

Die Anlage wird aufgrund der geplanten Tätigkeiten und Tonnagen folgender Ziffer des Anhangs I der 4. BImSchV (2022) zugeordnet:

**Nr. 2.8.1 (G):** Anlage zur Herstellung von Glas, auch soweit es aus Altglas hergestellt wird, einschließlich Anlagen zur Herstellung von Glasfaser, mit einer Schmelzkapazität von 20 Tonnen oder mehr je Tag.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens nach § 4 BImSchG ist auf Anforderung der Genehmigungsbehörde eine Immissionsprognose zu erstellen. Ferner ist die Schornsteinhöhe zur Ableitung der Abgase zu ermitteln.

Das Gutachten gliedert sich in folgende Kapitel:

- 1) Darstellung der Beurteilungsgrundlagen (Kapitel 2)
- 2) Darstellung der örtlichen Verhältnisse (Kapitel 3)
- 3) Beschreibung der geplanten Anlage (Kapitel 4)
- 4) Darstellung der Emissionen (Kapitel 5)
- 5) Schornsteinhöhenermittlung (Kapitel 6)
- 6) Darstellung der meteorologischen Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnungen (Kapitel 7)
- 7) Darstellung der Immissionen (Kapitel 8)
- 8) Zusammenfassung der Ergebnisse (Kapitel 9)

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG, Messstelle nach §29b BImSchG und akkreditiert nach DIN 17025 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft und Geruchsimmissions-Richtlinie, wurde mit der Ausarbeitung des Gutachtens beauftragt.

Das Gutachten wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) erstellt. Die Vorgehensweise wurde in Form eines Gutachtenplans zusammengestellt und mit der SGD Süd abgestimmt.

## 2 Beurteilungsgrundlagen

### 2.1 Prüfung der Schutzpflicht

Nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) ist zu prüfen, ob beim Betrieb der geplanten Anlage der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen sichergestellt ist.

Danach kann bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 TA Luft festgelegt sind, auf die Bestimmung von Immissionskenngrößen verzichtet werden, wenn

- a) die Emissionsmassenströme gering sind (Unterschreitung der Bagatellmassenströme)
- b) die Vorbelastung gering ist oder
- c) die Gesamtzusatzbelastung irrelevant ist.

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden, 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 der TA Luft vor.

Bei einer irrelevanten Gesamtzusatzbelastung nach Buchstabe c) ist hingegen immer davon auszugehen, dass von der Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen verursacht werden.

Die TA Luft unterscheidet zwischen folgenden Immissionswerten:

1. Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Nr. 4.2)
2. Immissionswerte zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag (Nr. 4.3.1)
3. Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation sowie vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter (Nr. 4.4)
4. Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe (Nr. 4.5).

Für Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiete) sind in Anhang 8 der TA Luft Abschneidekriterien für die Stickstoff- und Säureeinträge angegeben.

Nachfolgend werden die Immissionswerte nur von denjenigen Schadstoffen dargestellt, die beim Betrieb der geplanten Anlage von Bedeutung sind.

## 2.2 Schutz der menschlichen Gesundheit

### 2.2.1 Immissionswerte

Die Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind in Tabelle 2-1 zusammengestellt. Bei Stoffen, für die in der TA Luft keine Immissionswerte aufgeführt sind, wird auf anerkannte Wirkungsschwellen- bzw. Risikoschwellwerte zurückgegriffen. Im vorliegenden Fall betrifft den Immissionswert von HCl, der auf einer Empfehlung des LANUV NRW basiert.

Tabelle 2-1: Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Schadstoff	Immissionswert	Einheit	Zeitbezug	Literaturquelle
<b>Gasförmige Stoffe:</b>				
NO <sub>2</sub>	40	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1, TA Luft (2021)
	200	µg/m <sup>3</sup>	Grenzwert, der von max. 18 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	
SO <sub>2</sub>	50	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1, TA Luft (2021)
	125	µg/m <sup>3</sup>	Grenzwert, der von max. 3 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	
	350	µg/m <sup>3</sup>	Grenzwert, der von max. 24 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	
HCl	9	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	LANUV (2019)
<b>Partikel (Feinstaub):</b>				
Partikel PM <sub>10</sub>	40	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1, TA Luft (2021)
	50	µg/m <sup>3</sup>	Grenzwert, der von max. 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	
Partikel PM <sub>2,5</sub>	25	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	

Erläuterungen zur Tabelle 2-1:

- PM<sub>10</sub> ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 10 µm beträgt
- PM<sub>2,5</sub> ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 2,5 µm beträgt

### 2.2.2 Irrelevanzschwellen

Der Immissionsbeitrag einer Anlage wird als „irrelevant“ bezeichnet, wenn die Immissionswerte – bezogen auf den Jahresmittelwert – zu weniger 3 % ausgeschöpft werden. Liegen die Immissionsbeiträge der geplanten Anlage am Beurteilungspunkt maximaler Beaufschlagung unterhalb der Irrelevanzschwelle, so ist – unabhängig von der Vorbelastung – sichergestellt, dass von der geplanten Anlage keinen schädlichen Umwelteinwirkungen verursacht werden (vgl. Ausführungen in Kapitel 2.1). Die Vorbelastung muss in diesem Fall nicht ermittelt werden.

## 2.3 Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag

### 2.3.1 Immissionswert

Staubbiederschlag bezeichnet die Deposition von Staub auf eine horizontale Fläche. Er ist für sichtbare Verschmutzungen verantwortlich, jedoch nicht gesundheitsschädlich.

Tabelle 2-2 enthält den Immissionswert für Staubbiederschlag.

*Tabelle 2-2: Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag*

Stoff	Immissionswert	Einheit	Zeitbezug	Literaturquelle
Staubbiederschlag	0,35	g/(m <sup>2</sup> · d)	Jahresmittelwert	TA Luft, Nr. 4.3.1.1

### 2.3.2 Irrelevanzschwelle

Die Irrelevanzschwelle beträgt drei Prozent des Immissionswerts.

## 2.4 Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen

### 2.4.1 Immissionswerte

Zur Beurteilung der Geruchsimmissionen ist der Anhang 7 der TA Luft (2021) vom 18.08.2021 heranzuziehen. Danach wird der Belästigungsgrad durch Gerüche anhand der mittleren jährlichen Häufigkeit von „Geruchsstunden“ beurteilt. Eine „Geruchsstunde“ liegt vor, wenn anlagen-typischer Geruch während mindestens 6 Minuten innerhalb der Stunde wahrgenommen wird.

Auf den Beurteilungsflächen (Definition siehe Kapitel 2.4.2) sind die in Tabelle 2-3 aufgeführten Immissionswerte einzuhalten. Wenn diese Werte eingehalten werden, ist üblicherweise von keinen erheblichen und somit keinen schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG auszugehen.

*Tabelle 2-3: Immissionswerte für Geruch entsprechend TA Luft: Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr*

Nutzungskategorie	Immissionswert
Wohn-/Mischgebiete	10 %
Gewerbe-/Industriegebiete mit zugelassenen Wohnnutzungen (z.B. Betriebsleiterwohnungen)	15 %
Gewerbe-/Industriegebiete (Wohnnutzungen nicht zugelassen)	bis 25 % im Einzelfall

Ferner ist in Nr. 2 des Anhangs 7 der TA Luft ein Vorsorgewert aufgeführt. Danach ist die Schornsteinmindesthöhe in der Regel so zu bemessen, dass die Kenngröße der zu erwartenden Zusatzbelastung auf keiner Beurteilungsfläche, für die Immissionswerte gelten, den Wert 6 % überschreitet.

#### 2.4.2 Beurteilungsflächen

Nach Ziffer 4.4.3 des Anhangs 7 der TA Luft ist zur Beurteilung von Geruchsimmissionen ein Netz aus quadratischen Beurteilungsflächen über das Untersuchungsgebiet zu legen, deren Seitenlänge bei weitgehend homogener Geruchsbelastung i. d. R. 250 m beträgt. Bei sehr inhomogener Verteilung sollen die Flächen verkleinert werden.

Im vorliegenden Fall werden die Beurteilungsflächen auf 50 m x 50 m verkleinert. Damit wird die flächenhafte Verteilung der Geruchsimmissionen höher aufgelöst.

#### 2.4.3 Irrelevanzregelung

In Nr. 3.3 des Anhangs 7 der TA Luft (2021) wird ausgeführt, dass die Genehmigung einer Anlage auch bei Überschreitung der Immissionswerte aus Tabelle 2-3 nicht versagt werden soll, wenn der Immissionsbeitrag des zu beurteilenden Vorhabens (Zusatzbelastung) irrelevant ist. Eine Zusatzbelastung wird als irrelevant bezeichnet, wenn sie auf keiner Beurteilungsfläche den Wert von 2 % überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass die Anlage die belästigende Wirkung einer etwaigen vorhandenen Belastung nicht relevant erhöht. In der Praxis bedeutet dies, dass die Vorbelastung, die durch andere Geruchsemitter hervorgerufen wird, nicht ermittelt werden muss.

Sofern eine übermäßige Kumulation, z.B. durch bestehende Betriebe, vorliegt, kann eine irrelevante Zusatzbelastung ggf. nicht mehr hinnehmbar sein. Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung bedeutet jedoch nach Nr. 3.3 des Anhangs 7 der TA Luft, dass von der Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geruchsimmissionen verursacht werden.

## 2.5 Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter

### 2.5.1 Immissionswerte

Die Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen sind in Tabelle 2-4 zusammengefasst.

Tabelle 2-4: Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen

Stoff	Immissionswert	Einheit	Statistische Definition	Erläuterung
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	20	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert und Mittelwert über das Winterhalbjahr	Schutz von Ökosystemen und der Vegetation (Nr. 4.4.1 TA Luft)
Stickstoffoxide, angegeben als Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> )	30	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Schutz von Ökosystemen und der Vegetation (Nr. 4.4.1 TA Luft)
Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluor (HF)	0,4	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter (Nr. 4.4.2 TA Luft)

### 2.5.2 Irrelevanzschwellen

Die Irrelevanzschwellen für Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Fluorwasserstoff (HF) sind in Tabelle 2-5 aufgeführt.

Tabelle 2-5: Irrelevanzschwellen für Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Fluorwasserstoff und Ammoniak

Stoff	Irrelevanzschwelle	Einheit	Statistische Definition	Erläuterung
NO <sub>x</sub>	3	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Nr. 4.4.3 TA Luft
SO <sub>2</sub>	2	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Nr. 4.4.3 TA Luft
HF	0,04	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Nr. 4.4.3 TA Luft

### 2.5.3 Stickstoff- und Säuredeposition

Zur Beurteilung der Stickstoff- und Säuredeposition in Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiete) wird in Nr. 4.8 der TA Luft auf den Anhang 8 verwiesen.

Danach ist zunächst die vorhabenbedingte Zusatzbelastung an Stickstoffeinträgen zu prüfen. Der Einwirkungsbereich der Anlage umfasst diejenige Fläche, in der das Abschneidekriterium von 0,3 kg N/(ha a) bzw. 0,04 keq Seq/(ha·a) überschritten ist. Liegen Gebiete von gemeinschaftlicher

Bedeutung (FFH-Gebiete) innerhalb des Einwirkbereichs, so ist für diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen.

### 3 Örtliche Verhältnisse

Die geplante Mineralwolle-Recyclinghalle soll auf dem Flurstück 4295/3 östlich der bestehenden Produktionsgebäude der SAINT-GOBAIN-ISOVER G+H AG errichtet werden. Das Grundstück befindet sich in einem ausgewiesenen Industriegebiet etwa 3 km südöstlich des Stadtzentrums von Speyer.

Die nähere Umgebung der geplanten Anlage kann dem Luftbild in Abbildung 3-1 entnommen werden.

Die Koordinaten der Schornsteine betragen im UTM-32-Netz in etwa:

	<b>Schornstein Schmelzwannen</b>	<b>Notkamin 1</b>	<b>Notkamin 2</b>
Ostwert:	461765	461760	461755
Nordwert:	5459885	5459895	5459905
Höhe über NN:	93 (Schornsteinfuß)	93 (Schornsteinfuß)	93 (Schornsteinfuß)

Die nächstgelegenen Gewerbe- und Wohnnutzungen weisen etwa folgende Entfernungen zum Schornstein auf:

- Fa. Helmut Nuber und Fa. Frank Waschkowski Pumpenservice mit zugehörigem Wohnhaus: ca. 200 m nordöstlich
- Fa. Spedition Pflaum: ca. 400 m nordöstlich
- Fa. DHL: ca. 400 m nördlich
- Fa. Messer: ca. 110 m südöstlich

Weitere Wohnhäuser befinden sich nordwestlich der Fa. Saint Gobain ISOVER in der Industrie-straße (siehe Abbildung 3-2).

Der Bereich westlich der geplanten Anlage wird durch die bestehenden Anlagen der Fa. Saint Gobain ISOVER genutzt.



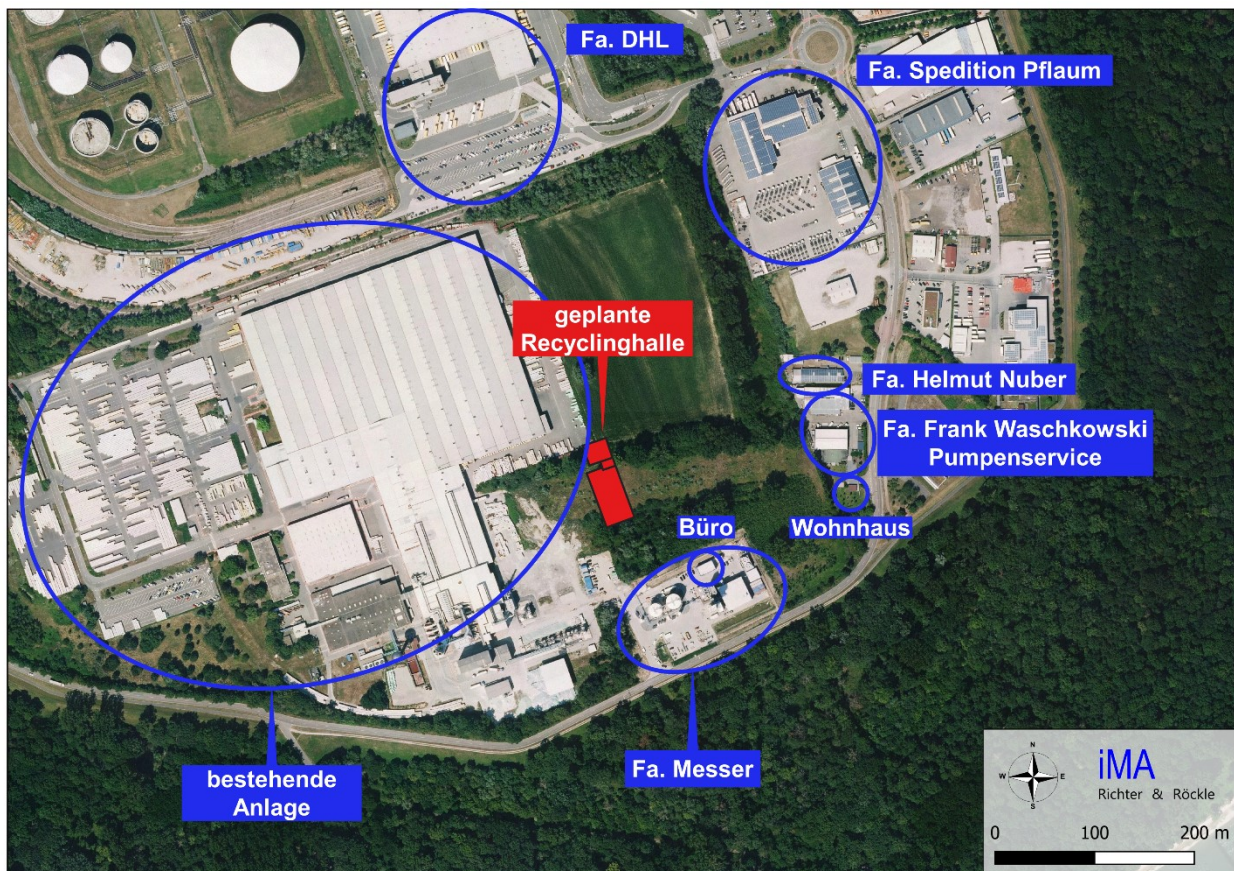


Abbildung 3-1: Lage der geplanten Recyclinghalle und umgebende Nutzungen..  
Luftbild: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2024/25.

Die orografischen Verhältnisse sind in Abbildung 3-2 dargestellt. Die nähere Umgebung des Betriebsgeländes ist durch den Verlauf der Rheinebene geprägt und weitgehend eben.

Die Örtlichkeiten wurden von uns am 23.05.2024 besichtigt. Dabei wurden alle für die Aufgabengstellung erforderlichen Umgebungsverhältnisse erfasst.





Abbildung 3-2: Ausschnitt aus der topografischen Karte mit Lage der geplanten Anlage.  
Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2024/25.

## 4 Beschreibung der geplanten Anlage

In der geplanten Anlage sollen Mineralfasern für die Glasproduktion aufbereitet werden. Die Mineralfasern werden in geschlossenen Gebinden angeliefert, z.B. in Big Bags, Tonnen oder folienummantelten Ballen. Sie werden per Stapler aus den anliefernden Lkw entnommen und in einem überdachten Anlieferbereich abgesetzt.

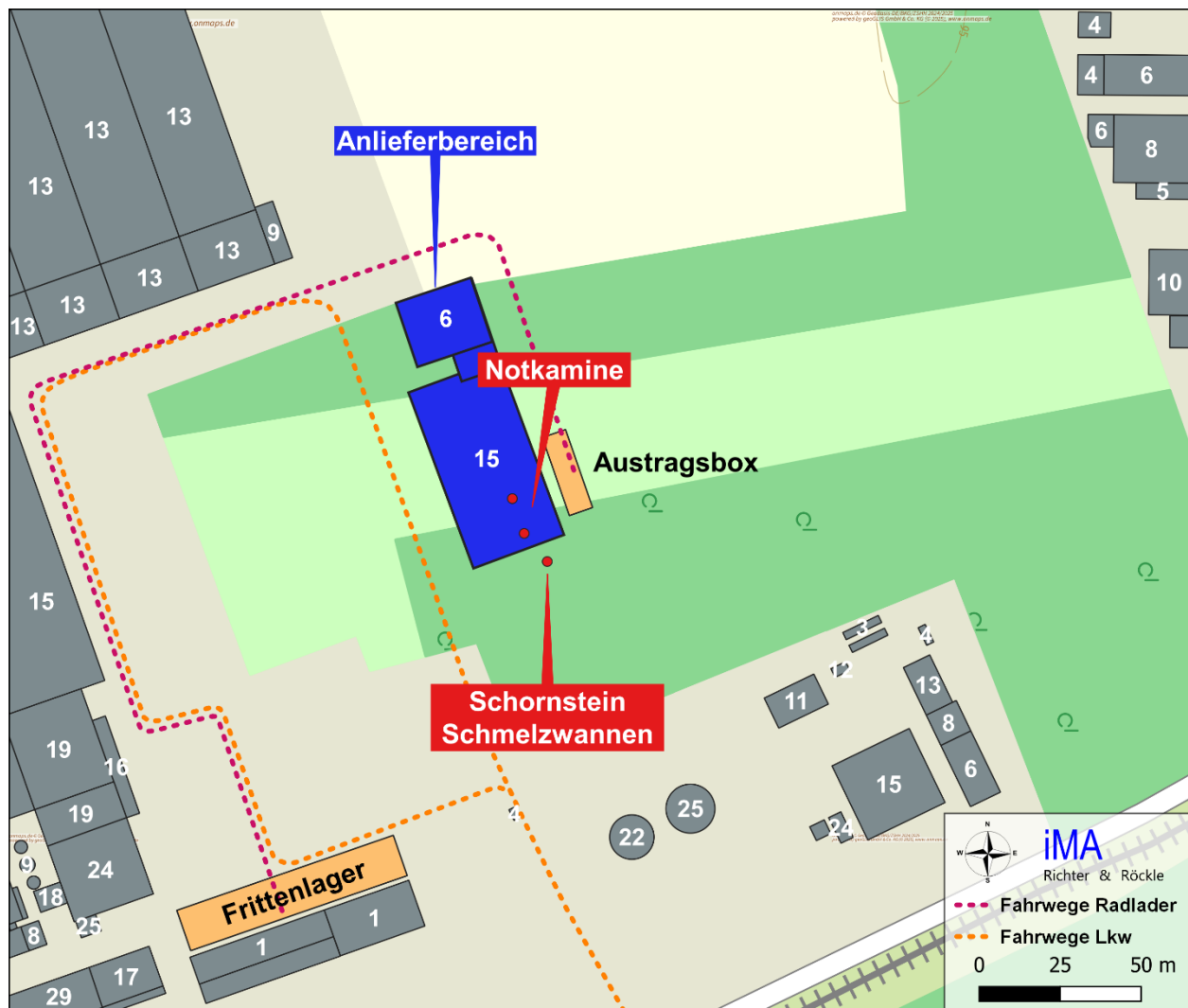
Von dort werden die Behältnisse per Stapler durch eine Schleuse in die Aufbereitungshalle transportiert. Dort werden die Mineralfasern entpackt und in eine Zerkleinerungsanlage aufgegeben. In dieser werden sie zu Flocken mit definierter Größe zerkleinert und von Fremdstoffen befreit. Die Flocken werden in zwei Schmelzwannen geschmolzen und durch Abschreckung mit Wasser zu Glasfritten verarbeitet. **Bei den Schmelzwannen handelt es sich um Oxyfuel-Wannen, bei denen Sauerstoff als Verbrennungsgas eingesetzt wird.**

Die nassen Glasfritten werden per Band in eine Lagerbox ausgetragen, die östlich an die Halle angrenzt. Von dort werden sie per Radlader zum Frittenlager transportiert und mittels Lkw abgeholt.

Die Schmelzwannen und die Halle werden abgesaugt und die Abluft einem Gewebefilter zugeführt. Die entstaubte Abluft wird über einen Schornstein, der südlich der Aufbereitungshalle errichtet wird, abgeleitet.

Bei Wartungsarbeiten am Gewebefilter, die während maximal 180 Stunden pro Jahr stattfinden, wird die Abluft über zwei Notkamine abgeleitet, die sich oberhalb der Schmelzwannen befinden.

Die Lage der Schornsteine ist in Abbildung 4-1 dargestellt.



**Abbildung 4-1: Draufsicht auf die geplante Recyclinghalle. Die Zahlen in den Gebäuden geben die Höhe über Grund in Metern an. Die Fahrwege der Lkw und des Radladers sind gestrichelt eingetragen. Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2024/25.**

## 5 Emissionen

### 5.1 Allgemeines

Die maßgebenden Emissionen gehen von den Schornsteinen aus. Zusätzlich werden die diffusen Staubemissionen, die sich aus dem Fahrverkehr und den Umschlagvorgängen ergeben, berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.3).

### 5.2 Emissionen aus den Schornsteinen

#### 5.2.1 Emissionswerte

Die Emissionswerte im Abgas der Schmelzwannen müssen folgenden Regelwerken genügen:

1. Durchführungsbeschluss der Kommission vom 28. Februar 2012 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen in Bezug auf die Glasherstellung. Hier: BVT 1.9.1, Tabellen 61 bis 64.
2. TA Luft (2021): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 18.08.2021. Hier: Nr. 5.4.2.8.1g

Die von der SAINT-GOBAIN-ISOVER G+H AG beantragten Emissionswerte für das Abgas aus dem Schornstein der Schmelzwannen sind in Tabelle 5-1 zusammengestellt. In Spalte 3 ist der Emissionsfaktor in kg/(t Schmelzglas) aufgeführt, der sich aus folgenden Daten errechnet:

Abgasvolumenstrom i.N.tr.: 20.000 m<sup>3</sup>/h

Betriebszeit: 8.460 h/a

Schmelzleistung: 26.000 t/a

Spalte 4 enthält die Spannbreite der Emissionsfaktoren nach den BVT-Schlussfolgerungen.

*Tabelle 5-1: Emissionswerte des Abgases des Schornsteins der Schmelzwannen.  
In Klammern: Emissionswerte nach Nr. 5.4.2.8.1g TA Luft.*

1	2	3	4
Schadstoff	Beantragter Emissionswert (mg/m <sup>3</sup> )	Emissionsfaktor aus Spalte 2 (kg/t Schmelzglas)	Emissionsfaktor nach BVT (kg/t Schmelzglas)
Staub	10 (10)	0,07	0,05 – 0,15
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	200 (500) *	1,3	2,5 – 5 *
Schwefeloxide (SO <sub>2</sub> )	15 (100)	0,10	0,25 – 1,5
Chlorwasserstoff (HCl)	7,5 (10)	0,049	< 0,05
Fluorwasserstoff (HF)	4,5 (5)	0,029	< 0,03

1	2	3	4
Schadstoff	Beantragter Emissionswert (mg/m <sup>3</sup> )	Emissionsfaktor aus Spalte 2 (kg/t Schmelzglas)	Emissionsfaktor nach BVT (kg/t Schmelzglas)
Geruchsstoffe	1200 GE/m <sup>3</sup>	–	–

\* Für Oxyfuel-Wannen darf der Emissionsfaktor für Stickoxide 2,5 kg/t Schmelzglas nicht übersteigen, siehe Nr. 5.4.8.2.1g TA Luft.

Für die Notkamine werden die in Tabelle 5-2 aufgeführten Emissionswerte beantragt.

Tabelle 5-2: Emissionswerte des Abgases der Notkamine

Schadstoff	Emissionswert (mg/m <sup>3</sup> )
Staub	300
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	200
Schwefeloxide (SO <sub>2</sub> )	200
Chlorwasserstoff (HCl)	30
Fluorwasserstoff (HF)	10
Geruchsstoffe	Geruchsstoffstrom wie im Hauptkamin

## 5.2.2 Abgasrandbedingungen

Die Abgasvolumenströme der Schornsteine wurden uns von der Fa. Saint Gobain ISOVER geliefert. Sie sind in Tabelle 5-3 zusammengefasst.

Tabelle 5-3: Abgasrandbedingungen der geplanten Schornsteine. Der Abgasvolumenstrom der Notkamine teilt sich hälftig auf die beiden Notkamine auf.

	Einheit	Schornstein Schmelzwannen	Notkamin 1	Notkamin 2
Trockener Abgasvolumenstrom im Normzustand	m <sup>3</sup> /h	20.000	6.000 (Summe)	
Feuchter Abgasvolumenstrom im Normzustand	m <sup>3</sup> /h	23.420	7.026 (Summe)	
Abgastemperatur an der Schornsteinmündung	°C	150	500	
Wasserbeladung	kg/kg	0,10	0,10	

	Einheit	Schornstein Schmelzwannen	Notkamin 1	Notkamin 2
Innendurchmesser an der Schornsteinmündung	m	0,92	0,48	0,48
Austrittsfläche	m <sup>2</sup>	0,67	0,18	0,18
Austrittsgeschwindigkeit (bei Abgastemperatur)	m/s	15	15	15

### 5.2.3 Emissionsmassenströme

In Tabelle 5-4 sind die Emissionsmassenströme, die sich aus dem Produkt der Schadstoffkonzentrationen (Tabelle 5-1 bzw. Tabelle 5-2) und des trockenen Abgasvolumenstroms i.N. (Tabelle 5-3) ergeben, aufgeführt. Informativ enthält die letzte Spalte die Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft.

Tabelle 5-4: Schadstoffmassenströme beim Volllastbetrieb aller Anlagen sowie Vergleich mit den Bagatellmassenströmen nach Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 der TA Luft.

	Einheit	Schornstein Schmelzwannen	Notkamine (Summe)	Bagatell- massenstrom
Trockener Abgasvolumen- strom im Normzustand	m <sup>3</sup> /h	20.000	6.000	-
Massenstrom Staub	kg/h	0,200	1,8	0,8*
Massenstrom NO <sub>x</sub> , angegeben als NO <sub>2</sub>	kg/h	4,0	1,2	15
Massenstrom SO <sub>x</sub> , angegeben als SO <sub>2</sub>	kg/h	0,30	1,2	15
Massenstrom Chlorwasserstoff (HCl)	kg/h	0,150	0,18	-
Massenstrom Fluorwasserstoff (HF)	kg/h	0,090	0,06	0,018
Geruchsstoffstrom	MGE/h	30,2**	30,2	11,9**

\* Gilt für PM<sub>10</sub>. Für Gesamtstaub beträgt der Bagatellmassenstrom 1 kg/h.

\*\* Berechnet anhand des feuchten Volumenstroms bei 20 °C von 25.136 m<sup>3</sup>/h

\*\* Nach Anhang 6 Nr. 2.2 für eine Schornsteinhöhe von 26 m

Der Geruchsstoffstrom der Notkamine wird ebenfalls mit 30,2 MGE/h (15,1 MGE/h je Kamin) angesetzt, da eine höhere Geruchsstoffkonzentration aufgrund der geringeren Verdünnung möglich ist und für die Notkamine keine Messwerte vorliegen.



Gemäß Nr. 4.1 der TA Luft kann auf die Ermittlung der Immissionskenngrößen eines Schadstoffs verzichtet werden, wenn sein Massenstrom den Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft unterschreitet. In diesem Fall kann üblicherweise davon ausgegangen werden, dass der Schadstoff keine schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit hat. Die Immissionskenngrößen sind daher nicht zu ermitteln.

Aus Tabelle 5-4 geht hervor, dass die Stoffe  $\text{NO}_x$ , Staub und  $\text{SO}_2$  die Bagatellmassenströme im Regelbetrieb unterschreiten. Dennoch werden die Immissionen auch für diese Stoffe ermittelt.

Für Chlorwasserstoff (HCl) ist in der TA Luft kein Bagatellmassenstrom angegeben. Daher sind die HCl-Immissionen ebenfalls zu ermitteln.

Der Staubmassenstrom aus den Schornsteinen wird folgenden Korngrößenklassen zugeordnet:

- Korngrößenklasse < 2,5  $\mu\text{m}$ : 30 %
- Korngrößenklasse 2,5 bis 10  $\mu\text{m}$ : 70 %

Diese Korngrößenverteilung soll gemäß TA Luft (2021) bei nicht bekannter Korngrößenverteilung angesetzt werden.

Bei den Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) wird davon ausgegangen, dass 10 % in Form von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) emittiert werden.

#### **5.2.4 Abgasfahnenüberhöhung**

Aufgrund ihrer Austrittsgeschwindigkeit und Temperatur steigen die Abgasfahnen noch einige Meter oberhalb der Schornsteinmündung hoch (Abgasfahnenüberhöhung). Die Eingangsgrößen zur Ermittlung der Abgasfahnenüberhöhung sind in Tabelle 5-3 zusammengestellt.

Weitere Details zur Ausbreitungsrechnung können Anhang 2 dieses Gutachtens entnommen werden.

### **5.3 Diffuse Emissionen**

Maßgebend sind im vorliegenden Fall diffuse Staubemissionen. Andere Stoffe wie  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_2$  sind nicht von Bedeutung. KMF-Emissionen müssen durch konsequente Maßnahmen (Anlieferungen ausschließlich in geschlossenen Gebinden, Verhinderung von Diffusion durch Tore durch Installation von Schnellauftoren in Verbindung mit Luftschleieranlagen) zu verhindern.

In Tabelle 5-5 sind die diffusen Emissionen durch Umschlagvorgänge (Aufnahme von Glasfritten aus der Box, Abkippen der Glasfritten in die Lagerbox (Frittenlager), Verladen der Glasfritten in Lkw) zusammenfassend dargestellt. Die Berechnungsgrundlagen und Berechnungsschritte sind aus Übersichtlichkeitsgründen in Anhang 3 und Anhang 4 dieses Gutachtens dargestellt.

Tabelle 5-5: Diffuse Staubemissionen durch **Umschlagvorgänge** (Aufnahme von Glasfritten aus der Box, Abkippen der Glasfritten in die Lagerbox, Verladen der Glasfritten in Lkw) in kg/a, aufgeteilt auf die Korngrößenklassen der TA Luft

Pos.	Emissionsquelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt (kg/a)
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Zwischenlager Glasfritten	0	2	7	9
2	Frittenlager inkl. Verladung	0	1	4	5
	<b>Summe:</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>14</b>

Die in dieser und den folgenden Tabellen dargestellte Genauigkeit ergibt sich rechnerisch und spiegelt nicht die tatsächliche Genauigkeit wider. Die Ergebnisse sind jedoch konservativ. So konnten Düring & Sörgel (2014) zeigen, dass die Berechnungsansätze der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) die Staubemissionen um den Faktor 2 bis 3 überschätzen. Dies zeigen auch Untersuchungen von Strobl & Kuntner (2014).

Insbesondere für die als Stückgut vorliegenden Materialien werden die Staubemissionen deutlich überschätzt (vgl. Rühling et al. (2022)). In den Tabellen sind ferner gerundete Zahlenwerte angegeben, die rechnerisch mit größerer Genauigkeit ermittelt wurden, so dass sich geringe Abweichungen bei der Summenbildung ergeben können.

Tabelle 5-6 und Tabelle 5-7 enthalten die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen der Stapler, Radlader und Lkw verursacht werden. Zur Berechnung wurde die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 (2018) herangezogen. Neben den Emissionen durch Aufwirbelungen sind darin die Emissionen durch Abriebe (von Bremsen, Reifen und vom Fahrbahnbelag) sowie die Auspuffemissionen der Fahrzeuge enthalten.

Die Berechnungsgrundlagen und Berechnungsschritte sind aus Übersichtlichkeitsgründen in Anhang 3 dieses Gutachtens dargestellt.

Alle Fahrwege sind asphaltiert oder mit gleichwertigem Material in Straßenbauweise befestigt.

Tabelle 5-6: Diffuse Staubemissionen durch **Fahrbewegungen der Stapler** in kg/a, aufgeteilt auf die Korngrößenklassen der TA Luft

Pos.	Emissionsbereich	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt (kg/a)
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Annahmebereich	25	74	411	511



Tabelle 5-7: Diffuse Staubemissionen durch **Fahrbewegungen der Lkw und Radlader** in kg/a, aufgeteilt auf die Korngrößenklassen der TA Luft

Pos.	Emissionsquelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt (kg/a)
		< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
1	Lkw-Fahrten extern	7	21	119	148
2	Radladerfahrten intern	8	25	139	172
	<b>Summe:</b>	<b>16</b>	<b>47</b>	<b>258</b>	<b>320</b>

Laut Düring et al. (2023) führt die Emissionsermittlung auf Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 (2018) ebenfalls zu einer deutlichen Überschätzung der Fahrwegemissionen. Dies gilt insbesondere für gut gereinigte befestigte Fahrwege.

In Tabelle 5-8 sind die diffusen Staubemissionen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5-8: Diffuse Staubemissionen in kg/a, aufgeteilt auf die Korngrößenklassen der TA Luft

Quelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Umschlagvorgänge	1	3	11	14
Fahrbewegungen der Stapler	25	74	411	511
Lkw- und Radlader-Fahrbewegungen	16	47	258	320
<b>Gesamt</b>	<b>42</b>	<b>124</b>	<b>680</b>	<b>846</b>

## 6 Schornsteinhöhenermittlung

### 6.1 Zugrunde gelegte Verordnungen und Vorschriften

Zur Ermittlung der Schornsteinhöhe werden folgende Vorschriften, Regelwerke und Berechnungsmodelle zugrunde gelegt:

- TA Luft (2021): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 18.08.2021.
- LAI (2023): Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021
- VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017): Ableitbedingungen für Abgase. Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen.
- BESTAL (UBA (2024): Hilfsprogramme BESMIN und BESMAX zur TA Luft, Version 1.2.0.
- WinSTACC (2024): Programm zur Berechnung der Schornsteinhöhe nach VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4, Version 1.0.7.8.

## 6.2 Anforderung an die Ableitung in die freie Luftströmung (Nr. 5.5.2.1 der TA Luft)

### 6.2.1 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Gemäß Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 soll der Schornstein mindestens

- eine Höhe von 10 m über dem Grund und
- eine den Dachfirst um drei Meter überragende Höhe haben und
- 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.

Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad soll die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad berechnet werden. Als weitere Bedingung soll die Schornsteinhöhe die doppelte Gebäudehöhe nicht überschreiten.

Die Anforderung nach Ableitung in die freie Luftströmung wird in der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 weiter konkretisiert. Danach sind auch die Rezirkulationszonen von benachbarten Gebäuden zu berücksichtigen. In Lee von Gebäuden bzw. vom First eines Gebäudes bildet sich eine Rezirkulationszone aus, die vom Abgasschornstein überragt werden muss. Eine Prinzipskizze für ein Anlagengebäude mit Satteldach (Dachneigung  $< 20^\circ$ ) und für ein vorgelagertes Gebäude ist in Abbildung 6-1 dargestellt.

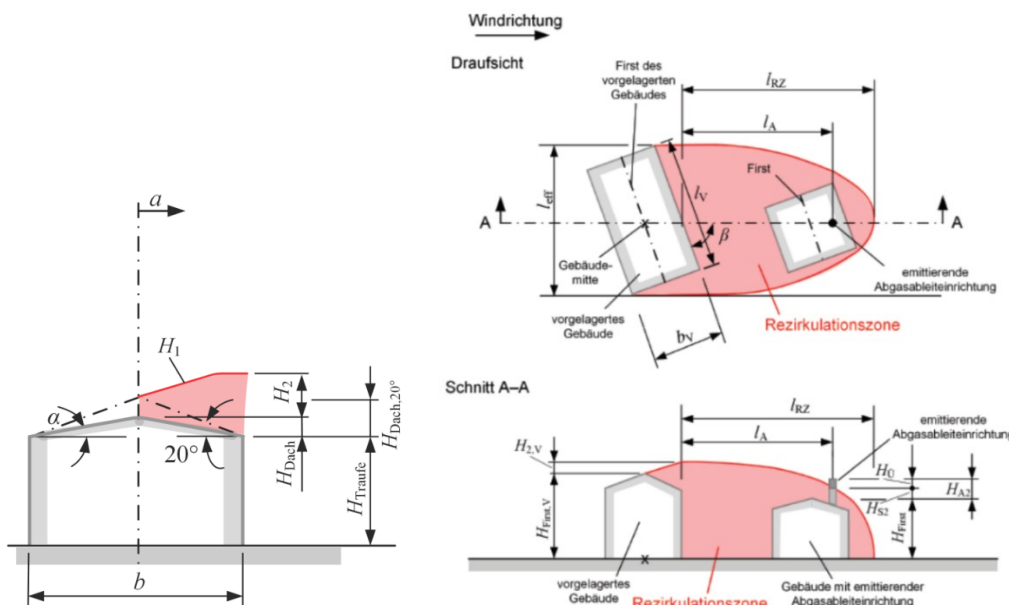


Abbildung 6-1: Prinzipskizze zur Ausdehnung der Rezirkulationszone am Anlagengebäude mit Satteldach  $< 20^\circ$  Dachneigung (links) und am vorgelagerten Gebäude (rechts). Aus: VDI 3781, Blatt 4.

Die Formeln zur Berechnung der Höhe der Rezirkulationszone sind in Nr. 6.2 der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 für verschiedene Dachformen aufgeführt. Gemäß Nr. 5.2 der Richtlinie soll der Schornstein die Rezirkulationszone um einen additiven Term  $H_{\bar{u}}$  überragen, da die Berandung der Rezirkulationszone keine scharfe Grenzfläche ist, sondern aufgrund der turbulenten Scherschicht eine gewisse Dicke aufweist.

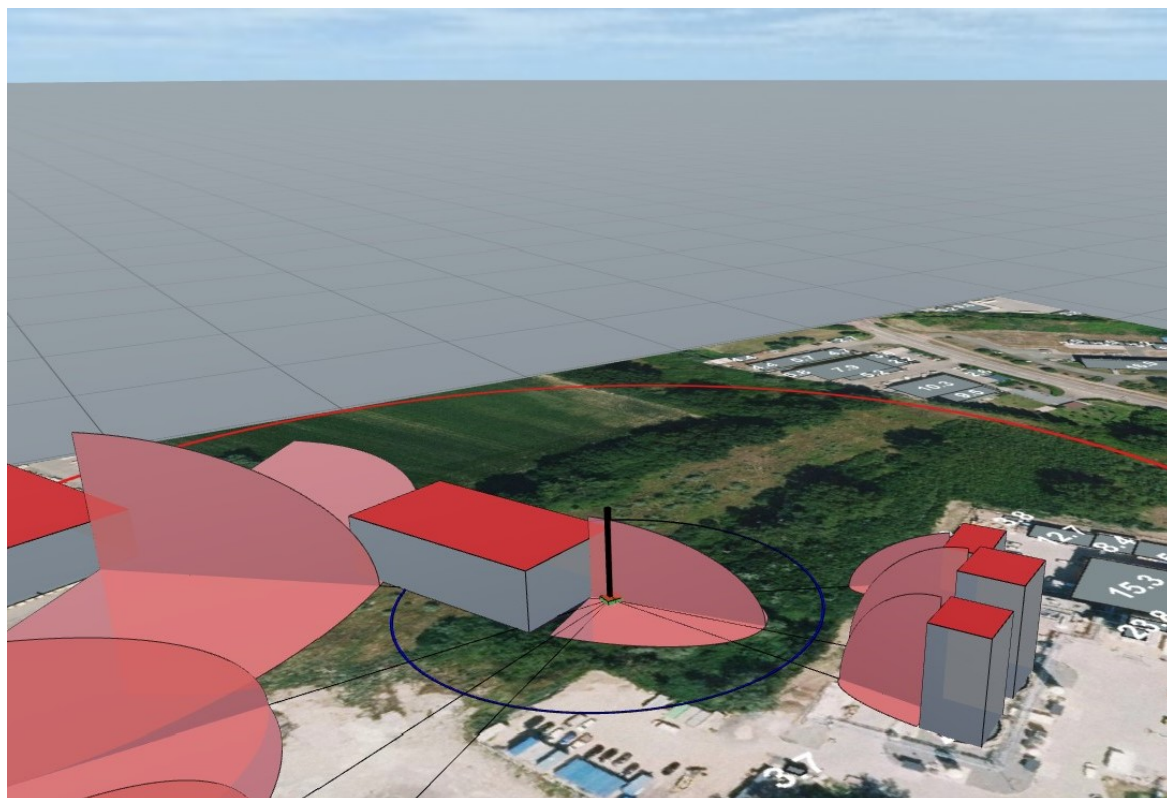
Im vorliegenden Fall ist der Term mit  $H_{\bar{u}} = 3 \text{ m}$  anzusetzen.

Die Schornsteinhöhen wurden mit dem Programm WinSTACC, Version 1.0.8.8, das die Formeln der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 umsetzt, berechnet.

Abbildung 4-1 auf Seite 15 zeigt die geplante Aufbereitungshalle mit den umliegenden Gebäuden und deren Höhen. Maßgebend für die Schornsteinhöhenberechnung ist die Aufbereitungshalle, die eine Höhe von **15 m** besitzt. Die anderen Gebäude sind entweder niedriger oder es handelt sich um schmale Rundbehälter (Fa. Messer). Die Rezirkulationszonen dieser Gebäude reichen nicht bis zu den geplanten Schornsteinen.

### Schornstein der Schmelzwannen (Hauptschornstein)

Abbildung 6-2 enthält die Schornsteinhöhenermittlung für den Hauptschornstein in grafischer Form. Die Protokolldatei des Programms, aus dem die Berechnungsgrundlagen hervorgehen, ist in Anhang 6 aufgeführt.



**Abbildung 6-2:** Blick in Richtung Nordosten zum Schornstein der Schmelzwannen (schwarzer Balken). Die Rezirkulationszone der Aufbereitungshalle ist rosa ausgefüllt. Aus: WinSTACC.



Für den Schornstein errechnet sich eine Höhe von **23,3 m** über Grund. Diese Höhe ergibt sich aufgrund der 30 m breiten Aufbereitungshalle, deren Höhe **15 m** beträgt. Die Firsthöhe eines fiktiven 20°-Daches ergibt sich nach Formel 17 der VDI-Richtlinie zu **4,3 m**. Da der First um 3 m überragt werden muss, errechnet sich eine Höhe von **23,3 m**.

Weitere Gebäude sind nicht für die Schornsteinhöhe relevant, wie auch aus Abbildung 6-3 erkennbar ist. Die Rezirkulationszonen dieser Gebäude reichen nicht bis zum geplanten Schornstein.

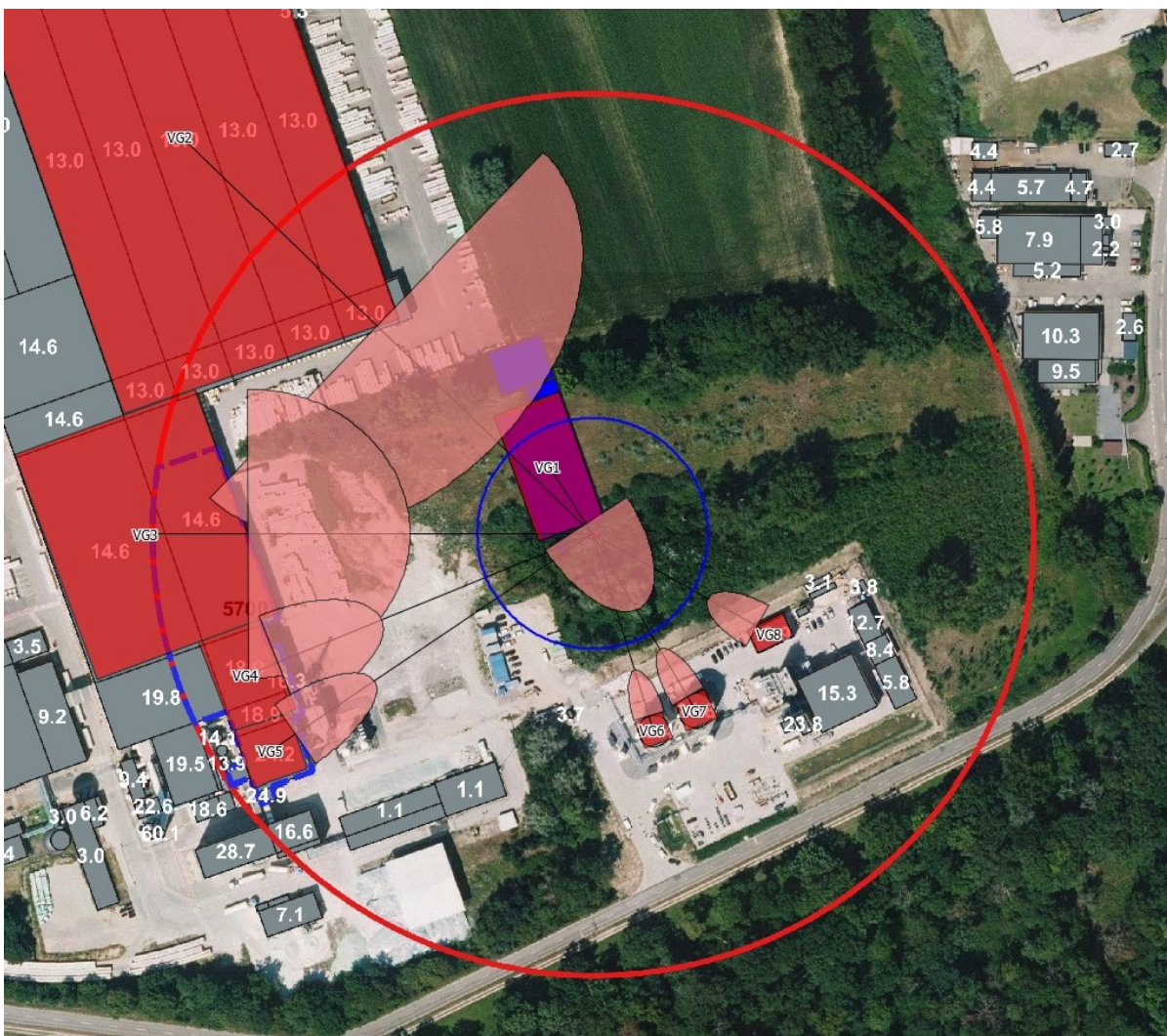


Abbildung 6-3: Rezirkulationszonen der Aufbereitungshalle und der weiteren umliegenden Gebäude (rosa ausgefüllt). Aus: WinSTACC.

## Notkamine

Für die Notkamine errechnet sich die Schornsteinhöhe jeweils zu **23,4 m**. Maßgebend ist die Recyclinghalle selbst (siehe Abbildung 6-4). Aufgrund der Flachdachgeometrie ist die Schornsteinhöhe für beide Notkamine identisch.

Die geringe Abweichung der Höhe der Notkamine zum Schornstein der Schmelzwannen ist auf rechnerische Details der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 und ihrer Implementierung im Programm WinStacc zurückzuführen.

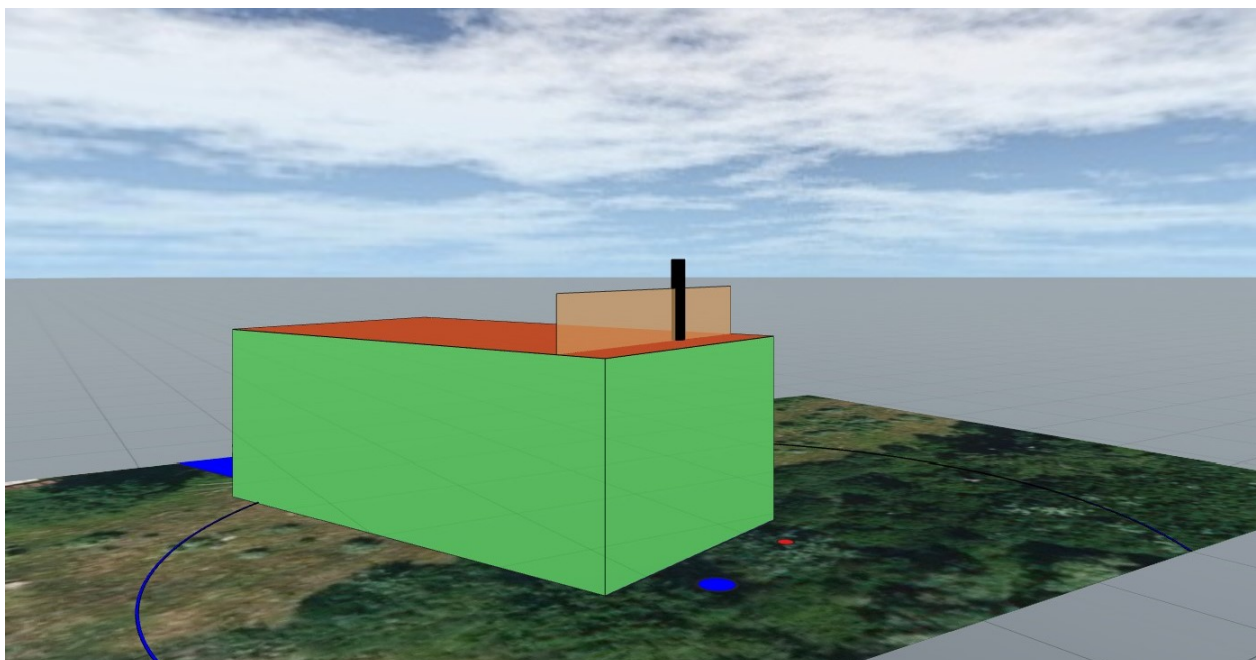


Abbildung 6-4: Blick in Richtung Nordosten zum Notkamin der Schmelzwanne 1 (schwarzer Balken). Die Firsthöhe der 20-Grad-Daches ist ockerfarbig ausgefüllt. Sie gilt für jeden Schornsteinstandort auf dem Dach. Aus: WinSTACC.

### 6.2.2 Berücksichtigung von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen

Zusätzlich ist zu prüfen, ob die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume im Einwirkungsbereich der Anlage um mindestens 5 m überragt werden (siehe Anforderung c) in Kapitel 6.2.1).

Hierfür ist zunächst der Einwirkungsbereich zu bestimmen. Dieser ergibt sich nach Nr. 5.5 der TA Luft und Kapitel 6.3.2 der VDI-Richtlinie zu 50 m.

Der Kreis mit einem Radius von 50 m um den Hauptschornstein sind in Abbildung 6-5 dargestellt. Innerhalb des Kreises befinden sich keine Zuluftöffnungen, Fenster und Türen. Die Schornsteinhöhen von **23,3 m bzw. 23,4 m** reichen somit aus, um dieses Kriterium zu erfüllen.



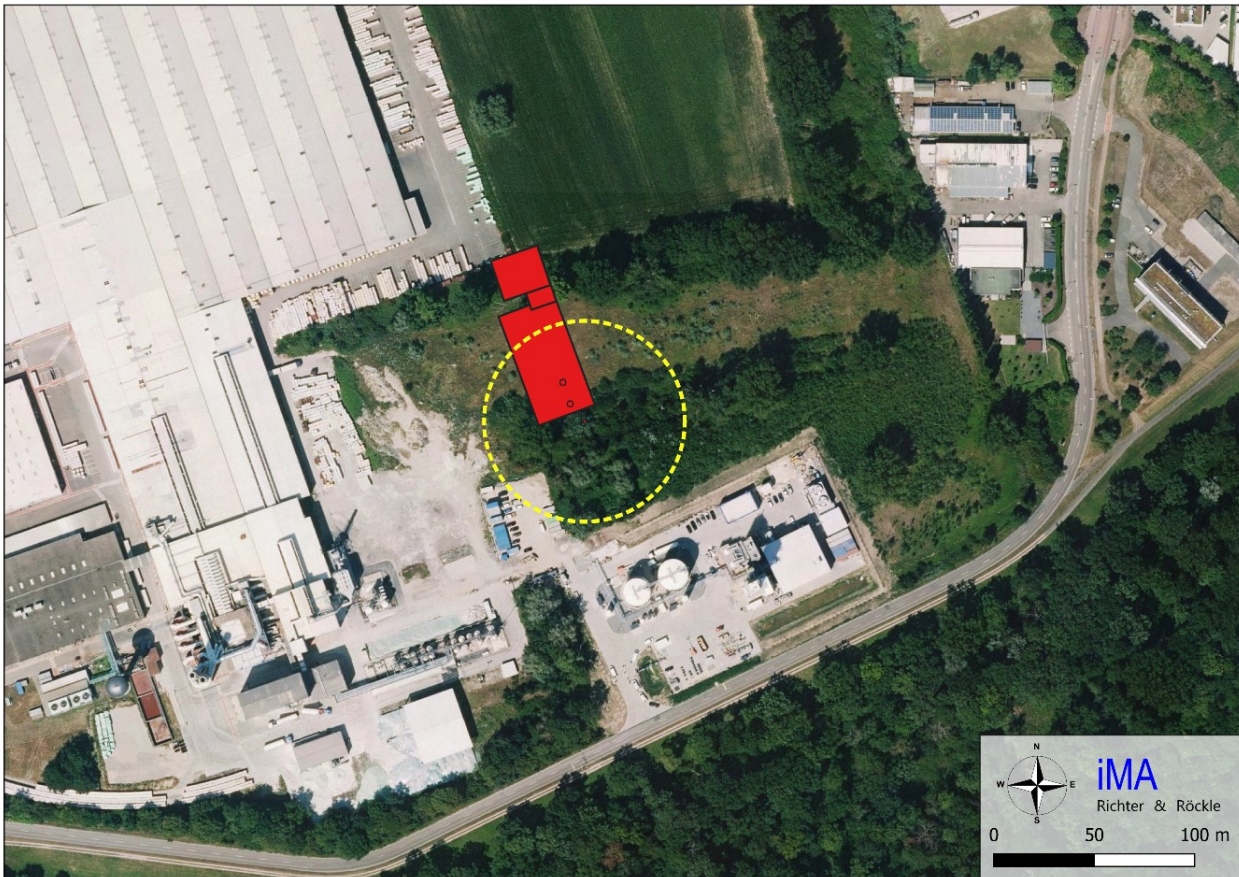


Abbildung 6-5: Kreis mit einem Radius von 50 m um den Hauptschornstein. Für die Notkamine ergeben sich ähnliche Kreise. Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023.

### 6.3 Anforderungen an die ausreichende Verdünnung (Nrn. 5.5.2.2 und 5.5.2.3 TA Luft)

#### 6.3.1 Allgemeines

Zusätzlich zu den in Nr. 5.5.2.1 der TA Luft definierten Mindestanforderungen muss die Schornsteinhöhe auch den Anforderungen der Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 – sowie bei mehreren Schornsteinen – Nr. 5.5.2.1, Absatz 5 genügen, um eine ausreichende Verdünnung der Abgase zu gewährleisten.

#### 6.3.2 Prüfung der Einhaltung der S-Werte

Die Schornsteinhöhenberechnung wird nur für den Hauptschornstein durchgeführt, da die Notkamine nur während maximal 180 h/a in Betrieb sind. Für die Notkamine reicht – vorbehaltlich der Zustimmung der Genehmigungsbehörde – die in Kapitel 6.2 hergeleitete Höhe zur Ableitung in die freie Luftströmung aus.

Die Schornsteinhöhe wird anhand der Vorgaben in Nr. 5.5.2.2 der TA Luft ermittelt. Danach ist der Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase die maximale bodennahe Konzentration der relevanten Schadstoffe. Die Höhe eines Schornsteins ist so zu bestimmen, dass der maximale Stundenmittelwert der Konzentration den 'Schädlichkeits-Wert' (S-Wert) nicht überschreitet. Hierzu sind Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 2 der TA Luft unter Berücksichtigung der Festlegungen nach Anhang 2, Nr. 14 für alle in Frage kommenden meteorologischen Einzelsituationen durchzuführen. Maßgebend ist der Fall mit der höchsten bodennahen Konzentration. Für den S-Wert sind die in Anhang 6 der TA Luft festgelegten Werte einzusetzen. Diese Vorgaben sind im Ausbreitungsprogramm BESMIN des Umweltbundesamtes umgesetzt.

Für die Schornsteinhöhenberechnung ist nicht das emissionsseitig begrenzte  $\text{NO}_x$ , sondern  $\text{NO}_2$  zu betrachten, da im Anhang 6 der TA Luft (2021) nur für  $\text{NO}_2$  ein S-Wert angegeben ist.

$\text{NO}_x$  wird als Stickstoffmonoxid (NO) und als Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) emittiert. Der Anteil, der direkt als  $\text{NO}_2$  freigesetzt wird, wird als „Primär- $\text{NO}_2$ -Anteil“  $p$  bezeichnet. Der  $\text{NO}_2$ -Massenstrom wird unter der Annahme berechnet, dass 10 % ( $p = 0,1$ ) der primär emittierten Stickoxide in Form von  $\text{NO}_2$  vorliegen. Bei den NO-Emissionen wird gemäß Nr. 5.5.2.2 Abs. 5 der TA Luft (2021) ein Umwandlungsgrad von NO in  $\text{NO}_2$  von 60 % angesetzt.

Fasst man beide Anforderungen zusammen, so ergibt sich der Emissionsmassenstrom für  $\text{NO}_2$  aus dem Emissionsmassenstrom von  $\text{NO}_x$  mit der Gleichung:

$$\text{NO}_2 = (0,6 + 0,4 \cdot p) \cdot \text{NO}_x = 0,64 \cdot \text{NO}_x$$

In Tabelle 6-1 sind die Schadstoffmassenströme (Q), die für die Schornsteinhöhenberechnung herangezogen werden, zusammengefasst. Für die Stickoxide ist der  $\text{NO}_2$ -Massenstrom anzuwenden.

Tabelle 6-1 enthält weiterhin die S-Werte (S) nach Anhang 6 der TA Luft sowie die Q:S-Verhältnisse. Da die Schadstoffimmissionen direkt proportional zu den Schadstoffemissionen sind, ist der Schadstoff mit dem größten Q:S-Verhältnis für die Schornsteinhöhenberechnung maßgebend. Für alle anderen Schadstoffe werden mit BESMIN geringere Schornsteinhöhen berechnet.

*Tabelle 6-1: Schadstoffmassenströme der Schmelzwannen zur Ermittlung des maßgebenden Schadstoffs für die Schornsteinhöhenberechnung*

Schadstoff	Massenstrom	S-Wert	Q:S
	kg/h	mg/m <sup>3</sup>	
Staub	0,200	0,08	2,5
$\text{NO}_x$	4,0	–	–
$\text{NO}_2$	2,56	0,1	25,6
$\text{SO}_2$	0,30	0,14	2,1
HCl	0,150	0,1	1,5
HF	0,0900	0,0018	50,0

Aus Tabelle 6-1 geht hervor, dass HF das höchste Q:S-Verhältnis aufweist und somit für die Schornsteinhöhenberechnung maßgebend ist.

Tabelle 6-2 enthält die Eingangsdaten für das Programm BESMIN auf Grundlage der Tabelle 6-1.

*Tabelle 6-2: Eingangsdaten zur Berechnung der Schornsteinhöhe  $H_b$  des Hauptschornsteins mit dem Programm BESMIN*

Parameter	Einheit	Wert
Massenstrom HF	kg/h	0,0900
S-Wert	mg/m <sup>3</sup>	0,10
Schornsteininnendurchmesser an der Mündung	m	0,92
Feuchter Abgasvolumenstrom im Normzustand beim Betriebssauerstoffgehalt (Summe)	m <sup>3</sup> /h	23.420
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	15
Abgastemperatur an der Mündung	°C	150
Wasserbeladung	kg/kg	0,10

Das Berechnungsergebnis ist in Abbildung 6-6 dargestellt. Die Schornsteinhöhe  $h_b$  errechnet sich zu 11,1 m.

BESMIN - Version 1.2.0

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff	Fluorwasserstoff	S	0,0018	mg/m <sup>3</sup>
Emissionsmassenstrom	eq	0,09	kg/h	
Innendurchmesser	dq	0,92	m	
Austrittstemperatur	tq	150	°C	
<input checked="" type="radio"/>				
Austrittsgeschwindigkeit	vq	15	m/s	
Wasserbeladung	zq	0,10	kg/(kg tr)	
Flüssigwasser	lq	0,0000	kg/kg	
<input type="radio"/>				
Normvolumenstrom (f)	nf	23172	m <sup>3</sup> /h	
Normvolumenstrom (f)	nt	19963	m <sup>3</sup> /h	

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe  $h_b$  11,1 m

Durchgeführte Berechnungen    Zwischenergebnisse

Stoff	S	eq	dq	tq	vq	zq	lq	nf	nt	hb
Fluorwasserstoff	0,0018	9,00E-02	0,9	150	15,00	0,1000	0,0000	23172	19963	11,1

**Abbildung 6-6: Ergebnisdarstellung des Programms BESMIN für die Schmelzwannen. Der feuchte Volumenstrom weicht aufgrund interner Berechnungen des Programms BESMIN geringfügig von 23.420 m<sup>3</sup>/h ab.**



### 6.3.3 Prüfung der Einhaltung der S-Werte unter Berücksichtigung der Emissionen aus allen Schornsteinen

Gemäß Nr. 5.5.2.1 Abs. 5 der TA Luft soll zusätzlich geprüft werden, ob der S-Wert auch bei Überlagerung der Konzentrationsfahnen aller Schornsteine einer Anlage eingehalten wird. Diese Vorgabe wird im Ausbreitungsprogramm BESMAX des Umweltbundesamtes umgesetzt.

In der Berechnung sind alle Anlagen, die im bestimmungsgemäßen Betrieb gemeinsam betrieben werden können und von denen gleichartige Emissionen ausgehen, zu berücksichtigen. Schornsteine, auf die diese Kriterien zutreffen, sind bei der geplanten Anlage nicht vorhanden. Die Notkamine sind lediglich während der Zeiten in Betrieb, in denen die reguläre Ableitung über den Gewebefilter nicht in Betrieb ist.

### 6.3.4 Zuschlag aufgrund der Bebauung und des Bewuchses

Gemäß Nr. 5.5.2.3 der TA Luft soll die Wirkung der Bebauung und des Bewuchses im Umfeld des Schornsteins durch Zuschläge berücksichtigt werden, da diese zu einer Verdrängung der Windströmung führen.

Die Bebauung und der Bewuchs sind in einem Radius um den Schornstein zu berücksichtigen, welcher der 15-fachen nach Nummer 5.5.2.2 bestimmten Schornsteinhöhe, mindestens aber dem Radius 150 m, entspricht. Da  $h_B = 11,1 \text{ m}$  ist, beträgt der Radius **167 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 Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Gemäß dem Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021 (LAI (2023)) muss es sich um einen zusammenhängenden Bereich handeln.

Abbildung 6-7 zeigt den Kreis mit einem Radius von **167 m** um den Schornstein der Schmelzwannen.

Fünf Prozent der Fläche des **167 m** - Kreises entspricht etwa **4.381 m<sup>2</sup>**.

Innerhalb dieses Kreises befindet sich keine zusammenhängende Fläche die 3.800 m<sup>2</sup> übersteigt. Daher ist kein Zuschlag für Bebauung und Bewuchs zu addieren. **Die auf dem Luftbild erkennbaren Baumbestände werden größtenteils gerodet. Bis auf einzelne Bäume ist zukünftig innerhalb des Radius lediglich Bewuchs mit einer Höhe von 8 m - 9 m zu erwarten.**

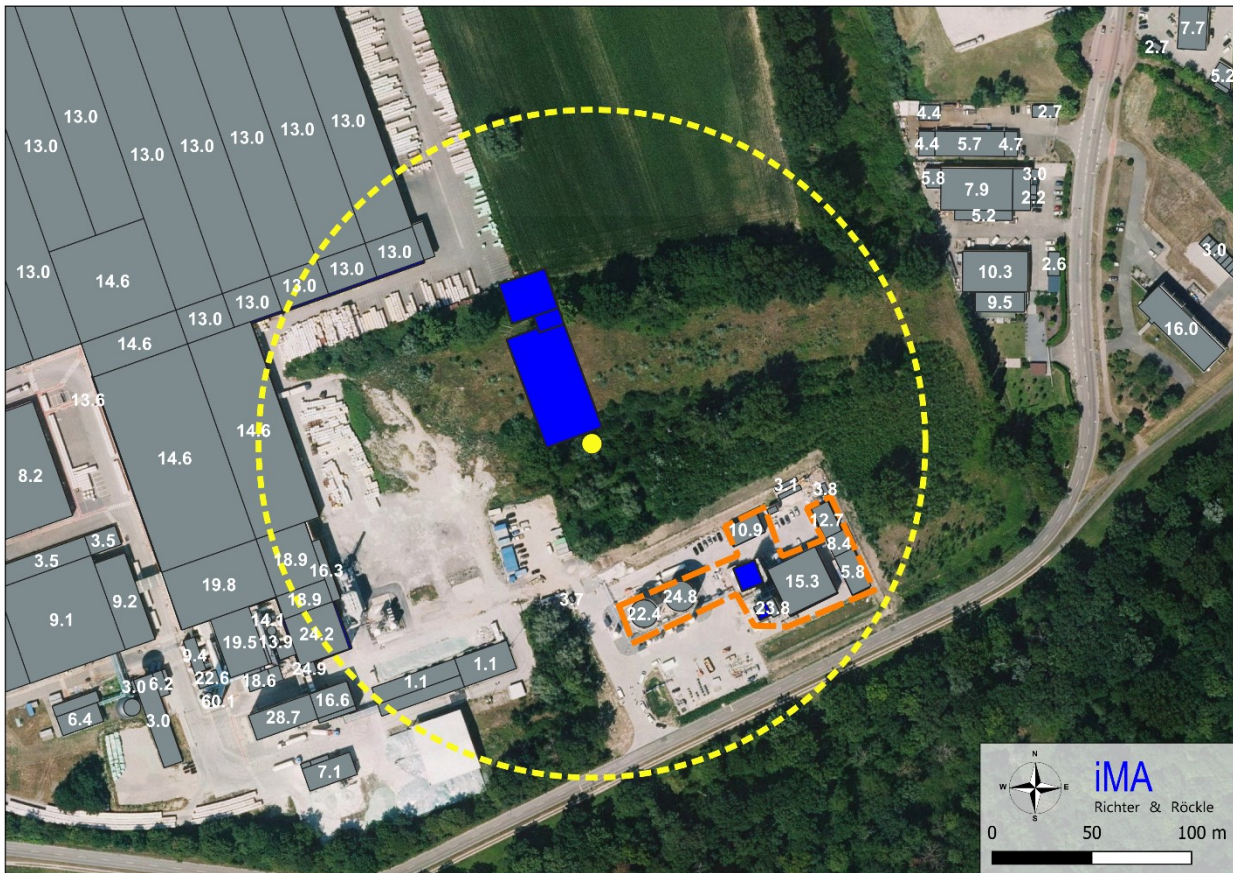


Abbildung 6-7: Kreis mit einem Radius von **167 m** um den Schornstein der Recyclinghalle zur Festlegung des Zuschlags aufgrund von Bebauung und Bewuchs. Die Gebäude mit einer Fläche von 3.800 m<sup>2</sup> sind orange gestrichelt umrandet. Luftbild: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2024/25.

Die Schornsteinhöhe errechnet sich somit zu

**11,1 m.**

### 6.3.5 Zuschlag aufgrund von unebenem Gelände

Zur Berücksichtigung des unebenen Geländes enthält Nr. 5.5.2.3 der TA Luft 2021 folgende Vorgabe:

*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, soll die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15 Grad ist.*

Da die Umgebung weitgehend flach ist, entfällt der Zuschlag für unebenes Gelände.

## 6.4 Zusammenfassung der Schornsteinhöhenberechnung

Die Schornsteinmindesthöhe ist die größte Schornsteinhöhe, die sich aus den Ermittlungsschritten nach den Nrn. 5.5.2.1, 5.5.2.2 und 5.5.2.3 der TA Luft (2021) ergibt.

### Schornstein Schmelzwannen

In Tabelle 6-3 sind die Schornsteinhöhen der einzelnen Ermittlungsschritte zusammengefasst. In vorliegendem Fall ergibt sich die maßgebende Schornsteinhöhe nach den Anforderungen der Nrn. 5.5.2.1, 5.5.2.2 und 5.5.2.3 der TA Luft (2021). Die Schornsteinmindesthöhe ist in Tabelle 6-3 gelb markiert. Sie beträgt 28,3 m

Tabelle 6-3: Schornsteinhöhen aus den einzelnen Ermittlungsschritten in m über Grund. Die festzulegende Schornsteinmindesthöhe ist gelb markiert.

Nr. 5.5.2.1 der TA Luft (VDI-Richtlinie 3781/4) Kapitel 6.2 dieses Berichts	Nr. 5.5.2.2 und 5.5.2.3 der TA Luft Kapitel 6.3 dieses Berichts	Erforderliche Höhe
23,3	11,1	23,3

Die tatsächliche Bauhöhe darf die hier ermittelte Bauhöhe nach Nr. 5.5 der TA Luft um bis zu 10 % überschreiten. Wir empfehlen eine Bauhöhe von

**26 m** über Grund.

### Notkamine

Bei den Notkaminen ist aus gutachtlicher Sicht eine Ableitung der Abgase in die freie Luftströmung ausreichend, da sie nur in Ausnahmefällen betrieben werden.

Vorbehaltlich der Zustimmung der Genehmigungsbehörde empfehlen wir eine Höhe von

**23,4 m** über Grund

Bei dieser Höhe ist eine Ableitung der Abgase in die freie Luftströmung sichergestellt.

## 7 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

### 7.1 Allgemeines

Die Ausbreitung der Luftschadstoffe wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben, die ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre sind. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 7-1 beschrieben.

Tabelle 7-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
II	stabile atmosphärische Schichtung, Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
III <sub>1</sub>	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges und bewölktetes Wetter
III <sub>2</sub>	leicht labile atmosphärische Schichtung
IV	mäßig labile atmosphärische Schichtung
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

Für die Ausbreitungsrechnung sind die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Zeitreihe (AKTerm) oder einer Häufigkeitsverteilung (AKS) der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten, Ausbreitungsklassen und Niederschlagsintensität erforderlich, die einen ganzjährigen Zeitraum repräsentieren.

## 7.2 Meteorologische Daten

Auf dem Gelände der Fa. Saint Gobain ISOVER wird eine Windmessstation betrieben. Die Station befindet sich ca. 200 m west-südwestlich der geplanten Anlage. Sie besitzt folgende Koordinaten im UTM 32-Netz:

Ostwert: 461555  
 Nordwert: 5459835  
 Höhe über Grund: 25 m

Die Lage der meteorologischen Messstation in Bezug zur Anlage ist in Abbildung 7-1 dargestellt.

Die Windmessung wird in einer Höhe von 25 m über Grund durchgeführt, so dass die am Standort vorhandenen Hindernisse (Bebauung und Bewuchs) überragt werden.

Das Simulationsgebiet des Ausbreitungsmodells wird so groß gewählt, dass die Station darin enthalten ist. Die Einflüsse der Orographie und die Geländerauigkeit werden vom diagnostischen Windfeldmodell und dem Grenzschichtmodell, das im Ausbreitungsmodell AUSTAL enthalten ist, berücksichtigt.



Abbildung 7-1: Lage der Windmessstation in Bezug zum Betriebsgelände  
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023)

### 7.3 Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen

Das repräsentative Jahr soll aus dem vom Umweltbundesamt zur Verfügung stehenden Zeitraum ermittelt werden (siehe Kapitel 9.1 in Anhang 2 der TA Luft). Da die aufbereiteten Niederschlagsdaten nur für den 10-jährigen Zeitraum 2006 bis 2015 zur Verfügung stehen, wurde das für mehrjährige Verhältnisse repräsentative Jahr entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) aus diesem Zeitraum ermittelt. Innerhalb dieses Zeitraums stehen ab 2009 Winddaten zur Verfügung, weshalb der Zeitraum 2009-2015 herangezogen wurde. Hieraus wurde das Jahr 2015 ermittelt. Detaillierte Angaben zur Ermittlung des repräsentativen Jahres sind in Anhang 4 aufgeführt.

Die Ausbreitungsklasse wurde gemäß der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6 (2023) anhand der Bedeckungsdaten des Deutschen Wetterdienstes der Station Mannheim berechnet.

Die mittlere mesoskalige Rauigkeit an der meteorologischen Station wurde mit Hilfe der mittleren jährlichen Häufigkeit der 30°-Windrichtungssektoren aus dem CORINE-Kataster zu  $z_0 = 1,11$  m berechnet. Hierzu wurde ein Bereich mit einem Radius von 3 km um die Messstation berücksichtigt.



## 7.4 Niederschlagsdaten

Zur Berücksichtigung der nassen Deposition in der Ausbreitungsrechnung soll entsprechend Anhang 2, Nr. 9.1 TA Luft (2021) eine Zeitreihe der Niederschlagsintensität, die vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wird, verwendet werden. Die Zeitreihe soll für das Bezugsjahr der meteorologischen Daten und den Standort gültig sein.

Derzeit liegt beim Umweltbundesamt nur der Zeitraum 2006 bis 2015 vor, so dass für das Jahr 2015 eine repräsentative Zeitreihe vorliegt. Der mittlere Gesamtniederschlag beträgt 716 mm/a. Regenereignisse liegen während 723 Stunden vor.

## 7.5 Darstellung der Messdaten

Abbildung 7-2 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen. Die Länge der Strahlen gibt an, wie häufig der Wind aus der jeweiligen Richtung weht. Die Verteilung zeichnet sich durch ein ausgeprägtes Maximum bei Winden aus süd-südwestlichen Richtungen sowie ein schwach ausgeprägtes sekundäres Maximum aus nördlichen Richtungen aus. Diese Windrichtungsverteilung ist überwiegend auf den kanalisierenden Einfluss des Rheintals mit der Ausrichtung Südwest-Nordost südlich von Speyer und Nord-Nordwest – Süd-Südost nördlich von Speyer zurückzuführen. Für die östlichen Windrichtungen spielt die Senke südlich des Odenwaldes (Kraichgauer Hügelland) eine Rolle.

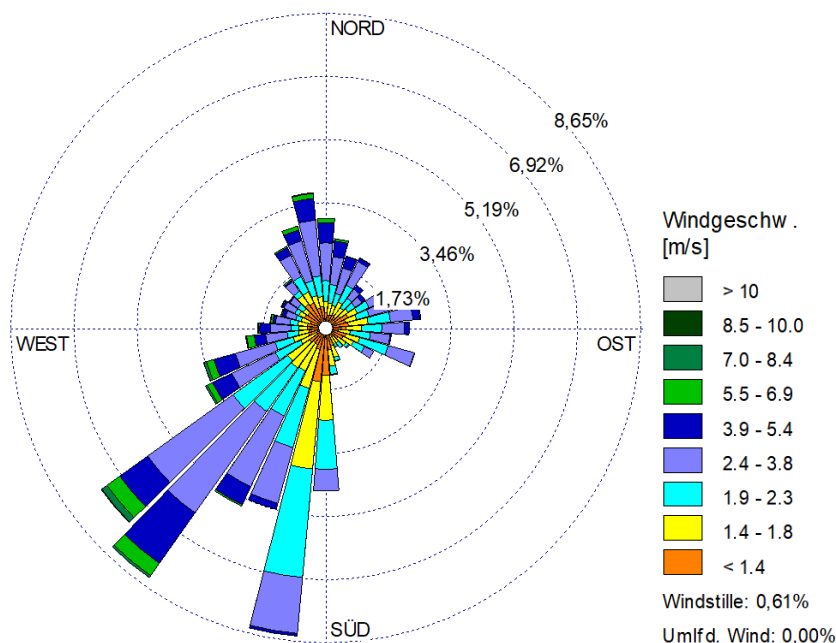


Abbildung 7-2: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen.

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 7-3 dargestellt.

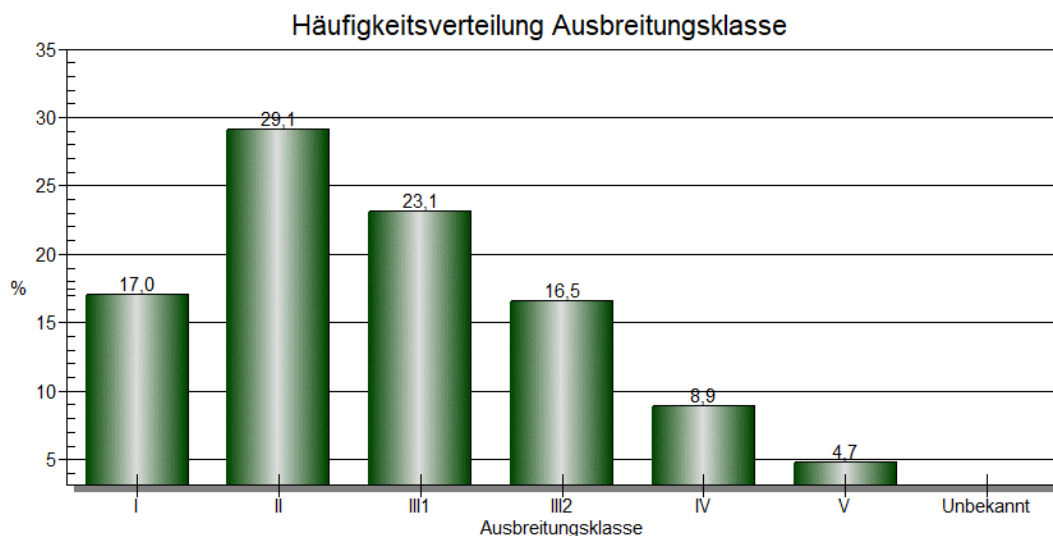


Abbildung 7-3: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

Die stabilen Ausbreitungsklassen (I + II) sind mit ca. 46 % am stärksten vertreten. Die neutralen Ausbreitungsklassen (III1 + III2) besitzen eine Häufigkeit von 40 %. Am seltensten treten labile Ausbreitungsklassen (IV + V) mit etwa 14 % auf.

## 7.6 Kaltluftabflüsse

Kaltluftabflüsse sind für die Ausbreitung von Schadstoffen aus niedrigen Quellen von Bedeutung. Aufgrund der Schornsteinhöhen von 30 m sowie des weitgehend ebenen Geländes spielen sie für die Ausbreitung keine Rolle.

# 8 Immissionen

## 8.1 Allgemeines

Die von der geplanten Anlage verursachten Immissionen werden mittels Ausbreitungsrechnungen gemäß den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft ermittelt. Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung sind im Anhang 2 aufgeführt.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (Kapitel 5).
- Die Ableitbedingungen (Kapitel 6.3.2)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 7).
- Die Lage der Gebäude und Hindernisse (vgl. Kapitel A2.8).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Anhang 2, Abschnitt A2.8).
- Die Abgasfahnenüberhöhung (vgl. Anhang 2, A2.12).

Für den Schornstein der Schmelzwanne und die Notkamine werden separate Ausbreitungsrechnungen unter Zugrundelegung eines kontinuierlichen Betriebs während 8760 h/a durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Ausbreitungsrechnungen werden entsprechend der Emissionszeit von 8.460 h/a für die Ableitung über den Hauptschornstein bzw. 180 h/a für die Notkamine gewichtet. Die Emissionszeiten aus dem Hauptschornstein und aus den Notkaminen überschneiden sich nicht, da die Notkamine nur während Wartungsarbeiten am Hauptschornstein (insbesondere am Gewebefilter) betrieben werden.

Die diffusen Staubemissionen werden montags bis freitags zwischen 6 und 20 Uhr (insgesamt 4.176 h/a) freigesetzt. Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung für die diffusen Staubemissionen werden zu den Staubimmissionen der Schornsteine addiert.

## 8.2 Prüfung des Schutzes der menschlichen Gesundheit

### 8.2.1 Beurteilungspunkte

Die Immissionen werden nach Nr. 8, Anhang 2 der TA Luft als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis in drei Meter Höhe berechnet.

Entsprechend Nr. 4.6.2.6 TA Luft sind die Aufpunkte zur Prüfung des Schutzes der menschlichen Gesundheit (Beurteilungspunkte) dort festzulegen, wo die mutmaßlich höchsten Belastungen für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter zu erwarten sind. Dabei handelt es sich üblicherweise um die nächstgelegenen Wohnhäuser sowie Büros der umliegenden Gewerbe- und Industriebetriebe.

Die Beurteilungspunkte 1 bis 3 wurden im Vorfeld mit der SGD Süd abgestimmt. Beim Beurteilungspunkt 4 handelt es sich, wie mit der SGD Süd im Rahmen des Gutachtenplans besprochen, um die Nutzung an der Stockholmer Straße, an der die höchste Immissionszusatzbelastung vorliegt (vgl. auch Ergebnisabbildungen im Anhang 1, in denen die flächenhafte Verteilung der Immissionen dargestellt ist). Am direkt südlich der Fa. Waschkowski gelegenen Wohnhaus liegen etwas niedrigere Werte vor.

Die Lage der Beurteilungspunkte ist in Abbildung 8-1 und Abbildung 8-2 dargestellt. Die geographischen Koordinaten und die Beschreibung der Beurteilungspunkte können Tabelle 8-1 entnommen werden.

Tabelle 8-1: Beschreibung und Lage der Beurteilungspunkte

Beurteilungs- punkt	Beschreibung	Ost-/Nordwert (UTM-32)
1	Rheinhausen, Grundschule	461706 / 5458947
2	Speyer, Industriestr. 70	460168 / 5460847
3	Altlußheim, Rheinlustweg 13	463227 / 5460645
4	Fa. Helmut Nuber	461930 / 5460033



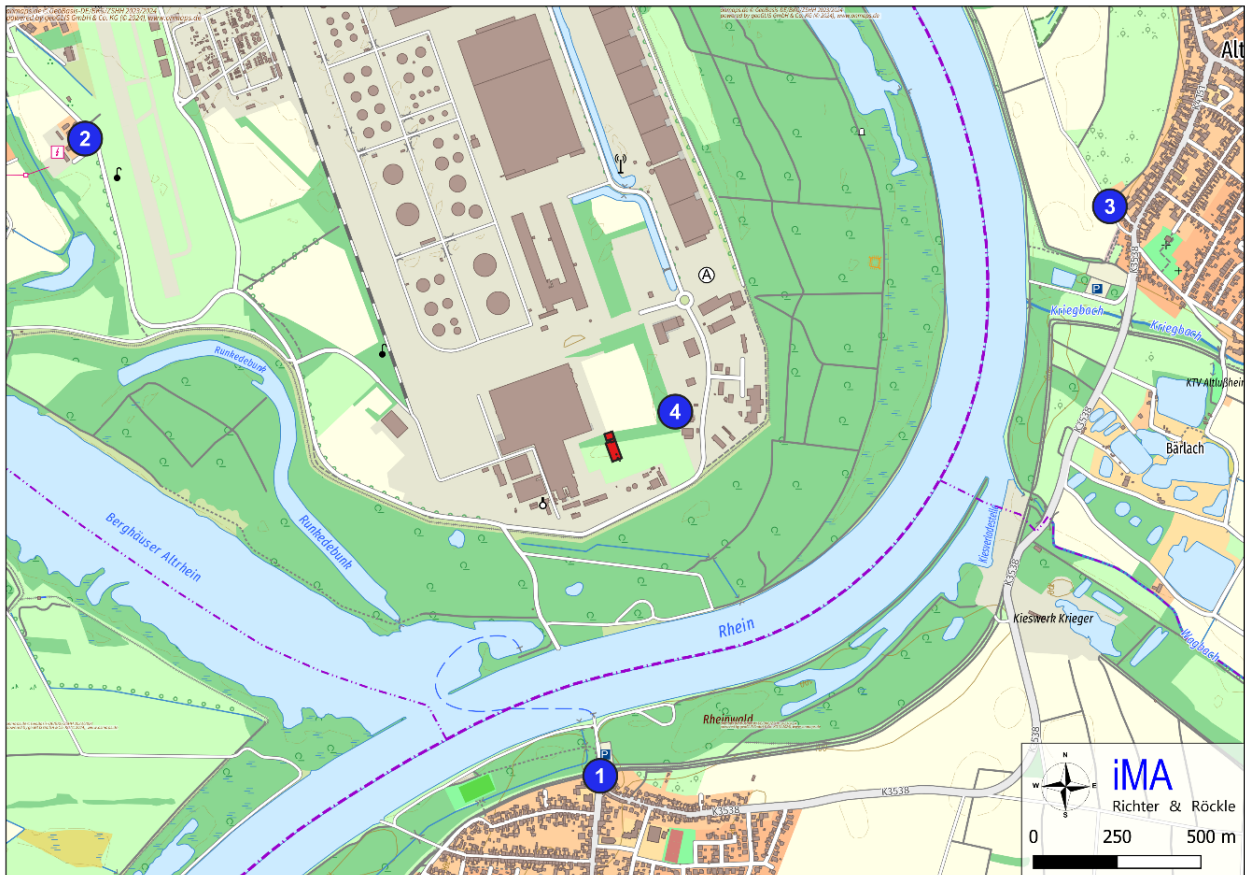


Abbildung 8-1: Auszug aus der topografischen Karte mit Lage der Aufpunkte zur Beurteilung des Schutzes der menschlichen Gesundheit (Beurteilungspunkte). Die Lage der geplanten Recyclinghalle ist rot hervorgehoben. Kartengrundlage: onmaps.de (c)GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024.



Abbildung 8-2: Lage der Aufpunkte zur Beurteilung des Schutzes der menschlichen Gesundheit im Luftbild (Beurteilungspunkte). Die Lage der geplanten Recyclinghalle ist rot hervorgehoben. Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023 © Hexagon.

### 8.2.2 Ergebnisse

Der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage (Gesamtzusatzbelastung) ist in Tabelle 8-2 und Tabelle 8-3 aufgeführt. Die flächenhafte Verteilung der Luftschadstoffe ist beispielhaft für  $\text{NO}_2$  in Abbildung A1-1 auf Seite 48 dargestellt. Alle anderen Stoffe breiten sich analog aus.

Die modellbedingte statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells ist geringer als die in Abschnitt 10, Anhang 2 der TA Luft geforderte maximale statistische Unsicherheit von 3 % des Immissionswerts. Die Immissionen wurden um den Betrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

Tabelle 8-2: Immissionsbeitrag der geplanten Anlage (Jahresmittelwerte) an den Beurteilungspunkten. In Klammern: Prozentualer Anteil am Immissionswert.

Aufpunkt	Feinstaub ( $\text{PM}_{10}$ ) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Feinstaub ( $\text{PM}_{2,5}$ ) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	0,021 (< 1 %)	0,0077 (< 1 %)	0,059 (< 1 %)
2	0,003 (< 1 %)	0,0011 (< 1 %)	0,012 (< 1 %)

Aufpunkt	Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) in µg/m <sup>3</sup>	Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> ) in µg/m <sup>3</sup>	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) in µg/m <sup>3</sup>
3	0,012 (< 1 %)	0,0043 (< 1 %)	0,045 (< 1 %)
4	0,320 (< 1 %)	0,1024 (< 1 %)	0,520 (1,3 %)
<b>Irrelevanzschwelle</b>	<b>1,36 (3 %)</b>	<b>0,85 (3 %)</b>	<b>1,36 (3 %)</b>
<b>Immissionswert</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>40</b>

Hinweis: Die Irrelevanzschwelle von 3 % ist wegen der Rundungsregel (TA Luft Nr. 2.9) auch bei einer Ausschöpfung von 3,4 % noch eingehalten.

Tabelle 8-3: Immissionsbeitrag der geplanten Anlage (Jahresmittelwerte) an den Beurteilungspunkten. In Klammern: Prozentualer Anteil am Immissionswert.

Aufpunkt	Chlorwasserstoff (HCl) in µg/m <sup>3</sup>	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) in µg/m <sup>3</sup>
1	0,012 (< 1 %)	0,021 (< 1 %)
2	0,002 (< 1 %)	0,003 (< 1 %)
3	0,008 (< 1 %)	0,013 (< 1 %)
4	0,160 (1,8 %)	0,323 (0,6 %)
<b>Irrelevanzschwelle</b>	<b>0,306 (3 %)</b>	<b>1,7 (3 %)</b>
<b>Immissionswert</b>	<b>9</b>	<b>50</b>

Hinweis: Die Irrelevanzschwelle von 3 % ist wegen der Rundungsregel (TA Luft Nr. 2.9) auch bei einer Ausschöpfung von 3,4 % noch eingehalten.

Die Berechnungen wurden unter Zugrundelegung konservativer Ansätze durchgeführt, so dass die Immissionen überschätzt werden.

Die Immissionsbeiträge aller Schadstoffe unterschreiten die Irrelevanzschwelle nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021), so dass gemäß Nr. 4.1 der TA Luft davon ausgegangen werden kann, dass von der geplanten Anlage keine Gesundheitsgefahren verursacht werden. Die Ermittlung der Vorbelastung und Gesamtbelastung kann somit entfallen.

### 8.3 Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag

Der Immissionsbeitrag der geplanten Aufbereitungsanlage bzgl. dem Staubbiederschlag (Gesamtzusatzbelastung) ist in Tabelle 8-4 aufgeführt.

Die modellbedingte statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells ist geringer als die in Abschnitt 10, Anhang 2 der TA Luft geforderte maximale statistische Unsicherheit von 3 % des Immissionswerts. Die Immissionen wurden um den Betrag der statistischen Unsicherheit erhöht.



*Tabelle 8-4: Staubniederschlags-Immissionsbeitrag der geplanten Anlage (Jahresmittelwerte) an den Beurteilungspunkten. In Klammern: Prozentualer Anteil am Immissionswert.*

Aufpunkt	Staubniederschlag in mg/(m <sup>2</sup> ·d)
1	0,033 (< 1 %)
2	0,004 (< 1 %)
3	0,016 (< 1 %)
4	0,765 (< 1 %)
<b>Irrelevanzschwelle</b>	<b>11,90 (3 %)</b>
<b>Immissionswert</b>	<b>350</b>

Hinweis: Die Irrelevanzschwelle von 3 % ist wegen der Rundungsregel (TA Luft Nr. 2.9) auch bei einer Ausschöpfung von 3,4 % noch eingehalten.

Die Staubniederschlags-Immissionsbeiträge halten die Irrelevanzschwelle nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) ein. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Staubniederschlag hervorruft. Die Ermittlung der Vorbelastung und Gesamtbelastung kann somit entfallen.

#### **8.4 Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsmissionen**

Die Geruchsstundenhäufigkeiten auf Beurteilungsflächen sind in Abbildung A1-5 dargestellt. Die höchsten Geruchsstundenhäufigkeiten treten östlich der geplanten Anlage an der Stockholmer Straße auf. Auf keiner beurteilungsrelevanten Fläche wird die Irrelevanzschwelle von 2 % überschritten.

Eine Ermittlung der Gesamtbelastung ist somit nicht erforderlich.

#### **8.5 Prüfung des Schutzes vor erheblichen Nachteilen, insbesondere des Schutzes der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter**

##### **8.5.1 Allgemeines**

Maßgebend zur Beurteilung sind die von der Anlage verursachten Fluorwasserstoff-Immissionen sowie die Stickstoff- und Säuredepositionen im nächstgelegenen FFH-Gebiet ‚Rheinniederung Germersheim-Speyer‘. Die SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Massenströme unterschreiten die Bagatellmassenströme, so dass die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen dieser Stoffe nicht erforderlich ist.

##### **8.5.2 Beurteilungspunkt**

Die Fluorwasserstoff-Immissionen sowie die Stickstoff- und Säuredeposition werden am höchst beaufschlagten Ort des nächstgelegenen FFH-Gebiets ausgewiesen. In allen weiter entfernten Bereichen sind die Depositionen geringer. Die Lage des Aufpunkts ist in Abbildung 8-3 dargestellt.

Tabelle 8-5: Beschreibung und Lage der Beurteilungspunkte

Beurteilungspunkt	Beschreibung	Ost-/Nordwert (UTM-32)
1	Ort des maximalen Beitrags in FFH-Gebieten	462176 / 5460287

Die südlich der geplanten Anlage gelegenen Teile des FFH-Gebiets weisen zur geplanten Anlage zwar einen geringeren Abstand auf, werden aufgrund der Hauptwindrichtungen und der gekoppelten Regenniederschläge jedoch weniger beaufschlagt (siehe Abbildung A1-3 auf Seite 50).

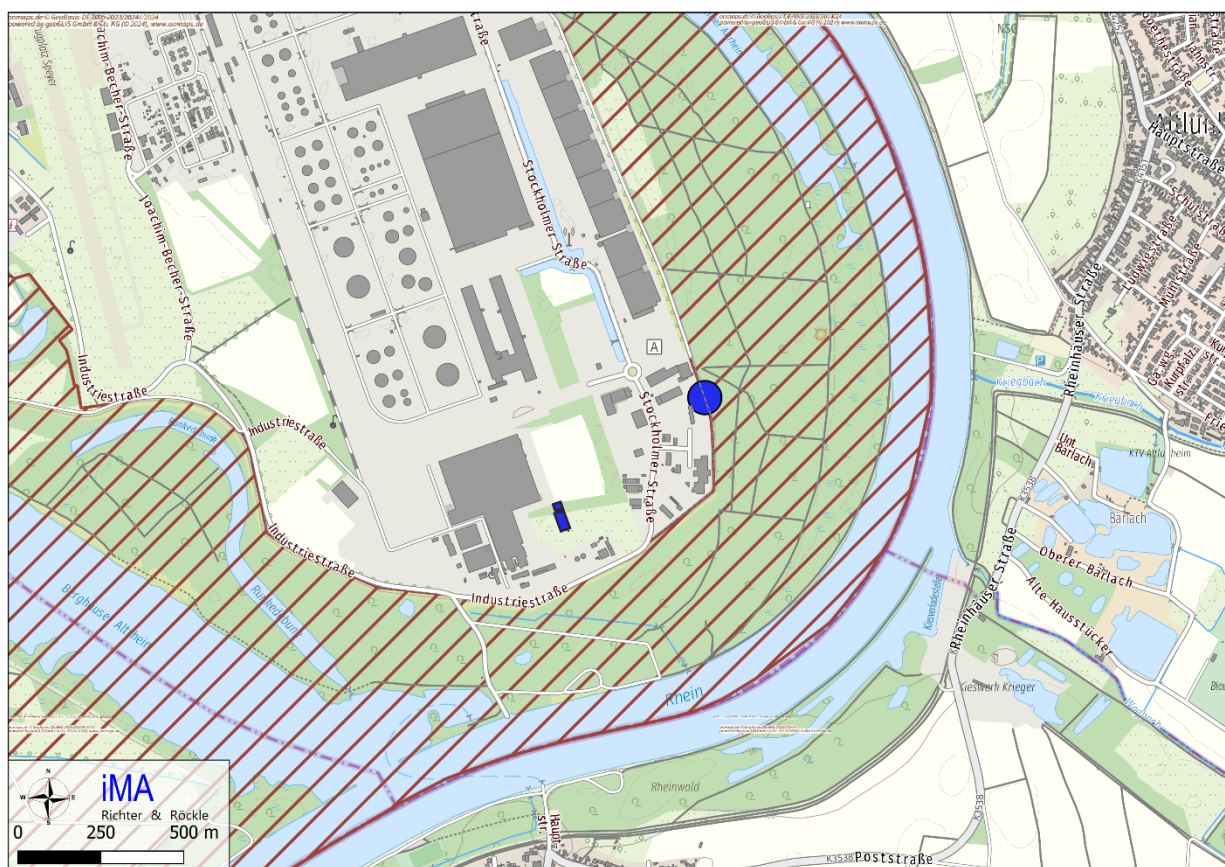


Abbildung 8-3: Lage des Aufpunkts zur Beurteilung der Fluorwasserstoff-Immissionen sowie der Stickstoff- und Säuredeposition (blauer Kreis). Kartengrundlage: onmaps.de (c)GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024.

### 8.5.3 Fluorwasserstoff (HF)-Immissionen

Tabelle 8-6 enthält den Immissionsbeitrag der geplanten Anlage bzgl. Fluorwasserstoff am Beurteilungspunkt maximaler Gesamtzusatzbelastung. Der Wert wurden um den Beitrag der statistischen Unsicherheit des Ausbreitungsmodells erhöht.

Die flächenhafte Verteilung der Immissionen ist in Abbildung A1-2 dargestellt.

Aus Tabelle 8-6 wird ersichtlich, dass der Fluorwasserstoff-Immissionsbeitrag die Irrelevanzschwelle von  $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterschreitet.

*Tabelle 8-6: Immissionsbeitrag der Anlage (Jahresmittelwerte) am Ort des maximalen Immissionsbeitrags der Anlage*

Aufpunkt	HF in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	0,04
<b>Irrelevanzschwelle</b>	<b>0,04</b>

Konservativ wird der Wasserstoffanteil (H) mit einbezogen, d.h., der Faktor 19/20 wird nicht angewendet.

#### 8.5.4 Stickstoffdeposition

Zur Ermittlung der Stickstoffdeposition sind zunächst die trockenen und nassen Depositionen der Stoffe  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}$  zu bestimmen. Anschließend sind die Beiträge zu addieren. Die Berechnungsmethode ist in Anhang 2, Abschnitt A2.3 aufgeführt.

Tabelle 8-7 enthält die vorhabenbezogene Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition an den Beurteilungspunkten. Diese wurde um den Beitrag der statistischen Unsicherheit des Ausbreitungsmodells erhöht. Abbildung A1-3 auf Seite 50 zeigt die flächenhafte Verteilung der Stickstoffdeposition in der Umgebung der Anlage.

*Tabelle 8-7: Vorhabenbedingte Stickstoffdeposition in  $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$  an den Beurteilungspunkten im FFH-Gebiet (in den anderen Teilflächen des FFH-Gebiets ist die Stickstoffdeposition geringer)*

Aufpunkt	Stickstoffdeposition in $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$
1	0,1
<b>Abschneidekriterium</b>	<b>0,3</b>

Das Abschneidekriterium von  $0,3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$  wird im FFH-Gebiet eingehalten.

#### 8.5.5 Säuredeposition

Zur Ermittlung der Säuredeposition werden die Depositionsbeiträge von  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}$  sowie von  $\text{SO}_2$  ermittelt. Anschließend werden die Beiträge addiert. Die Berechnungsmethode ist in Anhang 2 Abschnitt A2.4 dargestellt.

Es errechnen sich der in Tabelle 8-8 dargestellte vorhabenbedingte Säure-Depositionsbeitrag der Anlage in den FFH-Gebieten. Der Wert wurde um den Beitrag der statistischen Unsicherheit des Ausbreitungsmodells erhöht.

Tabelle 8-8: Vorhabenbedingte Säuredepositionen am Aufpunkt des FFH-Gebiets

Aufpunkt	Säuredeposition in keq/(ha·a)
1	0,03
Abschneidekriterium	0,04

Das Abschneidekriterium von 0,04 keq(N+S)/(ha a) wird im FFH-Gebiet eingehalten.



## 9 Zusammenfassung

Die SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG plant die Errichtung und den Betrieb einer Recyclinganlage für Mineralwolle. Die Anlage soll mit einer eigenständigen neuen Genehmigung beantragt werden.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens wurden eine Schornsteinhöhenberechnung gemäß TA Luft sowie Ausbreitungsrechnungen zur Prognose der Schadstoffimmissionen und der Stickstoff- und Säuredeposition durchgeführt. Für die Prognose wurden Ansätze gewählt, die zu einer Überschätzung der Emissionen und Immissionen führen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Gutachtens zusammengefasst.

### 9.1 Schornsteinhöhen

Die Schornsteinhöhen zur Ableitung der Abgase wurden gemäß Nr. 5.5 der TA Luft ermittelt.

Für die Schornsteine wurden folgende Höhen ermittelt:

- Höhe des Schornsteins Schmelzwannen: **26 m** über Grund
- Höhe der Notkamine: **23,4 m** über Grund

### 9.2 Schutzgut menschliche Gesundheit

Der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage wurde anhand einer Ausbreitungsrechnung gemäß den Vorgaben der TA Luft ermittelt.

Die Berechnungen zeigen, dass alle Schadstoffe die Irrelevanzschwelle an den Beurteilungspunkten unterschreiten.

Gemäß Nr. 4.1 der TA Luft gehen von der geplanten Anlage somit keine Gefahren für die menschliche Gesundheit aus.

Auch für Gerüche ist die Irrelevanzschwelle **eingehalten**.

### 9.3 Schutzgut Vegetation und Ökosysteme

Die SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Massenströme unterschreiten die zugehörigen Bagatellmassenströme, so dass die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen nicht erforderlich ist.

Die vorhabenbedingte Zusatzbelastung an Stickstoffeinträgen und Säureeinträgen im umliegenden FFH-Gebiet unterschreitet die Abschneidekriterien von 0,3 kg N/(ha · a) bzw. 0,04 keq · S<sub>eq</sub>/(ha · a)

Die verwaltungsrechtliche Bewertung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

## Für den Inhalt

Dr. Thorsten Wittemeier  
Diplom-Meteorologe

Sachverständiger

iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG

Claus-Jürgen Richter  
Diplom-Meteorologe

Geschäftsführer, Sachverständiger

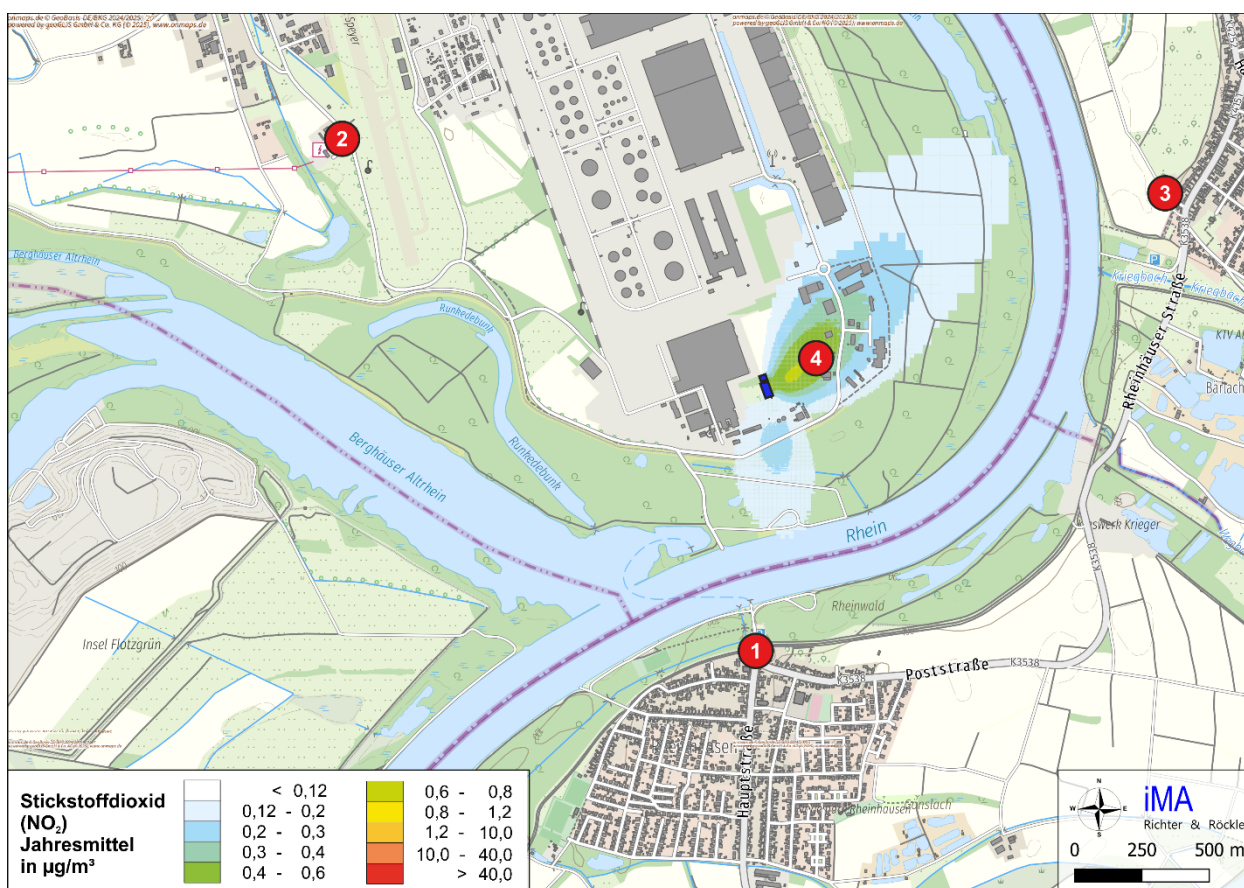
*Dieser Bericht wurde nach den Anforderungen unseres Qualitätsmanagementsystems nach DIN 17025 erstellt. Der Bericht oder Teile daraus dürfen nur für das vorliegende Projekt vervielfältigt oder weitergegeben werden.*

## Literatur

- 4. BImSchV** (2022): Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1799) geändert worden ist.
- BMWFJ, B. für W., Familie und Jugend** (2013): Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen.
- Düring, I., D. Bretschneider, A. Spindler & A. Lohmeyer** (2023): Überprüfung der Emissionsberechnungsmodelle für diffuse Staubemissionen anhand von Messdaten für die Großbaustelle Stuttgart 21. (Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft)7/8 2023.
- Düring, I. & C. Sörgel** (2014): Anwendung der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 in der Praxis. (Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft)1/2 2014.
- EMEP/EEA** (2016): Air pollutant emission inventory guidebook 2016. European Environment Agency.
- EPA** (2011): AP42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources: 13.2.1 Paved Roads. EPA's Office of Mobile Sources, Ann Arbor
- HBEFA** (2019): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 4.1.
- Janicke, U.** (2024): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.3. Stand 2024-03-22. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).
- Janicke, U. & L. Janicke** (2021): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.1. Stand 2021-08-09. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).
- Kummer, V., N. van der Pütten, H. Schneble, R. Wagner & H.-J. Winkels** (2010): Ermittlung des PM<sub>10</sub>-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschutt aufbereitungsanlagen. (Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft)70 Nr. 11/12: 478–482.
- LAI** (2023): Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021; Juli 2023.
- LANUV** (2019): Falls für Chlorwasserstoff ein hinreichender Anhaltspunkt vorliegen sollte und somit eine Bewertung der Gesamtbelastung und/oder der Zusatzbelastung als erforderlich angesehen wird, kann hierfür die Referenzkonzentration der USEPA (Environmental Protection Agency) in Höhe von 20 µg/m<sup>3</sup> bzw. der hierauf basierende Irrelevanzwert herangezogen werden. Weitere Beurteilungswerte liegen von Umweltbehörden aus Texas (26 µg/m<sup>3</sup>; TCEQ3) und Kalifornien (9 µg/m<sup>3</sup>, OEHHA4) vor.
- LUBW** (2021): Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube. Bereitstellung einer Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg. <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10150>.
- Rühling, A., L. Krempel, K. Henkenhaf & M. Kortner** (2022): Diffuse Staubemissionen – Vergleich der Emissionsberechnung für Umschlagvorgänge nach VDI 3790 Blatt 3 mit anderen Berechnungsmethoden. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft (82): 247–252.

- Strobl, A. & M. Kuntner** (2014): Österreichische Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen. Teil 1: Diffuse Staubemissionen beim Schüttgutumschlag mineralischer Rohstoffe und Baurestmassen. (11/12)74: 501–504.
- TA Luft** (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.
- UBA** (2024): Umweltbundesamt: Rechenprogramme Besmin und Besmax (kurz BESTAL) für die Schornsteinhöhenbestimmung nach der Nummer 5.5 der TA Luft (2021).
- VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4** (2017): Umweltmeteorologie - Ableitung für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4:2017-07.
- VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5** (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5:2006-04.
- VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6** (2023): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6:2023-12.
- VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13** (2010): Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01.
- VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20** (2017): Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20:2017-03.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3** (2010): Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3:2010-01.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4** (2018): Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblich/industriellem Betriebsgelände. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4:2018-09.
- WinSTACC** (2024): PC-Programm für Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 „Ableitbedingungen für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen“.

## Anhang 1: Abbildungen



**Abbildung A1-1: NO<sub>2</sub>-Immissionsbeitrag der geplanten Anlage (Gesamtzusatzbelastung).**

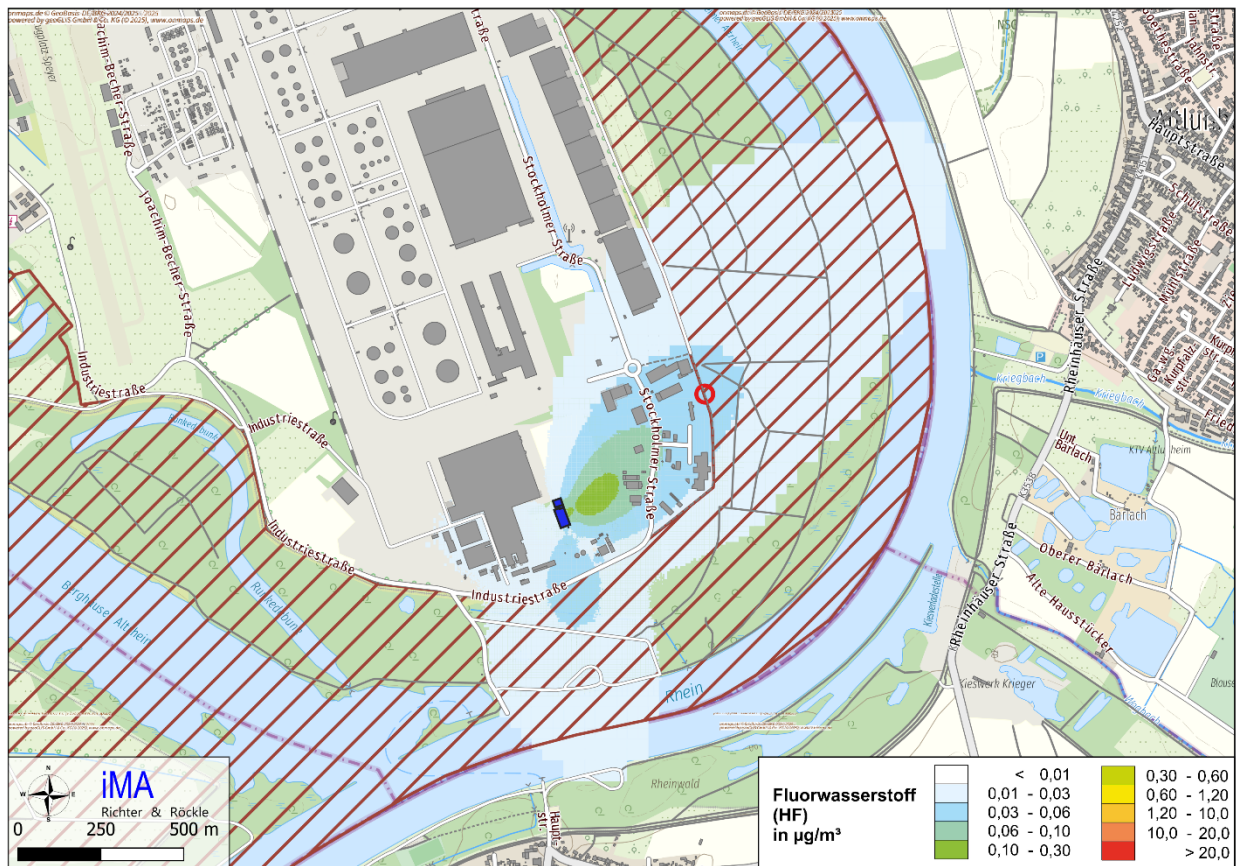
**Jahresmittelwerte in µg/m<sup>3</sup>. Die Beurteilungspunkte sind als rote Kreise eingezeichnet.**

**Die geplante Aufbereitungshalle ist blau hervorgehoben.**

**Irrelevanzschwelle: 1,36 µg/m<sup>3</sup>, Immissionswert: 40 µg/m<sup>3</sup>**

**Kartengrundlage: onmaps.de (c)GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023.**



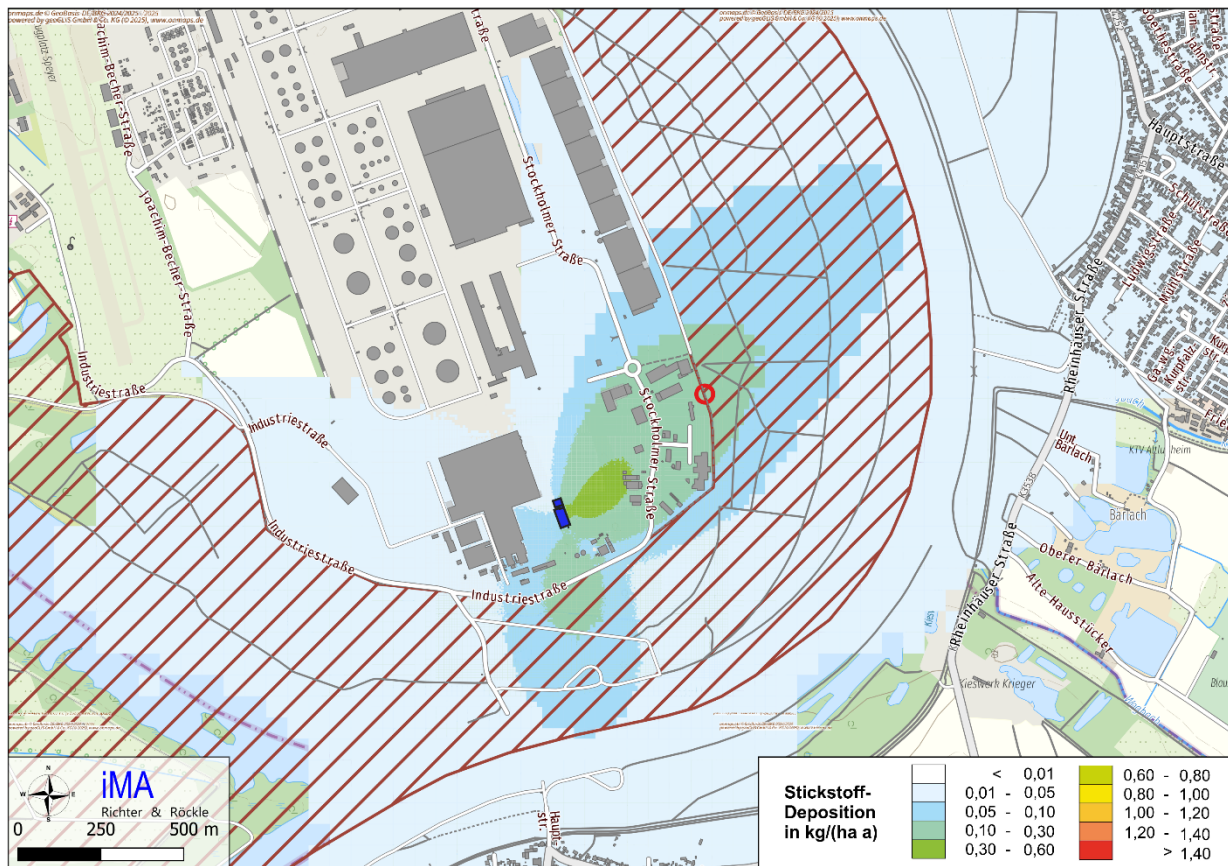


**Abbildung A1-2: HF-Immissionsbeitrag der geplanten Anlage (Gesamtzusatzbelastung).**

Jahresmittelwerte in µg/m³. Das Immissionsmaximum im FFH-Gebiet ist als roter Kreis eingezeichnet. Die geplante Aufbereitungshalle ist blau hervorgehoben.

Irrelevanzschwelle: 0,04 µg/m³, Immissionswert: 0,4 µg/m³

Kartengrundlage: onmaps.de (c)GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023.



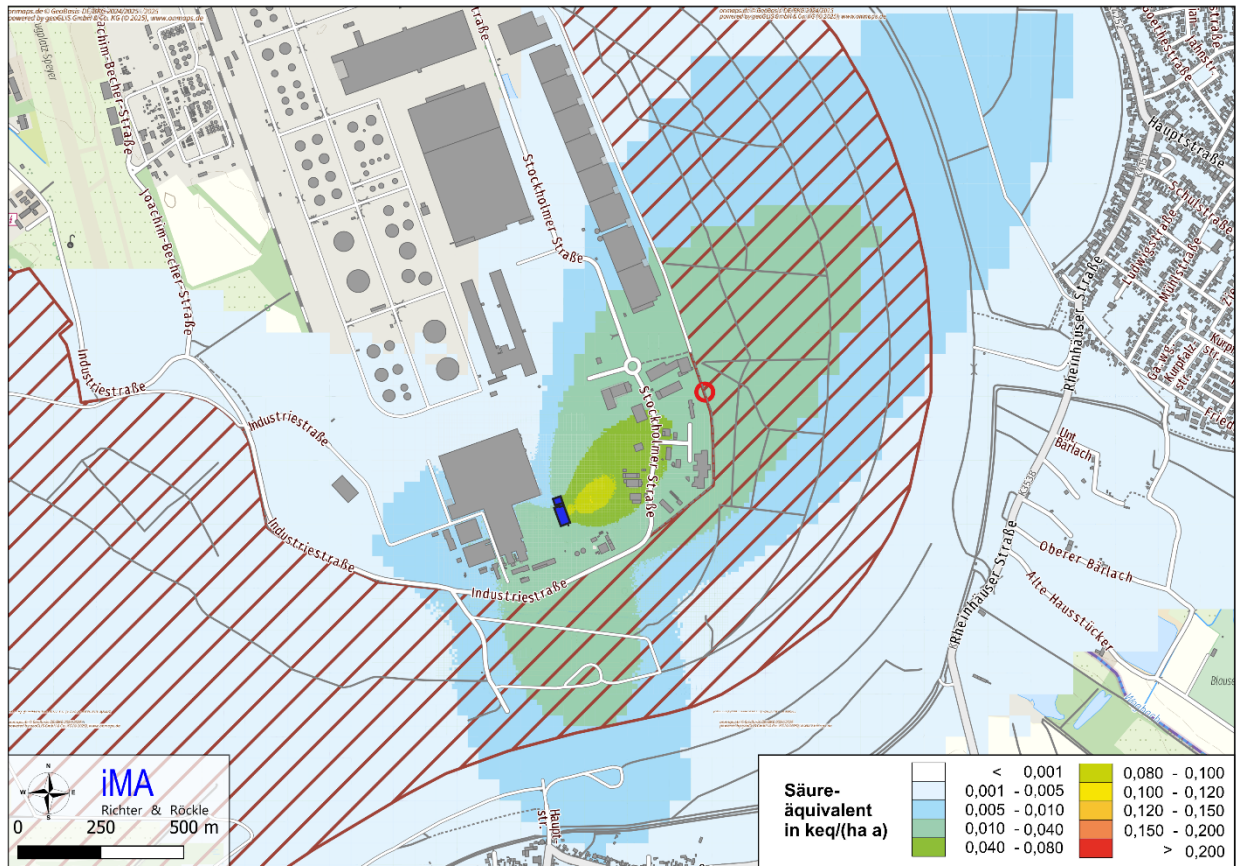
**Abbildung A1-3: Stickstoff-Deposition in kg/(ha a): Immissionsbeitrag der geplanten Anlage**

**Abschneidekriterium: 0,3 kg/(ha a).**

**Das FFH-Gebiet ist braun schraffiert. Die geplante Aufbereitungshalle ist blau hervorgehoben. Der Beurteilungspunkt ist als roter Kreis eingetragen.**

**(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)**



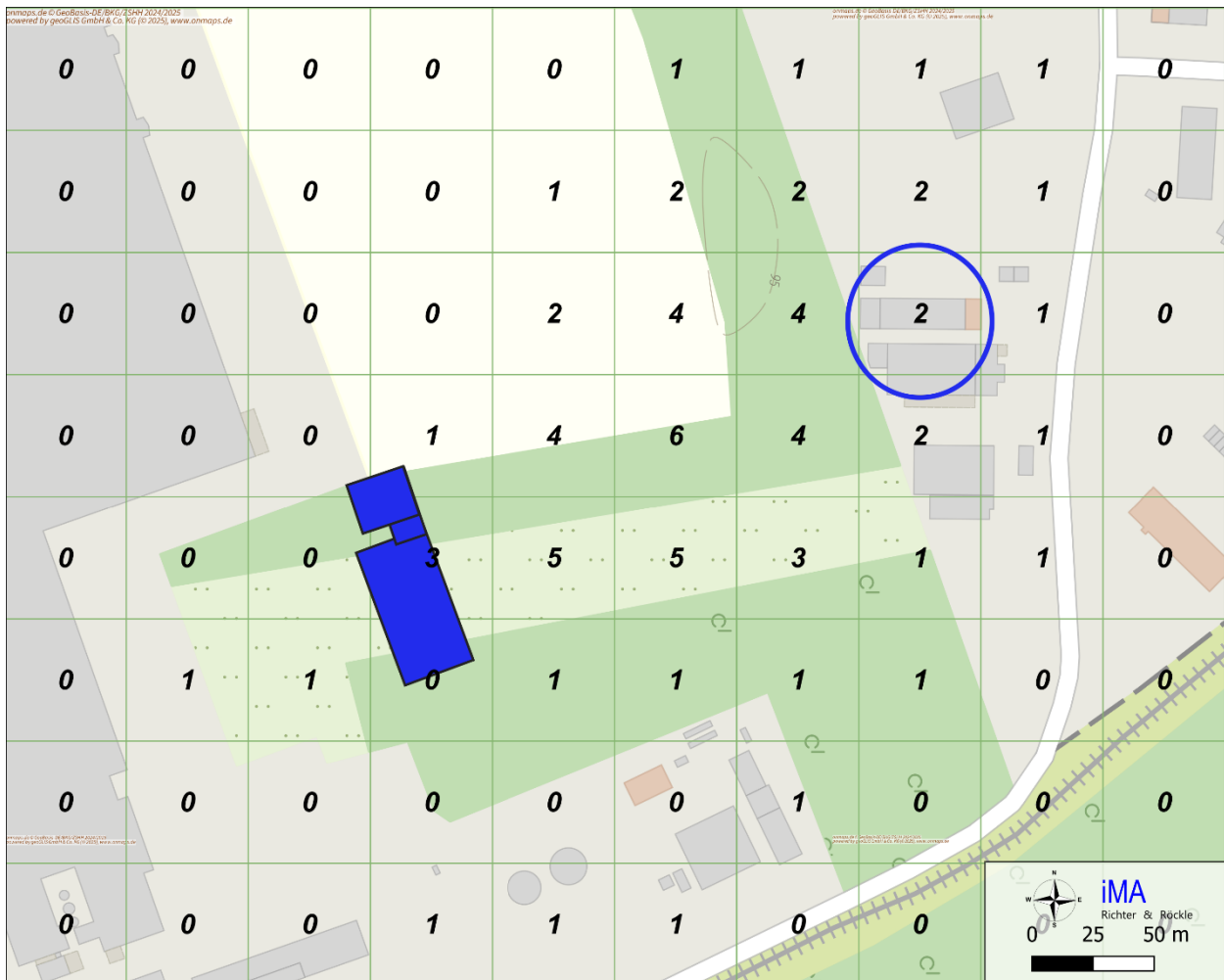


**Abbildung A1-4: Säure-Deposition in keq/(ha a): Immissionsbeitrag der geplanten Anlage**

**Abschneidekriterium: 0,04 keq/(ha a).**

**Das FFH-Gebiet ist braun schraffiert. Die geplante Aufbereitungshalle ist blau hervorgehoben. Der Beurteilungspunkt ist als roter Kreis eingetragen.**

**(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)**



**Abbildung A1-5: Geruchsstundenhäufigkeit in % auf Beurteilungsflächen mit einer Kantenlänge von 50 m.**  
**Die höchstbelastete Nutzung an der Stockholmer Straße ist als blauer Kreis eingetragen.**  
**(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)**

## Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen

### A2.1 Allgemeines

Die von der geplanten Anlage verursachten Schadstoffimmissionen und Depositionen wurden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Als Erkenntnisquelle wird die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13 zur „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ berücksichtigt. Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von der Anlage ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 5)
- Die Höhe des Schornsteins (vgl. Kapitel 6)
- Die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Ausbreitungsklassen-Zeitreihe (vgl. Kapitel 7)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Abschnitt A2.8).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Abschnitt A2.8)
- Die Abgasfahnenüberhöhung (vgl. Abschnitt A2.12)

Die Emissionen werden für die Ausbreitungsrechnung in Form einer Zeitreihe entsprechend Abschnitt 8.1 freigesetzt.

Zur Ermittlung der Staubimmissionen sind gemäß Nummer 4 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) die trockene und nasse Deposition und die Sedimentation zu berücksichtigen. Die Berechnung ist für die in Tabelle 14 des Anhangs 2 der TA Luft angegebenen Größenklassen der Korngrößenverteilung der Stäube durchzuführen, wobei jeweils die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit, Sedimentationsgeschwindigkeit, Auswaschfaktor und Auswaschexponent zu verwenden sind. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A4-1 zusammengefasst.

*Tabelle A4-1: Korngrößenabhängige Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeit sowie Auswaschfaktor und Auswaschexponent*

	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm
Staub-Klasse nach Anhang 2 der TA Luft	pm-1	pm-2	pm-u
Depositionsgeschwindigkeit in m/s	0,001	0,01	0,07
Sedimentationsgeschwindigkeit in m/s	0	0	0,06
Auswaschfaktor in 1/s	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Auswaschexponent	0,8	0,8	0,8

Zur Berechnung des Staubbiederschlags werden die für jede Korngrößenklasse berechneten Depositionen addiert. Die PM<sub>10</sub>-Konzentration wird durch Summierung der Konzentrationen der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2 ermittelt.

Bei der Ausbreitungsrechnung für Schwefeldioxid und Stickoxide sind gemäß Nummer 3 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) die trockene und nasse Deposition zu berücksichtigen. Dabei sind die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit, Auswaschfaktor und Auswaschexponent zu verwenden. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A4-1 zusammengefasst.

*Tabelle A4-2: Depositionsgeschwindigkeit sowie Auswaschfaktor und Auswaschexponent*

	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>
Depositionsgeschwindigkeit in m/s	0,01	0,0005	0,003
Auswaschfaktor in 1/s	$2,0 \cdot 10^{-5}$	-	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Auswaschexponent	1,0	-	1,0

## A2.2 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL“ (Janicke (2024)), Version 3.3.0-WI-x vom 22.03.2024, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021).

Das Ausbreitungsmodell wird

- mit der Qualitätsstufe +2 und
- mit der NOSTANDARD-Option WETDRIFT zur Berücksichtigung der Tropfenverdriftung bei der Ausweisung der nassen Deposition

betrieben.

## A2.3 Berechnung der Stickstoffdeposition

Zur Ermittlung der Stickstoffdeposition sind zunächst die trockenen und nassen Depositionen der Stoffe NO<sub>2</sub> und NO zu bestimmen. Anschließend sind die Beiträge zu addieren. Hierbei ist nur der Stickstoffanteil der Moleküle zu berücksichtigen.

Entsprechend der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 (2006) sind zur Ermittlung der trockenen Depositionen die in Tabelle A2-3 aufgeführten Depositionsgeschwindigkeiten zu verwenden.

*Tabelle A2-3: Depositionsgeschwindigkeit  $v_d$  (trockene Deposition)*

Stoff	Depositionsgeschwindigkeit $v_d$ in m/s	Literaturquelle
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	0,003	TA Luft
Stickstoffmonoxid (NO)	0,0005	TA Luft

Die nasse Deposition wird mit Hilfe einer stoffspezifischen Auswaschrates beschrieben. Der Ansatz lautet:

$$A = f \cdot (I / I_r)^e \cdot s^{-1}$$

mit

- A: Auswaschrates (in  $s^{-1}$ )  
 f: stoffspezifischer Faktor (Zahlenwert)  
 I: Niederschlagsintensität (in mm/h)  
 $I_r$ : 1 mm/h  
 e: Exponent (Zahlenwert)

Die in der Ausbreitungsrechnung verwendeten Zahlenwerte für  $f$  und  $e$  entstammen der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 (2006) und sind stoffspezifisch in Tabelle A2-4 aufgelistet. Die Niederschlagsintensität  $I$  liegt für jede Stunde des Jahres in der meteorologischen Zeitreihe vor. Die Daten sind jeweils auf das langjährige Mittel der Niederschlagssumme skaliert.

*Tabelle A2-4: Stoffspezifische Größen zur Berücksichtigung der Auswaschrates bei der Berechnung der nassen Deposition. Die Auswaschrates für NO ist laut VDI 3782 Bl. 5 Null.*

Stoff	Faktor $f$	Exponent $e$
NO <sub>2</sub>	$1 \cdot 10^{-7}$	1

Der Stickstoff-Anteil aus der NO-Deposition errechnet sich durch Anwendung eines Faktors 14/30 (Massenanteil des Stickstoffs am NO-Molekül), aus der NO<sub>2</sub>-Deposition durch Verwendung des Faktors 14/46 (Massenanteil des Stickstoffs am NO<sub>2</sub>-Molekül). Die Summe der jeweiligen Stoffbeiträge ergibt die Gesamt-Stickstoffdeposition ( $N_{Dep}$ ).

## A2.4 Berechnung der Säuredeposition

Zur Ermittlung der Stickstoffdeposition sind zunächst die trockenen und nassen Depositionen der Stoffe NO<sub>2</sub> und NO zu bestimmen. Anschließend sind die Beiträge zu addieren. Hierbei ist nur der Stickstoff- und der Schwefelanteil der Moleküle zu berücksichtigen.

Zur Ermittlung der Säuredeposition werden die Depositionsbeiträge von NO<sub>2</sub>, NO und SO<sub>2</sub> ermittelt. Anschließend werden die Beiträge addiert.

Die Berechnung erfolgt analog zur Stickstoffdeposition, wobei die in Tabelle A4-5 und Tabelle A4-6 aufgeführten Werte zu verwenden sind.

*Tabelle A4-5: Depositionsgeschwindigkeit  $v_d$  (trockene Deposition)*

Stoff	Depositionsgeschwindigkeit $v_d$ in m/s	Literaturquelle
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	0,003	TA Luft



Stoff	Depositionsgeschwindigkeit $v_d$ in m/s	Literaturquelle
Stickstoffmonoxid (NO)	0,0005	TA Luft
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	0,010	VDI 3782 Bl. 5, Mesoskala
	0,010	VDI 3782 Bl. 5, Wiese
	0,015	VDI 3782 Bl. 5, Wald

Da das FFH-Gebiet größtenteils bewaldet ist, wird hier für Schwefeldioxid die Depositionsgeschwindigkeit von 0,015 m/s aus der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 5 angewendet. Somit werden die Beiträge der trockenen Deposition durch Schwefeldioxid aufgrund der teilweise bewaldeten Flächen mit dem Faktor 1,5 zu multiplizieren<sup>1</sup>.

*Tabelle A4-6: Stoffspezifische Größen zur Berücksichtigung der Auswaschraten bei der Berechnung der nassen Deposition*

Stoff	Faktor f	Exponent e
NO <sub>2</sub>	$1 \cdot 10^{-7}$	1
SO <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-5}$	1

Das Säureäquivalent wird in der Einheit keq N+S/(ha Jahr) bestimmt als:

$$N_{\text{Dep}} / 14 + S_{\text{Dep}} / 16 \quad (N = \text{Stickstoff}, S = \text{Schwefel})$$

wobei  $N_{\text{Dep}}$  und  $S_{\text{Dep}}$  in kg/(ha Jahr) angegeben sind.

## A2.5 Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von etwa 17 km x 12 km durchgeführt.

Um die statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens in größerer Entfernung zur Quelle zu reduzieren, wird das so genannte Nesting-Verfahren angewendet. Dazu wird das Rechengebiet in mehrere ineinander verschachtelte Rechengebiete aufgeteilt.

Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A2-7 dargestellt.

*Tabelle A2-7: Dimensionierung der Modellgitter.*

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	4 m	640 m x 576 m	160 x 144

<sup>1</sup> Hinweis: Das Ausbreitungsmodell AUSTAL berechnet die SO<sub>2</sub>-Deposition mit einer Depositionsgeschwindigkeit von 0,01 m/s

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
2	8 m	944 m x 864 m	118 x 108
3	16 m	1088 m x 1024 m	68 x 64
4	32 m	1472 m x 1472 m	46 x 46
5	64 m	3072 m x 3072 m	48 x 48
6	128 m	17152 m x 11904 m	134 x 93

## A2.6 Rauigkeitslänge

Als Maß für den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf das bodennahe Windprofil wird die Rauigkeitslänge  $z_0$  verwendet. Es handelt sich um eine Größe, die im Wesentlichen durch die Landnutzung bestimmt wird. Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung nach TA Luft ist die Rauigkeitslänge entsprechend Anhang 2, Tabelle 15 der TA Luft aus Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie zu bestimmen.

Im vorliegenden Fall wird sie automatisch mit im Mittel  $z_0 = 1,304$  m bestimmt und auf  $z_0 = 1,5$  m gerundet.

Für die hier angetroffene Mischung aus industrieller Bebauung westlich, nördlich und teils östlich, sowie ausgedehnten Waldgebieten südlich der Anlage erscheint der Wert 1,5 als mittlere Rauigkeit fachlich geeignet und plausibel.

## A2.7 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Nr. 12, Anhang 2 der TA Luft (2021) müssen in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen berücksichtigt werden, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Dieses Kriterium wird im Rechengebiet nicht erfüllt, so dass der Geländeeinfluss nicht zu berücksichtigen ist.

## A2.8 Berücksichtigung von Gebäuden

Abhängig von der Anströmrichtung können sich an den Gebäuden Wirbel mit abwärts gerichteten Komponenten, Kanalisierungen, Düseneffekten und anderen strömungsdynamischen Effekten ergeben. Die Ausbreitung der Schadstoffe kann somit wesentlich von den umgebenden Gebäuden beeinflusst werden.

Entsprechend Nr. 11, Anhang 2 TA Luft (2021) muss dieser Gebäudeeinfluss explizit berücksichtigt werden, wenn die Quellhöhe niedriger als das 1,7-fache der Gebäudehöhen ist. Maßgeblich für die Beurteilung der Gebäudehöhen sind dabei alle massiven Erhebungen, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6-fache der Gebäudehöhe und geringer als das 6-fache der Quellhöhe. Gebäude, auf die diese Kriterien zutreffen, sind nicht vorhanden.

## A2.9 Windfeldmodell

Die Windfeldberechnung mit Berücksichtigung von Gelände und Gebäuden wurde mit dem diagnostischen Windfeldmodell TALdia in der Version 3.3.0-WI-x durchgeführt.

Zur Anwendung des Windfeldmodells sollte die maximale skalierte Restdivergenz nicht größer als 0,05 sein (Janicke & Janicke (2021)). Im vorliegenden Fall wird die maximale Restdivergenz mit 0,002 ausgewiesen. Die mit dem diagnostischen Windfeldmodell berechneten Windfelder sind daher gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) für die Ausbreitungsrechnung geeignet.

## A2.10 Quellen

Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A2-8 angegeben.

Tabelle A2-8: Quelldimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei Ostwert 461750 und Nordwert 5459890 (UTM-32)

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unter- kante [m]	Ausdehnung [m]			Dreh- winkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
Schornstein	14,99	-4,24	26,0	0	0	0	0
Notkamin 1	7,84	4,87	23,4	0	0	0	0
Notkamin 2	4,14	15,44	23,4	0	0	0	0

## A2.11 Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells

Die statistische Streuung der Berechnungsergebnisse hält an den Beurteilungspunkten die in Nr. 10, Anhang 2 TA Luft (2021) definierte Bedingung von höchstens 3 von Hundert des Jahresimmissionswerts ein.

Die statistische Unsicherheit kann der Protokolldatei 'austal.log' in Anhang 5 entnommen werden. Die ausgewiesenen Immissionen wurden um den Beitrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

## A2.12 Abgasfahnenüberhöhung

Eine Abgasfahnenüberhöhung kann berücksichtigt werden, wenn ein ungestörter Abtransport in der freien Luftströmung gewährleistet ist. Dies ist gemäß VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) der Fall, wenn:

- die Quellhöhe mindestens 10 m über der Flur beträgt  
und
- die Mündung außerhalb der Rezirkulationszone von Strömungshindernissen (Gebäude, Vegetation, usw.) liegt

Die angesetzten Parameter sind Tabelle A2-9 zu entnehmen.

*Tabelle A2-9: Austrittsgeschwindigkeit, Temperatur, Mündungsdurchmesser und Wassergehalt*

Parameter	Einheit	Schornstein Schmelzwannen	Notkamine jeweils
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	15	15
Temperatur	°C	150	500
Mündungsdurchmesser	m	0,92	0,48
Wassergehalt	kg/kg	0,10	0,10

## Anhang 3: Grundlagen zur Ermittlung der diffusen Staubemissionen

Im Folgenden werden die Berechnungsformeln und die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen dargestellt. Die einzelnen Berechnungsschritte sind in Anhang 3 aufgeführt.

### A3.1 Umschlagvorgänge

#### Emissionsfaktoren

Die normierten Emissionsfaktoren für kontinuierliche und diskontinuierliche Aufnahme- und Abwurfverfahren werden gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010), Nr. 7.2.2.1 wie folgt berechnet:

$$\text{kontinuierlich: } q_{\text{norm}} = a \cdot 83,3 \cdot \dot{M}^{0,5}$$

$$\text{diskontinuierlich: } q_{\text{norm}} = a \cdot 2,7 \cdot M^{0,5}$$

mit:

$a$  = Gewichtungsfaktor zur Berücksichtigung der Stoffe hinsichtlich ihrer Neigung zum Stauben

$\dot{M}$  = Durchsatz in t/h

$M$  = Abwurf-/Aufnahmemenge in t/(Abwurf bzw. Aufnahme)

Der Gewichtungsfaktor  $a$  errechnet sich aus

$$a = (10^b)^{0,5},$$

wobei  $b$  als „Staubneigung“ bezeichnet wird. Sie wird nach Nr. 7.2.3 der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) in folgende 5 Klassen eingeteilt:

Tabelle A3-1: Staubneigung

Klasse	Staubneigung ( $b$ )
0	außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut
2	Staub nicht wahrnehmbar
3	schwach staubend
4	mittel staubend
5	stark staubend

Die normierten Emissionsfaktoren  $q_{\text{norm}}$  werden im Folgenden zur Berechnung von individuellen Emissionsfaktoren in  $\text{g/t}_{\text{Gut}}$  verwendet.



## Aufnahme und Aufhaltung von Schüttgütern

Die Emissionen für die Aufnahme und Aufhaltung staubender Güter werden gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010), Nr. 7.2.2.3 wie folgt berechnet:

$$q_{Auf} = q_{norm} \cdot \rho_s \cdot k_U$$

mit:

$q_{norm}$  = auf  $\rho_s = 1 \text{ t}_{Gut}/\text{m}^3$  normierter Emissionsfaktor in  $[\text{g}/\text{t}_{Gut} \cdot \text{m}^3/\text{t}_{Gut}]$

$\rho_s$  = Schüttgutdichte in  $[\text{t}_{Gut}/\text{m}^3]$  des Einsatzstoffes

$k_U$  = dimensionsloser Umfeldfaktor.

Der Umfeldfaktor berücksichtigt staubmindernde Maßnahmen, z.B. Absaugung, Kapselung usw.  $k_U = 1$  bedeutet, dass keine staubmindernden Einflüsse angenommen werden.

## Abwurf von Schüttgütern

Zur Abschätzung der Emissionen für den Abwurf staubender Güter wird gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010), Nr. 7.2.2.5 folgender Ansatz gewählt:

$$q_{Ab} = q_{norm} \cdot k_H \cdot k_{Gerät} \cdot 0,5 \cdot \rho_s \cdot k_U$$

mit:

$k_H$  =  $(H/2)^{1,25}$ . Auswirkungsfaktor zur Berücksichtigung der Abwurfhöhe.

$H$  = Fallhöhe des Materials

$q_{norm}$  = auf  $\rho_s = 1 \text{ t}_{Gut}/\text{m}^3$  normierter Emissionsfaktor in  $[\text{g}/\text{t}_{Gut} \cdot \text{m}^3/\text{t}_{Gut}]$ .

Der Emissionsfaktor ergibt sich in Abhängigkeit von der Staubqualität des Einsatzstoffes und von der Abwurfmenge bei diskontinuierlichen Vorgängen bzw. dem Durchsatz bei kontinuierlichen Vorgängen.

$\rho_s$  = Schüttgutdichte in  $[\text{t}_{Gut}/\text{m}^3]$  des Einsatzstoffes

$k_{Gerät}$  = empirischer Korrekturfaktor, der das Abwurfverfahren berücksichtigt.

Diskontinuierliche Abwurfverfahren (Lkw, Radlader):  $k_{Gerät} = 1,5$

Kontinuierliche Beladegeräte (Schüttrohr, Transportband):  $k_{Gerät} = 1$

$k_U$  = dimensionsloser Umfeldfaktor.

Der Umfeldfaktor berücksichtigt staubreduzierende Maßnahmen, die sich z.B. durch Einrichtungen zur Verminderung der Windangriffsfläche ergeben.

$k_U = 1$  wird z.B. in hindernisfreier Umgebung angesetzt.

Die Eingangsparameter, die zur Berechnung der Staubemissionen für die Umschlagvorgänge „Aufnahme“ und „Abwurf“ herangezogen wurden, sind den Tabellen „Emissionsmassenströme“ in Anhang 3 zu entnehmen.

## Berechnungsansätze

Zur Berechnung der Emissionsmassenströme durch Umschlagvorgänge werden folgende Ansätze getroffen:

### Staubneigungsklasse:

Die Staubneigung der Glasfritten wird mit der Staubneigung 0 festgelegt, da von diesen in der Regel keine Partikel freigesetzt werden. Lediglich geringfügige Restemissionen aufgrund zersplitterter einzelner Fritten o.ä. können auftreten.

### Umfeldfaktor:

Über den Umfeldfaktor  $k_U$  wird entsprechend VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) die emissionsmindernde Wirkung von Bauwerken, Halden usw. berücksichtigt. So ist gemäß VDI 3790, Blatt 3

- $k_U = 1$  in hindernisfreier Umgebung,
- $k_U = 0,9$  bei einer Schüttguthalde und
- $k_U = 0,8$  bei einer Lagerbox (z. B. BE xy)

anzusetzen.

### Abwurfhöhen:

Die Abwurfhöhe der Radlader in die Lagerboxen wird mit einem Mittelwert von 1 m angesetzt.

### Weitere Ansätze:

Der  $PM_{10}$ -Anteil (Staubkorngrößen kleiner als  $10\ \mu m$ ) wird für sämtliche Umschlagvorgänge mit 25 % an der Gesamtstaubemission angesetzt (vgl. Kummer et al. (2010)). Der  $PM_{2,5}$ -Anteil wird nach Angaben in BMWFJ (2013) mit 5,3 % an der Gesamtstaubemission angesetzt.

Die Schüttdichte der Glasfritten konservativ mit  $1,4\ t/m^3$  angesetzt.

## **A3.2 Fahrbewegungen auf befestigtem Untergrund**

Die Fahrbewegungen erfolgen auf asphaltierten oder vergleichbar befestigten Fahrwegen. Für derartige Fahrwege sind in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 Berechnungsformeln zur Ermittlung der Staubemissionen angegeben.

Die Staubemissionen werden durch folgende Vorgänge verursacht:

- a) Emissionen aufgrund von Staubaufwirbelungen beim Fahren,
- b) Abgas- bzw. Motoremissionen und
- c) Emissionen durch Abrieb bei Bremsvorgängen, von den Reifen und vom Straßenbelag.

### a.) Emissionsfaktoren durch Aufwirbelungen

Eingangsgrößen für die Berechnung sind:

- die Feinkornauflage auf dem Fahrbahnbelag,
- das mittlere Gewicht der Fahrzeugflotte,
- die Anzahl der Niederschlagstage,
- Emissionsminderungsmaßnahmen

sowie empirische korngrößenabhängige Parameter.

Die **Anzahl der Fahrbewegungen** wird gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 anhand der durchschnittlichen Zuladungen der Lkw und Radlader berechnet.

Die **Fahrweglänge** der Lkw und Radlader je Anlieferung bzw. je Abholung wird gemäß Tabelle A3-2 ermittelt. Alle Fahrweg-Teilabschnitte für die internen Fahrten werden auf dem Hin- und Rückweg befahren und werden daher doppelt berücksichtigt. Bei den externen Anlieferungen wird davon ausgegangen, dass die Lkw einen Rundweg umfahren. Hier wird lediglich der erste Streckenabschnitt doppelt befahren.

Die Länge der zurückgelegten Fahrwege wird über die digitalisierten Teilabschnitte der Quellen (siehe Kapitel A2.10) ermittelt.

Um zusätzliche innerbetriebliche Fahrten zu berücksichtigen, werden die Fahrstrecken der anliefernden und abholenden Lkw pauschal um 10 % erhöht. Für Wendemanöver wird zusätzlich ein Zuschlag von 20 m für jede Fahrt berücksichtigt.

*Tabelle A3-2: Länge der Fahrstrecken für die externen und internen Fahrten. Die digitalisierten Flächenquellen können Tabelle A2-8 auf S. 58 entnommen werden. Alle Werte in m.*

Quellname	Länge	Fahrten extern	Fahrten intern
LKW-Teilstrecke 1	93,7	187,4 (2x)	
LKW-Teilstrecke 2	160,7	160,7	
LKW-Teilstrecke 3	98,5	98,5	197,0 (2x)
LKW-Teilstrecke 4	109,1	109,1	218,2 (2x)
LKW-Teilstrecke 5	26,2	26,2	52,4 (2x)
LKW-Teilstrecke 6	61,2	61,2	122,4 (2x)
LKW-Teilstrecke 7	72,6	72,6	145,1 (2x)
LKW-Teilstrecke 8	58,2		116,5 (2x)
LKW-Teilstrecke 9	90,5		181,0 (2x)
Zwischensumme		715,6	1032,5
Zuschlag 10 %		71,6	103,3
Zuschlag 20 m		20,0	20,0

Quellname	Länge	Fahrten extern	Fahrten intern
Summe		807,2	1155,8
Ansatz Gutachten			

Zur Bestimmung der **Feinkornauflage** (bzw. 'Schluffauflage') auf dem Fahrbahnbelag sind in EPA (2011) Messwerte für öffentliche Fahrwege zwischen 0,03 und maximal 0,6 g/m<sup>2</sup> angegeben. Die Fahrwege auf dem Betriebsgelände werden regelmäßig gereinigt. Daher kann eine Feinkornauflage von 2 g/m<sup>2</sup> angesetzt werden. Abweichend hiervon wird für die Stapler, die in einem räumlich begrenzten Bereich im Annahmelager eingesetzt werden, eine höhere Feinkornauflage von 5 g/m<sup>2</sup> angesetzt.

Als **Emissionsminderungsmaßnahme** wird sowohl für Lkw- als auch für Radladerfahrten gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 20 km/h über eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit von 0,2 berücksichtigt (siehe auch LUBW (2021)). Für die Staplerfahrten wird die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 10 km/h über eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit von 0,4 berücksichtigt.

Die mittleren **Fahrzeuggewichte** sind in Tabelle A3-3 aufgeführt.

Tabelle A3-3: Durchschnittliche Gewichte der eingesetzten Fahrzeuge in t

Fahrzeug	Leergewicht	Zuladung	Gesamtgewicht	mittleres Gewicht
LKW	15	25	40	27,5
Radlader	20,7	4,2	24,9	22,8
Stapler	14,4	3	17,4	15,9

Die Anzahl der **Niederschlagstage** (Tage mit täglichen Niederschlagsmengen über 1 mm) liegt entsprechend VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 Bild A1 zwischen 121 und 130 Niederschlagstagen pro Jahr. Für die Prognose werden konservativ 120 Niederschlagstage angesetzt.

Damit berechnet sich die Staubemission auf den asphaltierten Fahrwegen (Aufwirbelung von aufliegendem Feinkorn) gemäß VDI 3790, Blatt 4 folgendermaßen:

$$E = k_{KGV} \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{p}{3 \cdot 365}\right) \cdot (1 - k_M)$$

$E$  in g/(km·Fzg.) Emissionsfaktor für die Staubaufwirbelung aufgrund von Fahrbewegungen

$k_{KGV}$  Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (siehe Tabelle A3-4)

$sL$  in g/m<sup>2</sup> Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags

$W$  in t Mittlere Masse der Fahrzeugflotte

$p$	Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlicher Niederschlag
$k_M$	Kennzahl für Maßnahmenwirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Die Berechnungsformel berücksichtigt im vorletzten Term einen Faktor von 1/3, da Asphaltflächen relativ schnell abtrocknen und die Flächen nicht während des ganzen Tages feucht sind.

Tabelle A3-4: Korngrößenabhängige Exponenten.

Bezeichnung	PM-2.5	PM-10	PM-30
$k_{kgv}$	0,15	0,62	3,23

Die folgende Tabelle listet die verwendeten Parameter für die Berechnung nach VDI 3790, Blatt 4 und die daraus resultierenden spezifischen Staubemissionen durch die Fahrbewegungen auf. Die Emissionsmassenströme können Anhang 3 entnommen werden.

Tabelle A3-5: Berechnung des Emissionsfaktors für befestigte Fahrwege je Fahrzeug nach VDI 3790, Blatt 4.

Bezeichnung		Lkw	Radlader	Stapler
Leergewicht, Flottenmittel (t)		15,0	20,7	14,4
Zuladung, Flottenmittel (t)		25,0	4,2	3,0
mittleres Gewicht $W$ (t)		27,5	22,8	15,9
Anzahl der Regentage mit Regenmenge > 1 mm $p$		120	120	120
Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags $sL$ (g/m <sup>2</sup> )		2	2	5
Längenbezogene Emissionsfaktoren (g/km) $E$	PM <sub>2,5</sub> :	8	7	11
	PM <sub>10</sub> :	34	28	44
	PM <sub>30</sub> :	175	145	230
Emissionen (g/km)	pm-1:	8	7	11
	pm-2:	25	21	34
	pm-u:	141	117	186
Zwischensumme:		175	145	230
$k_M$ für Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit		0,2	0,2	0,4
Emissionen (g/km)	pm-1:	7	5	6
	pm-2:	20	17	20
	pm-u:	113	93	112
Summe:		140	116	138



**b.) Dieselmotoremissionen**

Die Lkw-bedingten Abgasemissionen werden anhand der Emissionsfaktoren des 'HBEFA' (Handbuch Emissionsfaktoren 4.1, HBEFA (2019)) bestimmt. Eingangsgrößen sind:

- der Fahrzeugtyp (z.B. leichte und schwere Lkw)
- die Straßenkategorie
- die Fahrbahnneigung
- der Fahrmodus
- das Bezugsjahr.

Für die Emissionsberechnung wird der höchste Staubemissionsfaktor aus dem 'HBEFA' gewählt. Dieser beträgt für schwere Nutzfahrzeuge bei einer Fahrbahnneigung von +6 % und 'Stop-and-go-Verkehr'

**0,34 g/(Lkw·km).**

Diese Staubemission wird vollständig in Form von PM<sub>2,5</sub> freigesetzt. Da motorische Verbesserungsmaßnahmen zukünftig zu einem Rückgang der Emissionen führen werden, wird das Bezugsjahr 2010 verwendet.

**c.) Emissionen durch Abrieb**

Ein weiterer Teil der Emissionen entsteht durch Abriebe (Reifenabrieb, Straßenabrieb, Bremsabrieb). Um diesen Anteil zu berechnen, werden Angaben der EEA (European Environment Agency; EMEP/EEA (2016)) verwendet:

Tabelle A3-6: Emissionsfaktoren durch Abrieb nach EMEP/EEA (2016) in g/(Lkw·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Brems- und Reifenabrieb	0,0316	0,0274	0,0187	0,0777
Straßenabrieb	0,0205	0,0175	0,0380	0,0760
<b>Summe:</b>	<b>0,052</b>	<b>0,045</b>	<b>0,057</b>	<b>0,154</b>

**d.) Zusammenfassende Darstellung der Emissionsfaktoren**

Aus den oben dargestellten Berechnungsansätzen berechnen sich die in Tabelle A3-7 zusammengefassten Emissionsfaktoren:

Tabelle A3-7: Emissionsfaktoren der Lkw in g/(Lkw·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Aufwirbelungen (VDI 3790 Blatt 4)	6,50	20,37	113,14	140,01
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
<b>Gesamt</b>	<b>6,9</b>	<b>20,4</b>	<b>113,2</b>	<b>140,5</b>

Tabelle A3-8: Emissionsfaktoren der Radler in g/(Lkw·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Aufwirbelungen (VDI 3790 Blatt 4)	5,37	16,83	93,45	115,65
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
<b>Gesamt</b>	<b>5,8</b>	<b>16,9</b>	<b>93,5</b>	<b>116,1</b>

Tabelle A3-9: Emissionsfaktoren der Stapler in g/(Lkw·km).

Emissionsquelle	Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Aufwirbelungen (VDI 3790 Blatt 4)	6,42	20,12	111,71	138,25
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
<b>Gesamt</b>	<b>6,8</b>	<b>20,2</b>	<b>111,8</b>	<b>138,7</b>

## Anhang 4: Diffuse Staubemissionsmassenströme

### Umschlag:

#### Zwischenlager Fritten

Stoff	Volumen	Menge	Staub- neigung	Verstaubungs- koeffizient a	Abw urf- höhe	K <sub>H</sub>	K <sub>Gerät</sub>	K <sub>umfeld</sub>	Schütt- dichte	Minderung	Emissions- faktor	Umschlag-menge	Emission
	m³	t			m				t/m³		g/t	t/a	kg/a

#### Aufnahme Radlader:

Fritten		100*	0	1	-	-	-	0,80	1,40	0%	0,3	30.940	9
---------	--	------	---	---	---	---	---	------	------	----	-----	--------	---

Quelle: ZWISCHENL

Summe: 9

#### Frittentransport

Stoff	Volumen	Menge	Staub- neigung	Verstaubungs- koeffizient a	Abw urf- höhe	K <sub>H</sub>	K <sub>Gerät</sub>	K <sub>umfeld</sub>	Schütt- dichte	Minderung	Emissions- faktor	Umschlag-menge	Emission
	m³	t			m				t/m³		g/t	t/a	kg/a

#### Abwurf Radlader (Entladen):

Fritten	4,2	5,9	0	1	0,5	0,18	1,5	0,80	1,40	0%	0,2	30.940	5
---------	-----	-----	---	---	-----	------	-----	------	------	----	-----	--------	---

Quelle: FRITTENLAGER

Summe: 5

**Fahrbewegungen Stapler:****Anlieferung**

Stoff	Umschlag- menge t/a	Fzg.-Typ	Menge t	Fahrten	Gesamt- strecke m/Fahrt	Jahres- strecke km/a	K <sub>umfeld</sub>	Emissions- faktor g/(Fzg km)	Emission kg/a
-------	---------------------------	----------	------------	---------	-------------------------------	----------------------------	---------------------	------------------------------------	------------------

**Entladen per Stapler:**

Mineralwolle	30.940	Stapler	0,4	73.667	50	3683	1	139	511
--------------	--------	---------	-----	--------	----	------	---	-----	-----

Quelle: STAPLER

Summe: 511

**Fahrbewegungen Lkw/Radlader:****Anlieferung**

Stoff	Fahrtstrecke	Rtg.	Umschlag- menge t/a	Fzg.-Typ	Menge t	Fahrten	Gesamt- strecke m/Fahrt	Jahres- strecke km/a	K <sub>umfeld</sub>	Emissions- faktor g/(Fzg km)	Emission kg/a
		i / o / t	t/a		t						

**Anlieferung:**

Mineralwolle	Fahrten extern	i	30.940	LKW_bef	25	1.238	850	1052	1	141	148
--------------	----------------	---	--------	---------	----	-------	-----	------	---	-----	-----

Summe: 148

**Zwischenlager Fritten**

Stoff	Fahrtstrecke	Rtg.	Umschlag- menge t/a	Fzg.-Typ	Menge t	Fahrten	Gesamt- strecke m/Fahrt	Jahres- strecke km/a	K <sub>umfeld</sub>	Emissions- faktor g/(Fzg km)	Emission kg/a
		i / o / t	t/a		t						

**Abtransport:**

Fritten	Fahrten intern	t	30.940	Radlader_bef	25	1.238	1.200	1485	1	116	172
---------	----------------	---	--------	--------------	----	-------	-------	------	---	-----	-----

Summe: 172

Rtg.: Fahrtrichtung

i - Input

o - Output

t - Transfer

## Anhang 5: Ermittlung des repräsentativen Jahres

Um das für mehrjährige Verhältnisse repräsentative Jahr zu ermitteln, wurde das in Anhang A3.1 der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) definierte Verfahren 'AKJahr' verwendet. Hierbei werden die Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde der meteorologischen Messung ermittelt. Mittels statistischer Verfahren wird das Jahr bestimmt, das die beste Übereinstimmung dieser Parameter mit dem Mittelwert des Gesamtzeitraums zeigt.

Als Datengrundlage wurde der 7-jährige Zeitraum 2009-2015 ausgewertet, die Auswertung wurde auf das Kalenderjahr abgestellt.

Für das AKJahr-Verfahren wird zunächst ein  $\chi^2$ -Test für jeden der vier Parameter Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden durchgeführt. Die daraus resultierenden vier Werte werden nach der Rechenvorschrift der VDI 3783 Bl. 20 gewichtet addiert, so dass sich für jedes betrachtete Kalenderjahr ein Zahlenwert für die Güte der Übereinstimmung mit dem Gesamtzeitraum ergibt (Abbildung A3-1).



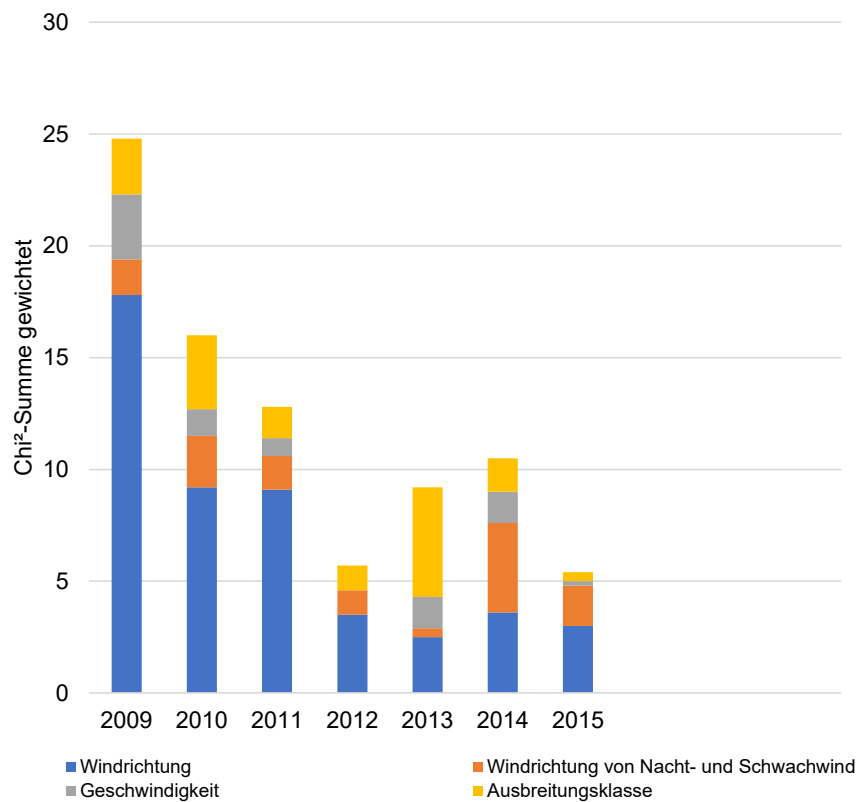


Abbildung A3-1: Gewichtete  $\chi^2$ -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume (Jahreszeitreihen) mit dem Gesamtzeitraum.

Die Gewichtung erfolgt folgendermaßen:

- Windrichtung: Faktor 0,36
- Windrichtung nachts und bei Schwachwind: Faktor 0,15
- Windgeschwindigkeit: Faktor 0,24
- Ausbreitungsklasse: Faktor 0,25

Die Jahreszeitreihe 2015, für den die gewichtete  $\chi^2$ -Summe den kleinsten Wert annimmt, ist dem gesamten Zeitraum am ähnlichsten.

Die mit der Auswertung der gewichteten  $\chi^2$ -Summe durchgeführte Suche nach dem repräsentativen Jahr wird um eine Prüfung der Standardabweichungen erweitert. Hierbei wird ermittelt, ob das gefundene repräsentative Jahr in der  $\sigma$ -Umgebung der für den Gesamtzeitraum ermittelten Standardabweichung liegt (Abbildung A3-2). Je mehr Klassen jedes Parameters innerhalb der  $\sigma$ -Umgebung des Gesamtzeitraumes liegen, desto besser ist die Übereinstimmung.

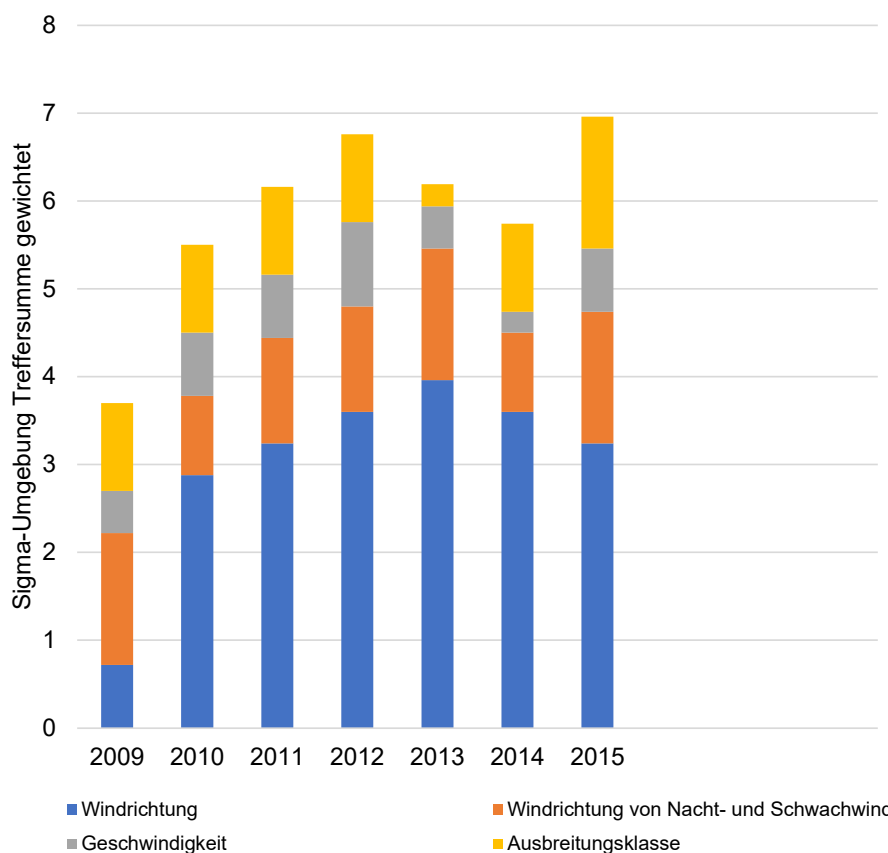


Abbildung A3-2: Gewichtete  $\sigma$ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume (Jahreszeitreihen) mit dem Gesamtzeitraum.

Erfahrungsgemäß fällt das aus dem  $\chi^2$ -Test gefundene repräsentative Jahr nicht immer mit dem Maximum der gewichteten  $\sigma$ -Umgebung-Treffersumme zusammen. Im vorliegenden Fall ist die Treffersumme des Jahres 2015 allerdings die höchste.

In der Gesamtbeurteilung wird nach der in der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) bestimmten Reihenfolge das Jahr **2015** bestimmt (1. Rang  $\chi^2$ -Auswertung und 1. Rang  $\sigma$ -Auswertung).

Zur Plausibilitätsprüfung ist die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum zu vergleichen. Anhand der folgenden Grafiken ist erkennbar, dass sich die Verteilungen für die ausgewählte Jahreszeitreihe kaum von denen des Gesamtzeitraumes unterscheiden.

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Jahreszeitraum 2015 ein repräsentatives Jahr im betrachteten Gesamtzeitraum von 2009 bis 2015 ist.

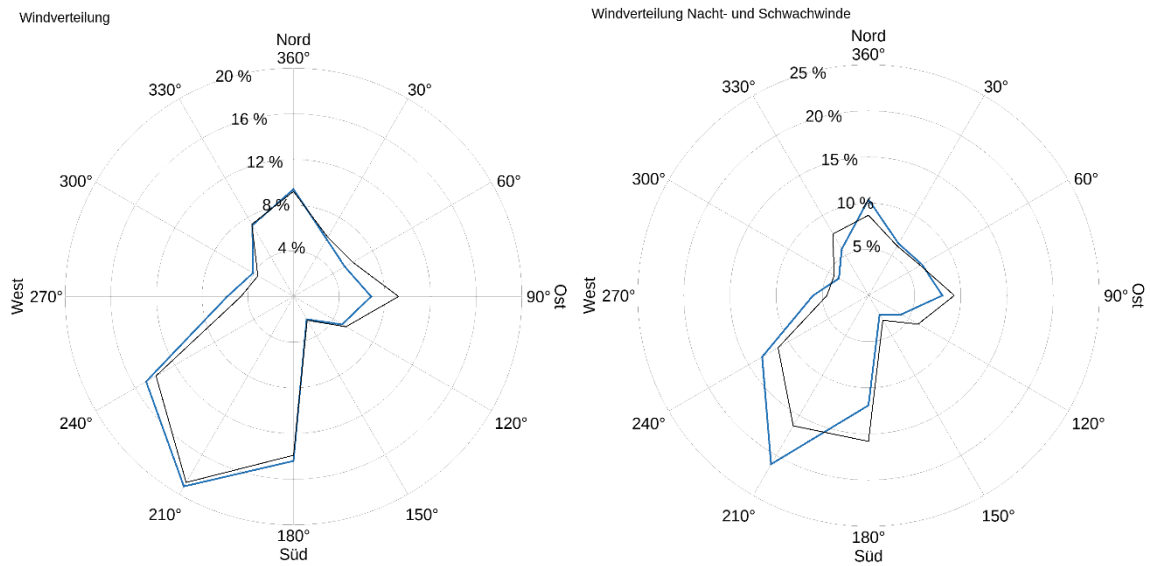


Abbildung A5-3: Vergleich der Verteilungen von Windrichtung (links) sowie Windrichtung bei Nacht- und Schwachwinden (rechts) der ausgewählten Jahreszeitreihe 2015 (blau) mit dem 10-jährigen Gesamtzeitraum (schwarz).

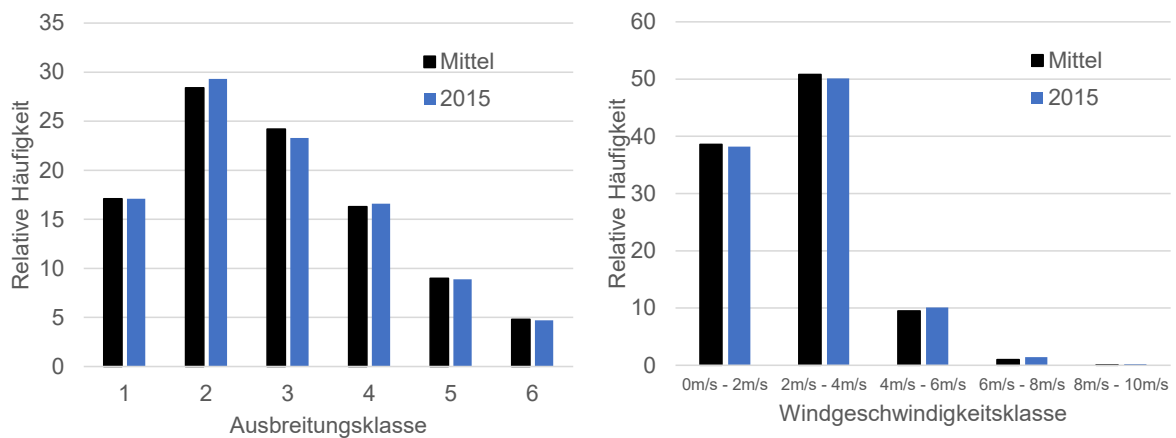


Abbildung A5-4: Vergleich der Verteilungen von Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse der ausgewählten Jahreszeitreihe 2015 (blau) mit dem 10-jährigen Gesamtzeitraum (schwarz).

## Anhang 6: Protokolldateien

### Protokolldatei des Programms WinStacc

#### Schornstein Schmelzwannen:

```
***** WinSTACC - Lohmeyer GmbH *****
***** Programmibliothek VDI 3781 Blatt 4 - Ableitbedingungen für Abgase *****
Programmversion      = 1.0.8.8
dll-Version          = 1.0.5.1
```

#### [Start]

```
Datum Rechnung      = 28.01.2025 11:36
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             = 4.2
Breite_b             = 3.7
Traufhöhe_H_Traufe   = 1
Firsthöhe_H_First    = 1
Dachform             = Flachdach
Dachhöhe_H_Dach      = 0
BreiteGiebelseite_b  = 3.7
HorizontalerAbstandMündungFirst_a = 2.3
```

#### Berechnung von H\_A1...

```
Glg. 8
H_A1F                = 4.3
a                    = 0
alpha                = 0
```

```
Glg. 5
H_1                  = 0.7
```

```
Glg. 7
f                    = 0
```

```
Glg. 6
H_2                  = 0.7
```

```
Glg. 3
H_S1                 = 0.7
```

```
Glg. 4
H_A1``              = 3.7
```

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             = 57.6
Breite_b             = 30
Traufhöhe_H_Traufe   = 15
Firsthöhe_H_First    = 15
```

Dachform = Flachdach  
 Dachhöhe\_H\_Dach = 0  
 BreiteGiebelseite\_b = 30  
 H\_2V\_mit\_H\_A1F\_begrenzen = nein  
 HöheObersteFensterkante\_H\_F = 0  
 WinkelGebäudeMündung\_beta = 13  
 AbstandGebäudeMündung\_l\_A = 5  
 Hanglage = nein  
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude\_Delta\_h = 0  
 GeschlosseneBauweise = nein

## Berechnung von H\_A2

Glg. 16  
l\_eff = 42.2

Glg. 15  
l\_RZ = 43.3

Glg. 18  
p = 0.99  
alpha = 0

Glg. 7  
f = 0

Glg. 6  
H\_2V = 5.5

Glg. 17  
H\_S2 = 19.3

Glg. 19  
H\_A2 = 22.3

H\_E2 bzw. H\_E2T 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.

## [Ergebnis]

Berechnung der Mündungshöhe H\_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...

H\_A = 22.3

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 = 23.3

\*\*\*\*\*

## Notkamine:

\*\*\*\*\* WinSTACC - Lohmeyer GmbH \*\*\*\*\*

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

Programmversion = 1.0.8.8

dll-Version = 1.0.5.1

## [Start]

Datum Rechnung = 29.01.2025 11:20

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

[Einzelgebäude]

Länge\_l = 57.1

Breite\_b = 29.7

Traufhöhe\_H\_Traufe = 15

Firsthöhe\_H\_First = 15

Dachform = Flachdach

Dachhöhe\_H\_Dach = 0

BreiteGiebelseite\_b = 29.7

HorizontalerAbstandMündungFirst\_a = 19.1

Berechnung von H\_A1...

Glg. 8

H\_A1F = 10.9

a = 0

alpha = 0

Glg. 5

H\_1 = 5.4

Glg. 7

f = 0

Glg. 6

H\_2 = 5.4

Glg. 3

H\_S1 = 5.4

Glg. 4

H\_A1 = 8.4

Berechnung von H\_E1...

H\_E1 = 0

[Ergebnis]

Berechnung der Mündungshöhe H\_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...

H\_A = 8.4

Berechnung der Mündungshöhe H\_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase...

H\_E = 0

H\_M - Mündungshöhe über First = 8.4

H\_M - Mündungshöhe über Dach = 8.4

----- Mündungshöhe über Grund = 23.4

\*\*\*\*\*

**Windfeldberechnung (Datei 'taldia.log'; Ausschnitt):**

```

2024-08-21 10:50:53 -----
TwNServer:./.
TwNServer:-B~/lib
TwNServer:-w30000

2024-08-21 10:50:53 TALdia 3.3.0-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.
Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:28
Das Programm läuft auf dem Rechner "SOUTHAMPTON".
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "speyer" 'Projekt-Titel
> ux 32461750 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5459890 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2 'Qualitätsstufe
> az "F:\24-03-25-FR_St.Gobain-Speyer\4-Meteorologie\MakeAK_200430\akterm_speyer_2015.akt"
'AKT-Datei
> xa -861.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 455.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 'Zellengröße
(m)
> x0 -328.0 -416.0 -480.0 -704.0 -1408.0 -7808.0 'x-
Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 160 118 68 46 48 134 'Anzahl
Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -288.0 -496.0 -576.0 -768.0 -1664.0 -5888.0 'y-
Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 144 108 64 46 48 93 'Anzahl
Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 27 41 41 41 41 41 'Anzahl
Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> 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 78.0 81.0 85.0 91.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0
600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq 14.99
> yq -4.24
> hq 30.00
> aq 0.00
> bq 0.00
> cq 0.00
> wq 0.00
> dq 1.29
> vq 12.00
> tq 160.00
> lq 0.0000
> rq 0.00
> zq 0.1000
> sq 0.00
> rf 1.0000
> so2 0.42222222
> no 1.7347826
> no2 0.29555556
> nox 2.9555556
> f 0.024488889
> xx 0.040533333
> odor 10133.333
> pm-1 0.025333333

```

```
> pm-2 0.059111111
> xb 20.15          1.00          -8.62          41.56          58.90
99.16          85.94          114.52          90.26          154.01          145.12
124.67          -121.47          -131.37          -115.01          -127.41          -
151.26          -121.58          -68.90
> yb 4.17          55.69          83.48          -88.89          -80.14          -
92.35          -55.49          -90.45          -77.87          -75.90          -
56.03          -37.03          -143.45          -115.97          -83.13          -
54.00          -50.85          -39.90          86.53
> ab 57.81          28.99          24.41          0.00          0.00
10.62          17.40          26.34          11.43          47.94          10.20
16.21          19.37          27.83          42.43          30.70          52.02
103.62          122.50
> bb 29.81          13.13          20.85          -14.21          -15.47
6.64          10.02          25.29          12.18          9.27          9.30
10.00          15.20          25.79          26.05          6.39          31.10
84.08          125.55
> cb 20.00          6.00          6.00          22.40          24.80
23.80          10.90          15.30          40.00          5.80          8.40
12.70          16.60          24.20          18.90          16.30          19.80
14.60          13.00
> wb 110.31          108.71          198.60          0.00          0.00
26.19          24.95          26.41          21.66          115.06          117.35
295.08          17.85          20.37          109.22          289.95          198.76
109.50          109.35
```

===== Ende der Eingabe =====

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 40.0 m.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.  
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.304 m.  
Der Wert von z0 wird auf 1.50 m gerundet.

AKTerm "F:/24-03-25-FR\_St.Gobain-Speyer/4-Meteorologie/MakeAK\_200430/akterm\_speyer\_2015.akt" mit 8759 Zeilen, Format 3

Warnung: 53 Zeilen mit ua=0/ra>0 oder ua>0/ra=0 (Kalmen erfordern ua=0)

Es wird die Anemometerhöhe ha=29.2 m verwendet.  
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.3 %.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663  
Prüfsumme TALDIA adcc659c  
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4  
Prüfsumme AKTerm 2ad6e506

Eine Windfeldbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.  
Der maximale Divergenzfehler ist 0.002 (1004).  
2024-08-21 15:17:21 TALdia ohne Fehler beendet.

**Ausbreitungsrechnung (Datei 'AUSTAL.log'):****Schornstein Schmelzwannen:**

2025-01-30 09:54:12 -----  
TalServer:..

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x  
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024  
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

Arbeitsverzeichnis: ./.

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:21  
Das Programm läuft auf dem Rechner "SOUTHAMPTON".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "speyer" 'Projekt-Titel
> ux 32461750 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5459890 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2 'Qualitätsstufe
> az "F:\24-03-25-FR_St.Gobain-Speyer\4-Meteorologie\MakeAK_200430\akterm_speyer_2015.akt"
'AKT-Datei
> xa -861.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 455.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 'Zellen-
größe (m)
> x0 -328.0 -416.0 -480.0 -704.0 -1408.0 -7808.0 'x-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 160 118 68 46 48 134 'Anzahl
Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -288.0 -496.0 -576.0 -768.0 -1664.0 -5888.0 'y-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 144 108 64 46 48 93 'Anzahl
Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 27 41 41 41 41 41 'Anzahl
Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> 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 78.0 81.0 85.0 91.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq 14.99
> yq -4.24
> hq 26.00
> aq 0.00
> bq 0.00
> cq 0.00
> wq 0.00
> dq 0.92
> vq 15.00
> tq 150.00
> lq 0.0000
> rq 0.00
> zq 0.1000
> sq 0.00
> rf 1.0000
> so2 0.083333333
> no 0.65217391
> no2 0.11111111
> nox 1.11111111
> f 0.025
> xx 0.041666667
> odor 8379
> pm-1 0.016666667
> pm-2 0.038888889
> pm25-1 0.016666667
> xp -44.12 -1581.58 1477.08 179.93
> yp -943.08 956.82 755.00 142.78
> hp 1.50 1.50 1.50 1.50
```

```
> xb 20.15      1.00      -8.62      41.56      58.90
99.16          85.94      114.52      90.26      154.01
145.12         124.67     -121.47     -131.37     -115.01
127.41        -151.26     -121.58     -68.90
> yb 4.17      55.69      83.48      -88.89     -80.14
-92.35        -55.49     -90.45     -77.87     -75.90
56.03         -37.03     -143.45    -115.97     -83.13
54.00         -50.85     -39.90      86.53
> ab 57.81      28.99      24.41      0.00      0.00
10.62         17.40      26.34      11.43      47.94
10.20         16.21      19.37      27.83      42.43
30.70         52.02     103.62     122.50
> bb 29.81      13.13      20.85     -14.21     -15.47
6.64          10.02      25.29      12.18      9.27
9.30          10.00      15.20      25.79      26.05
6.39          31.10      84.08     125.55
> cb 15.00      6.00      6.00      22.40      24.80
23.80         10.90      15.30      40.00      5.80
8.40          12.70      16.60      24.20      18.90
16.30         19.80      14.60      13.00
> wb 110.31     108.71     198.60      0.00      0.00
26.19         24.95      26.41      21.66     115.06
117.35        295.08      17.85      20.37     109.22
289.95        198.76     109.50     109.35
===== Ende der Eingabe =====
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.  
>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 40.0 m.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.  
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.279 m.  
Der Wert von z0 wird auf 1.50 m gerundet.

AKTerm "F:/24-03-25-FR St.Gobain-Speyer/4-  
Meteorologie/MakeAK\_200430/akterm\_speyer\_2015.akt" mit 8759 Zeilen, Format 3

Warnung: 53 Zeilen mit ua=0/ra>0 oder ua>0/ra=0 (Kalmen erfordern ua=0)

Niederschlags-Datei ../niederschlag.dmna eingelesen [1,8759].  
Es wird die Anemometerhöhe ha=29.2 m verwendet.  
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.3 %.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663  
Prüfsumme TALDIA adcc659c  
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4  
Prüfsumme AKTerm 2ad6e506  
Gesamtniederschlag 716 mm in 723 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 : 1.343e+00 kg/(ha*a) (+/- 1.3%) bei x= 82 m, y= 70 m (1:103, 90)
SO2    DRY : 1.278e+00 kg/(ha*a) (+/- 1.3%) bei x= 82 m, y= 70 m (1:103, 90)
SO2    WET : 2.502e-01 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= 22 m, y= 6 m (1: 88, 74)
```



NO2	DEP	:	6.336e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1.4%)	bei x=	98 m, y=	90 m (1:107, 95)
NO2	DRY	:	6.332e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1.4%)	bei x=	98 m, y=	90 m (1:107, 95)
NO2	WET	:	1.683e-03	kg/(ha*a)	(+/- 0.1%)	bei x=	22 m, y=	6 m (1: 88, 74)
NO	DEP	:	5.168e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1.3%)	bei x=	86 m, y=	66 m (1:104, 89)
NO	DRY	:	5.168e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1.3%)	bei x=	86 m, y=	66 m (1:104, 89)
PM	DEP	:	3.056e-04	g/(m²*d)	(+/- 0.5%)	bei x=	22 m, y=	10 m (1: 88, 75)
PM	DRY	:	1.706e-04	g/(m²*d)	(+/- 1.3%)	bei x=	86 m, y=	66 m (1:104, 89)
PM	WET	:	2.467e-04	g/(m²*d)	(+/- 0.1%)	bei x=	22 m, y=	6 m (1: 88, 74)
XX	DEP	:	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)			
XX	DRY	:	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)			
XX	WET	:	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)			

## Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2	J00	:	4.008e-01	µg/m³	(+/- 0.8%)	bei x=	90 m, y=	74 m (1:105, 91)
SO2	T03	:	3.107e+00	µg/m³	(+/- 4.6%)	bei x=	66 m, y=	82 m (1: 99, 93)
SO2	T00	:	3.481e+00	µg/m³	(+/- 5.3%)	bei x=	90 m, y=	70 m (1:105, 90)
SO2	S24	:	4.709e+00	µg/m³	(+/- 17.5%)	bei x=	86 m, y=	70 m (1:104, 90)
SO2	S00	:	7.639e+00	µg/m³	(+/- 48.7%)	bei x=	106 m, y=	-90 m (1:109, 50)
NOX	J00	:	5.625e+00	µg/m³	(+/- 0.8%)	bei x=	90 m, y=	74 m (1:105, 91)
NO2	J00	:	6.520e-01	µg/m³	(+/- 0.8%)	bei x=	90 m, y=	74 m (1:105, 91)
NO2	S18	:	7.583e+00	µg/m³	(+/- 20.7%)	bei x=	78 m, y=	86 m (1:102, 94)
NO2	S00	:	2.072e+01	µg/m³	(+/- 99.9%)	bei x=	-154 m, y=	54 m (1: 44, 86)
F	J00	:	1.266e-01	µg/m³	(+/- 0.8%)	bei x=	90 m, y=	74 m (1:105, 91)
PM	J00	:	2.707e-01	µg/m³	(+/- 0.8%)	bei x=	90 m, y=	74 m (1:105, 91)
PM	T35	:	9.534e-01	µg/m³	(+/- 7.3%)	bei x=	86 m, y=	66 m (1:104, 89)
PM	T00	:	2.344e+00	µg/m³	(+/- 5.3%)	bei x=	90 m, y=	70 m (1:105, 90)
PM25	J00	:	8.392e-02	µg/m³	(+/- 0.8%)	bei x=	90 m, y=	74 m (1:105, 91)
XX	J00	:	2.110e-07	g/m³	(+/- 0.8%)	bei x=	90 m, y=	74 m (1:105, 91)

## Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

ODOR	J00	:	7.046e+00	%	(+/- 0.1)	bei x=	86 m, y=	74 m (1:104, 91)
------	-----	---	-----------	---	-----------	--------	----------	------------------

## Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT		01		02		03		04	
xp		-44		-1582		1477		180	
yp		-943		957		755		143	
hp		1.5		1.5		1.5		1.5	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
SO2	DEP	6.337e-02	1.7%	7.607e-03	4.6%	4.108e-02	2.2%	9.596e-01	1.6%
kg/(ha*a)									
SO2	DRY	6.138e-02	1.8%	7.268e-03	4.8%	3.923e-02	2.3%	9.305e-01	1.6%
kg/(ha*a)									
SO2	WET	1.985e-03	1.1%	3.385e-04	2.1%	1.849e-03	0.9%	2.916e-02	0.3%
kg/(ha*a)									
SO2	J00	1.934e-02	1.7%	2.352e-03	4.5%	1.251e-02	2.1%	2.941e-01	0.9%
µg/m³									
SO2	T03	2.167e-01	8.2%	3.362e-02	26.6%	8.663e-02	14.5%	1.790e+00	6.4%
µg/m³									
SO2	T00	2.671e-01	10.5%	4.889e-02	19.1%	1.079e-01	13.9%	2.127e+00	6.1%
µg/m³									
SO2	S24	5.640e-01	35.5%	1.716e-01	44.3%	3.362e-01	37.4%	3.261e+00	15.5%
µg/m³									
SO2	S00	1.075e+00	21.8%	3.065e-01	34.5%	7.107e-01	34.9%	4.556e+00	25.3%
µg/m³									
NOX	J00	3.119e-01	1.8%	4.319e-02	5.0%	2.124e-01	2.2%	4.221e+00	1.0%
µg/m³									
NO2	DEP	5.724e-02	2.5%	1.119e-02	6.0%	4.258e-02	2.7%	5.021e-01	1.7%
kg/(ha*a)									
NO2	DRY	5.721e-02	2.5%	1.119e-02	6.0%	4.256e-02	2.7%	5.018e-01	1.7%
kg/(ha*a)									
NO2	WET	2.214e-05	1.5%	6.281e-06	4.7%	2.227e-05	1.1%	2.216e-04	0.4%
kg/(ha*a)									
NO2	J00	5.953e-02	2.3%	1.193e-02	5.7%	4.496e-02	2.6%	5.283e-01	1.0%
µg/m³									
NO2	S18	1.880e+00	27.3%	9.512e-01	81.8%	1.323e+00	53.0%	6.155e+00	41.1%
µg/m³									
NO2	S00	4.004e+00	100%	3.310e+00	39.0%	3.943e+00	66.6%	8.033e+00	26.3%
µg/m³									
NO	DEP	2.554e-02	1.8%	3.000e-03	5.4%	1.665e-02	2.3%	3.803e-01	1.6%
kg/(ha*a)									
NO	DRY	2.554e-02	1.8%	3.000e-03	5.4%	1.665e-02	2.3%	3.803e-01	1.6%
kg/(ha*a)									
F	J00	7.018e-03	1.8%	9.720e-04	5.0%	4.780e-03	2.2%	9.499e-02	1.0%
µg/m³									
PM	DEP	9.860e-06	1.5%	1.273e-06	3.7%	6.958e-06	1.7%	1.535e-04	1.3%
g/(m²*d)									

PM	DRY	8.222e-06	1.8%	9.771e-07	4.8%	5.243e-06	2.3%	1.242e-04	1.6%	
g/ (m²*d)										
PM	WET	1.638e-06	1.0%	2.955e-07	1.6%	1.715e-06	0.7%	2.932e-05	0.3%	
g/ (m²*d)										
PM	J00	1.357e-02	1.7%	1.713e-03	4.5%	8.879e-03	2.1%	1.998e-01	0.9%	µg/m³
PM	T35	4.969e-02	14.7%	5.902e-03	36.9%	2.879e-02	29.8%	6.540e-01	11.1%	µg/m³
PM	T00	1.882e-01	10.6%	3.373e-02	19.0%	7.618e-02	14.0%	1.441e+00	6.2%	µg/m³
PM25	J00	4.575e-03	1.8%	6.214e-04	4.8%	3.090e-03	2.2%	6.282e-02	1.0%	µg/m³
XX	DEP	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	
g/ (m²*d)										
XX	DRY	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	
g/ (m²*d)										
XX	WET	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	
g/ (m²*d)										
XX	J00	1.170e-08	1.8%	1.620e-09	5.0%	7.967e-09	2.2%	1.583e-07	1.0%	g/m³
ODOR	J00	0.000e+00	0.0	0.000e+00	0.0	0.000e+00	0.0	2.655e+00	0.1	%

2025-01-31 07:55:35 AUSTAL beendet.

## Notkamine:

2025-01-30 17:03:33 -----  
TalServer:F:/24-03-25-FR\_St.Gobain-Speyer/5-Simulation/Ausbreitung/Fall120/

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x  
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024  
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

Arbeitsverzeichnis: F:/24-03-25-FR\_St.Gobain-Speyer/5-Simulation/Ausbreitung/Fall120

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:21  
Das Programm läuft auf dem Rechner "SOUTHAMPTON".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "speyer"                'Projekt-Titel
> ux 32461750                'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5459890                'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                      'Qualitätsstufe
> az "F:\24-03-25-FR_St.Gobain-Speyer\4-Meteorologie\MakeAK_200430\akterm_speyer_2015.akt"
'AKT-Datei
> xa -861.00                'x-Koordinate des Anemometers
> ya 455.00                'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0                    8.0                    16.0                    32.0                    64.0                    128.0                'Zellen-
größe (m)
> x0 -328.0                -416.0                -480.0                -704.0                -1408.0                -7808.0                'x-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 160                    118                    68                    46                    48                    134                'Anzahl
Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -288.0                -496.0                -576.0                -768.0                -1664.0                -5888.0                'y-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 144                    108                    64                    46                    48                    93                'Anzahl
Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 27                    41                    41                    41                    41                    41                'Anzahl
Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> 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 78.0 81.0 85.0 91.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq 7.84                    4.14
> yq 4.87                    15.44
> hq 23.40                    23.40
> aq 0.00                    0.00
> bq 0.00                    0.00
> cq 0.00                    0.00
> wq 0.00                    0.00
```

```
> dq 0.48      0.48
> vq 15.00     15.00
> tq 500.00    500.00
> lq 0.0000    0.0000
> rq 0.00      0.00
> zq 0.1000    0.1000
> sq 0.00      0.00
> rf 1.0000    1.0000
> so2 0.16666667 0.16666667
> no 0.097826087 0.097826087
> no2 0.016666667 0.016666667
> nox 0.16666667 0.16666667
> f 0.0083333333 0.0083333333
> xx 0.025     0.025
> odor 4190    4190
> pm-1 0.075   0.075
> pm-2 0.175   0.175
> pm25-1 0.075 0.075
> xp -44.12    -1581.58 1477.08 179.93
> yp -943.08   956.82 755.00 142.78
> hp 1.50      1.50 1.50 1.50
> xb 20.15     1.00 -8.62 41.56 58.90
99.16          85.94 114.52 90.26 154.01
145.12         124.67 -121.47 -131.37 -115.01 -
127.41        -151.26 -121.58 -68.90
> yb 4.17      55.69 83.48 -88.89 -80.14
-92.35        -55.49 -90.45 -77.87 -75.90 -
56.03         -37.03 -143.45 -115.97 -83.13 -
54.00         -50.85 -39.90 86.53
> ab 57.81     28.99 24.41 0.00 0.00
10.62         17.40 26.34 11.43 47.94
10.20         16.21 19.37 27.83 42.43
30.70         52.02 103.62 122.50
> bb 29.81     13.13 20.85 -14.21 -15.47
6.64          10.02 25.29 12.18 9.27
9.30          10.00 15.20 25.79 26.05
6.39          31.10 84.08 125.55
> cb 15.00     6.00 6.00 22.40 24.80
23.80         10.90 15.30 40.00 5.80
8.40          12.70 16.60 24.20 18.90
16.30         19.80 14.60 13.00
> wb 110.31    108.71 198.60 0.00 0.00
26.19         24.95 26.41 21.66 115.06
117.35        295.08 17.85 20.37 109.22
289.95        198.76 109.50 109.35
===== Ende der Eingabe =====
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 40.0 m.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.

Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.228 m.

Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.

AKTerm "F:/24-03-25-FR St.Gobain-Speyer/4-

Meteorologie/MakeAK\_200430/akterm\_speyer\_2015.akt" mit 8759 Zeilen, Format 3

Warnung: 53 Zeilen mit ua=0/ra>0 oder ua>0/ra=0 (Kalmen erfordern ua=0)

Niederschlags-Datei F:/24-03-25-FR St.Gobain-Speyer/5-

Simulation/Ausbreitung/Fall120/niederschlag.dmna eingelesen [1,8759].

Es wird die Anemometerhöhe ha=23.8 m verwendet.

Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.3 %.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663

Prüfsumme TALDIA adcc659c

Prüfsumme SETTINGS b853d6c4

Prüfsumme AKTerm 2ad6e506

Gesamtniederschlag 716 mm in 723 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).  
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).  
2025-01-30 17:03:44 AUSTAL abgebrochen. (Programm-Unterbrechung)

2025-01-30 17:04:19 -----  
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x  
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024  
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

Arbeitsverzeichnis: ./.

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:21  
Das Programm läuft auf dem Rechner "SOUTHAMPTON".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "speyer" 'Projekt-Titel
> ux 32461750 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5459890 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2 'Qualitätsstufe
> az "F:\24-03-25-FR_St.Gobain-Speyer\4-Meteorologie\MakeAK_200430\akterm_speyer_2015.akt"
'AKT-Datei
> xa -861.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 455.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 'Zellen-
größe (m)
> x0 -328.0 -416.0 -480.0 -704.0 -1408.0 -7808.0 'x-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 160 118 68 46 48 134 'Anzahl
Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -288.0 -496.0 -576.0 -768.0 -1664.0 -5888.0 'y-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 144 108 64 46 48 93 'Anzahl
Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 27 41 41 41 41 41 'Anzahl
Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> 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 78.0 81.0 85.0 91.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq 7.84 4.14
> yq 4.87 15.44
> hq 23.40 23.40
> aq 0.00 0.00
> bq 0.00 0.00
> cq 0.00 0.00
> wq 0.00 0.00
> dq 0.48 0.48
> vq 15.00 15.00
> tq 500.00 500.00
> lq 0.0000 0.0000
> rq 0.00 0.00
> zq 0.1000 0.1000
> sq 0.00 0.00
> rf 1.0000 1.0000
> so2 0.16666667 0.16666667
> no 0.097826087 0.097826087
> no2 0.016666667 0.016666667
> nox 0.16666667 0.16666667
> f 0.0083333333 0.0083333333
> xx 0.025 0.025
> odor 4190 4190
> pm-1 0.075 0.075
> pm-2 0.175 0.175
> pm25-1 0.075 0.075
> xp -44.12 -1581.58 1477.08 179.93
```

```
> yp -943.08 956.82 755.00 142.78
> hp 1.50 1.50 1.50 1.50
> xb 20.15 1.00 -8.62 41.56 58.90
99.16 85.94 114.52 90.26 154.01
145.12 124.67 -121.47 -131.37 -115.01 -
127.41 -151.26 -121.58 -68.90
> yb 4.17 55.69 83.48 -88.89 -80.14
-92.35 -55.49 -90.45 -77.87 -75.90 -
56.03 -37.03 -143.45 -115.97 -83.13 -
54.00 -50.85 -39.90 86.53
> ab 57.81 28.99 24.41 0.00 0.00
10.62 17.40 26.34 11.43 47.94
10.20 16.21 19.37 27.83 42.43
30.70 52.02 103.62 122.50
> bb 29.81 13.13 20.85 -14.21 -15.47
6.64 10.02 25.29 12.18 9.27
9.30 10.00 15.20 25.79 26.05
6.39 31.10 84.08 125.55
> cb 15.00 6.00 6.00 22.40 24.80
23.80 10.90 15.30 40.00 5.80
8.40 12.70 16.60 24.20 18.90
16.30 19.80 14.60 13.00
> wb 110.31 108.71 198.60 0.00 0.00
26.19 24.95 26.41 21.66 115.06
117.35 295.08 17.85 20.37 109.22
289.95 198.76 109.50 109.35
===== Ende der Eingabe =====
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.  
>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 40.0 m.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.  
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.228 m.  
Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.

AKTerm "F:/24-03-25-FR\_St.Gobain-Speyer/4-Meteorologie/MakeAK\_200430/akterm\_speyer\_2015.akt" mit 8759 Zeilen, Format 3

Warnung: 53 Zeilen mit ua=0/ra>0 oder ua>0/ra=0 (Kalmen erfordern ua=0)

Niederschlags-Datei ../niederschlag.dmna eingelesen [1,8759].  
Es wird die Anemometerhöhe ha=23.8 m verwendet.  
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.3 %.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663  
Prüfsumme TALDIA adcc659c  
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4  
Prüfsumme AKTerm 2ad6e506  
Gesamtniederschlag 716 mm in 723 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 : 1.223e+01 kg/(ha\*a) (+/- 0.9%) bei x= 18 m, y= 46 m (1: 87, 84)

SO2	DRY	:	1.168e+01	kg/(ha*a)	(+/- 0.9%)	bei x=	18 m, y=	50 m (1: 87, 85)
SO2	WET	:	9.898e-01	kg/(ha*a)	(+/- 0.1%)	bei x=	14 m, y=	18 m (1: 86, 77)
NO2	DEP	:	4.211e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1.0%)	bei x=	18 m, y=	50 m (1: 87, 85)
NO2	DRY	:	4.209e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1.0%)	bei x=	18 m, y=	50 m (1: 87, 85)
NO2	WET	:	4.996e-04	kg/(ha*a)	(+/- 0.1%)	bei x=	14 m, y=	22 m (1: 86, 78)
NO	DEP	:	3.572e-01	kg/(ha*a)	(+/- 0.9%)	bei x=	18 m, y=	50 m (1: 87, 85)
NO	DRY	:	3.572e-01	kg/(ha*a)	(+/- 0.9%)	bei x=	18 m, y=	50 m (1: 87, 85)
PM	DEP	:	5.018e-03	g/(m²*d)	(+/- 0.6%)	bei x=	18 m, y=	34 m (1: 87, 81)
PM	DRY	:	3.509e-03	g/(m²*d)	(+/- 0.9%)	bei x=	18 m, y=	50 m (1: 87, 85)
PM	WET	:	2.185e-03	g/(m²*d)	(+/- 0.1%)	bei x=	14 m, y=	22 m (1: 86, 78)
XX	DEP	:	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)			
XX	DRY	:	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)			
XX	WET	:	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)			

#### Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2	J00	:	3.743e+00	µg/m³	(+/- 0.6%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
SO2	T03	:	2.618e+01	µg/m³	(+/- 3.9%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
SO2	T00	:	2.963e+01	µg/m³	(+/- 3.4%)	bei x=	22 m, y=	50 m (1: 88, 85)
SO2	S24	:	3.792e+01	µg/m³	(+/- 18.4%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
SO2	S00	:	5.147e+01	µg/m³	(+/- 7.2%)	bei x=	70 m, y=	38 m (1:100, 82)
NOX	J00	:	3.965e+00	µg/m³	(+/- 0.6%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
NO2	J00	:	4.509e-01	µg/m³	(+/- 0.6%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
NO2	S18	:	4.468e+00	µg/m³	(+/- 23.2%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
NO2	S00	:	7.826e+00	µg/m³	(+/- 30.7%)	bei x=	234 m, y=	226 m (1:141, 129)
F	J00	:	1.982e-01	µg/m³	(+/- 0.6%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
PM	J00	:	5.698e+00	µg/m³	(+/- 0.6%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
PM	T35	:	1.899e+01	µg/m³	(+/- 5.5%)	bei x=	18 m, y=	42 m (1: 87, 83)
PM	T00	:	4.488e+01	µg/m³	(+/- 3.4%)	bei x=	22 m, y=	50 m (1: 88, 85)
PM25	J00	:	1.773e+00	µg/m³	(+/- 0.6%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)
XX	J00	:	5.946e-07	g/m³	(+/- 0.6%)	bei x=	14 m, y=	46 m (1: 86, 84)

#### Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

ODOR	J00	:	1.612e+01	%	(+/- 0.1)	bei x=	14 m, y=	42 m (1: 86, 83)
------	-----	---	-----------	---	-----------	--------	----------	------------------

#### Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT		01		02		03		04		
xp		-44		-1582		1477		180		
yp		-943		957		755		143		
hp		1.5		1.5		1.5		1.5		
-----+-----+-----+-----+-----+-----										
SO2	DEP	2.613e-01	1.9%	3.290e-02	5.0%	1.701e-01	2.5%	5.658e+00	1.4%	
kg/ (ha*a)										
SO2	DRY	2.543e-01	2.0%	3.176e-02	5.2%	1.639e-01	2.6%	5.546e+00	1.4%	
kg/ (ha*a)										
SO2	WET	6.956e-03	1.1%	1.137e-03	2.4%	6.195e-03	0.9%	1.127e-01	0.3%	
kg/ (ha*a)										
SO2	J00	8.296e-02	1.8%	1.037e-02	4.8%	5.033e-02	2.3%	1.753e+00	0.8%	µg/m³
SO2	T03	9.882e-01	8.4%	1.741e-01	17.9%	3.615e-01	14.5%	8.963e+00	6.0%	µg/m³
SO2	T00	1.026e+00	8.9%	2.143e-01	14.0%	5.498e-01	13.9%	1.119e+01	5.5%	µg/m³
SO2	S24	2.515e+00	14.5%	8.148e-01	37.0%	1.547e+00	44.9%	1.917e+01	33.6%	µg/m³
SO2	S00	4.102e+00	39.6%	1.796e+00	56.1%	2.224e+00	43.4%	2.542e+01	23.9%	µg/m³
NOX	J00	1.040e-01	1.9%	1.663e-02	5.8%	6.717e-02	2.4%	1.923e+00	0.8%	µg/m³
NO2	DEP	1.776e-02	2.2%	3.858e-03	6.7%	1.372e-02	3.1%	2.314e-01	1.5%	
kg/ (ha*a)										
NO2	DRY	1.775e-02	2.2%	3.856e-03	6.7%	1.372e-02	3.1%	2.313e-01	1.5%	
kg/ (ha*a)										
NO2	WET	5.812e-06	1.6%	1.587e-06	3.6%	5.574e-06	1.0%	6.475e-05	0.4%	
kg/ (ha*a)										
NO2	J00	1.938e-02	2.2%	3.979e-03	5.9%	1.378e-02	2.7%	2.426e-01	0.9%	µg/m³
NO2	S18	6.552e-01	35.9%	3.549e-01	31.8%	4.592e-01	36.5%	2.755e+00	52.6%	µg/m³
NO2	S00	1.177e+00	39.8%	6.803e-01	45.7%	9.497e-01	77.8%	3.343e+00	34.7%	µg/m³
NO	DEP	8.292e-03	2.0%	1.161e-03	6.0%	5.480e-03	2.7%	1.732e-01	1.4%	
kg/ (ha*a)										
NO	DRY	8.292e-03	2.0%	1.161e-03	6.0%	5.480e-03	2.7%	1.732e-01	1.4%	
kg/ (ha*a)										
F	J00	5.199e-03	1.9%	8.314e-04	5.8%	3.358e-03	2.4%	9.615e-02	0.8%	µg/m³



PM	DEP	8.971e-05	1.7%	1.196e-05	4.3%	6.246e-05	2.0%	1.921e-03	1.2%	
g/(m²*d)										
PM	DRY	7.677e-05	2.0%	9.702e-06	5.2%	4.938e-05	2.6%	1.666e-03	1.4%	
g/(m²*d)										
PM	WET	1.294e-05	1.0%	2.258e-06	1.8%	1.308e-05	0.7%	2.550e-04	0.3%	
g/(m²*d)										
PM	J00	1.323e-01	1.8%	1.778e-02	4.9%	8.151e-02	2.3%	2.693e+00	0.8%	µg/m³
PM	T35	4.824e-01	16.5%	5.354e-02	50.3%	2.501e-01	24.3%	7.918e+00	7.8%	µg/m³
PM	T00	1.636e+00	9.0%	3.630e-01	14.2%	8.941e-01	13.8%	1.705e+01	5.5%	µg/m³
PM25	J00	4.548e-02	1.8%	6.941e-03	5.4%	2.913e-02	2.4%	8.565e-01	0.8%	µg/m³
XX	DEP	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	
g/(m²*d)										
XX	DRY	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	
g/(m²*d)										
XX	WET	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	
g/(m²*d)										
XX	J00	1.560e-08	1.9%	2.494e-09	5.8%	1.007e-08	2.4%	2.885e-07	0.8%	g/m³
ODOR	J00	0.000e+00	0.0	0.000e+00	0.0	0.000e+00	0.0	7.747e+00	0.1	%

2025-01-31 14:10:46 AUSTAL beendet.

## Diffuse Staubemissionen:

2024-08-29 10:04:17 -----  
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x  
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024  
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

Arbeitsverzeichnis: ./.

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:21  
Das Programm läuft auf dem Rechner "SOUTHAMPTON".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "speyer"                'Projekt-Titel
> ux 32461750                'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5459890                'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                      'Qualitätsstufe
> az "F:\24-03-25-FR_St.Gobain-Speyer\4-Meteorologie\MakeAK_200430\akterm_speyer_2015.akt"
'AKT-Datei
> xa -861.00                'x-Koordinate des Anemometers
> ya 455.00                'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0                    8.0          16.0          32.0          64.0          128.0      'Zellen-
größe (m)
> x0 -328.0                -416.0        -480.0        -704.0        -1408.0       -7808.0    'x-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 160                    118          68           46           48           134        'Anzahl
Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -288.0                -496.0        -576.0        -768.0        -1664.0       -5888.0    'y-Koor-
dinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 144                    108          64           46           48           93         'Anzahl
Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 27                     41           41           41           41           41         'Anzahl
Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> 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 78.0 81.0 85.0 91.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq 49.00                 2.59         -54.63        -146.51       -108.22
-89.29                    -67.78       -51.54        -3.68         -38.98        -
95.34                     28.89
```

> yq -150.59	-68.82	82.68	46.43	-57.67	
-47.77	-104.99	75.01	92.02	51.38	-
122.87	12.69				
> hq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00				
> aq 93.71	160.66	98.50	109.10	26.19	
61.21	72.55	58.23	90.48	11.94	
71.65	25.30				
> bq 11.93	8.01	8.33	7.61	7.40	
9.11	9.92	7.35	7.69	21.06	
11.43	7.61				
> cq 3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
3.00	3.00				
> wq 117.17	109.07	199.38	288.86	14.26	
288.43	20.48	18.52	288.38	16.39	
18.26	109.39				
> dq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00				
> vq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00				
> tq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00				
> lq 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000				
> rq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00				
> zq 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000				
> sq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00				
> rf 1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
1.0000	1.0000				
> pm-1 ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
> pm-2 ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
> pm-u ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
> pm25-1 ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
> xp -44.12	-1581.58	1477.08	179.93		
> yp -943.08	956.82	755.00	142.78		
> hp 1.50	1.50	1.50	1.50		
> xb 20.15	1.00	-8.62	41.56	58.90	
99.16	85.94	114.52	90.26	154.01	
145.12	124.67	-121.47	-131.37	-115.01	-
127.41	-151.26	-121.58	-68.90		
> yb 4.17	55.69	83.48	-88.89	-80.14	
-92.35	-55.49	-90.45	-77.87	-75.90	-
56.03	-37.03	-143.45	-115.97	-83.13	-
54.00	-50.85	-39.90	86.53		
> ab 57.81	28.99	24.41	0.00	0.00	
10.62	17.40	26.34	11.43	47.94	
10.20	16.21	19.37	27.83	42.43	
30.70	52.02	103.62	122.50		
> bb 29.81	13.13	20.85	-14.21	-15.47	
6.64	10.02	25.29	12.18	9.27	

9.30	10.00	15.20	25.79	26.05
6.39	31.10	84.08	125.55	
> cb 20.00	6.00	6.00	22.40	24.80
23.80	10.90	15.30	40.00	5.80
8.40	12.70	16.60	24.20	18.90
16.30	19.80	14.60	13.00	
> wb 110.31	108.71	198.60	0.00	0.00
26.19	24.95	26.41	21.66	115.06
117.35	295.08	17.85	20.37	109.22
289.95	198.76	109.50	109.35	

===== Ende der Eingabe =====

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.  
 Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.  
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 40.0 m.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.  
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.046 m.  
 Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.  
 Die Zeitreihen-Datei ".//zeitreihe.dmna" wird verwendet.  
 Es wird die Anemometerhöhe ha=23.8 m verwendet.  
 Die Angabe "az F:\24-03-25-FR\_St.Gobain-Speyer\4-Meteorologie\MakeAK\_200430\akterm\_speyer\_2015.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663  
 Prüfsumme TALDIA adcc659c  
 Prüfsumme SETTINGS b853d6c4  
 Prüfsumme SERIES ea828273  
 Gesamtniederschlag 718 mm in 723 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

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.  
 Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher  
 möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwerte, Deposition

=====

PM	DEP :	1.428e+00 g/(m²*d)	(+/- 0.1%)	bei x= -34 m, y= 66 m	(1: 74, 89)
PM	DRY :	1.425e+00 g/(m²*d)	(+/- 0.1%)	bei x= -34 m, y= 66 m	(1: 74, 89)
PM	WET :	3.082e-03 g/(m²*d)	(+/- 0.1%)	bei x= -34 m, y= 66 m	(1: 74, 89)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

```

PM      J00 : 6.976e+01 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= -34 m, y= 66 m (1: 74, 89)
PM      T35 : 1.441e+02 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= -34 m, y= 66 m (1: 74, 89)
PM      T00 : 2.268e+02 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= -34 m, y= 66 m (1: 74, 89)
PM25    J00 : 1.918e+01 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= -34 m, y= 66 m (1: 74, 89)
=====

```

## Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```

=====
PUNKT      01      02      03      04
xp          -44     -1582    1477    180
yp         -943      957      755    143
hp           1.5       1.5       1.5     1.5
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
PM      DEP    2.102e-05  1.8%   2.432e-06  4.9%   7.871e-06  2.9%   5.667e-04  1.5%
g/(m²*d)
PM      DRY    2.045e-05  1.9%   2.361e-06  5.0%   7.512e-06  3.0%   5.568e-04  1.6%
g/(m²*d)
PM      WET    5.695e-07  1.6%   7.068e-08  3.2%   3.590e-07  1.8%   9.851e-06  0.8%
g/(m²*d)
PM      J00    5.208e-03  1.6%   7.776e-04  3.6%   1.591e-03  2.8%   6.910e-02  1.0% µg/m³
PM      T35    1.813e-02 13.2%   2.572e-03 58.9%   4.960e-03 17.9%   1.992e-01  7.5% µg/m³
PM      T00    1.358e-01  6.8%   1.552e-02 14.4%   2.535e-02 13.6%   5.207e-01  8.1% µg/m³
PM25    J00    2.243e-03  1.7%   3.578e-04  3.5%   6.360e-04  2.9%   2.317e-02  1.0% µg/m³
=====
=====

```

2024-08-30 04:21:10 AUSTAL beendet.