

**Antragssteller: Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH
Im Mühlenfeld 22-28
53881 Euskirchen**

Gutachten zu den Staubemissionen und -immissionen im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens zur Errichtung einer Annahme-, Lager- und Umschlagstelle für Getreide und Ölsaaten in 54657 Badem

Datum: 16.09.2024 – ENTWURF

Projekt- Nr.: 24-08-29-FR

Berichtsumfang: 64 Seiten

**Bearbeiter: Dr. Thorsten Wittemeier, Diplom-Meteorologe
Sachverständiger, Projektleiter**

**Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer**

**IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg
Tel.: 0761/ 600 80 575
Fax.: 0761/ 202 1671
Email: wittemeier@ima-umwelt.de**

INHALT

1	Situation und Aufgabenstellung	4
2	Beurteilungsgrundlagen.....	4
2.1	Prüfung der Schutzpflicht.....	4
2.2	Immissionswerte der TA Luft	5
2.2.1	Schutz der menschlichen Gesundheit.....	5
2.2.2	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag	6
3	Örtliche Verhältnisse	6
4	Betriebsbeschreibung	8
4.1	Einteilung des Betriebsgeländes:	9
4.2	Betriebsablauf.....	9
4.3	Durchsatzmengen.....	10
4.4	Bestehende Anlage	11
4.5	Betriebszeit	12
5	Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen	12
6	Staubemissionen	13
6.1	Allgemeines	13
6.2	Ausblasungen der Entstaubungsanlagen.....	13
6.3	Diffuse Staubemissionen durch die Anlieferung und Umschlagvorgänge	14
6.4	Staubemissionen durch Fahrbewegungen	15
6.5	Auspuffemissionen	16
6.6	Windabwehungen	16
6.7	Gesamtemission	17
6.8	Vergleich mit den Bagatellmassenströmen	18
7	Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung.....	18
7.1	Allgemeines	18
7.2	Meteorologische Daten.....	19
7.3	Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen	20

7.4	Niederschlagsdaten	20
7.5	Darstellung der Messdaten	20
7.6	Lokale Windsysteme	22
8	Immissionen	22
8.1	Ausbreitungsrechnungen	22
8.2	Beurteilungspunkte	22
8.3	Immissionsbeitrag der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel	24
9	Zusammenfassung	26
	Literatur	27
	Anhang 1: Ergebnisabbildungen	30
	Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen	33
A2.1	Umschlagvorgänge	33
A2.2	Fahrbewegungen auf befestigtem Untergrund	37
	Anhang 3: Emissionsmassenströme	43
	Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen	47
A4.1	Allgemeines	47
A4.2	Verwendetes Ausbreitungsmodell	48
A4.3	Rechengebiet	48
A4.4	Rauigkeitslänge	48
A4.5	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	49
A4.6	Berücksichtigung von Gebäuden	51
A4.7	Windfeldmodell	53
A4.8	Quellen	53
A4.9	Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells	54
A4.10	Abgasfahnenüberhöhung	54
	Anhang 5: Übertragbarkeitsprüfung für die meteorologischen Daten	56
	Anhang 6: Protokolldateien	57

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH (nachfolgend: Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel) betreibt am Standort Dudeldorfer Str. 97 in 54657 Badem ein Agrarzentrum, das derzeit überwiegend zur Lagerung von Flüssigdünger dient. Ferner werden Schüttgüter umgeschlagen.

Die Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel beabsichtigt, am Standort eine Annahme-, Lager- und Umschlagstelle für Getreide und Ölsaaten (insbesondere Weizen, Gerste und Raps) zu errichten. Hierzu ist ein Bebauungsplanverfahren erforderlich. Da sich in der Nachbarschaft Wohnnutzungen befinden, sind die zu erwartenden Staubimmissionen zu ermitteln.

Die Anlage ist aufgrund der geplanten Tätigkeiten und Tonnagen baurechtlich genehmigungspflichtig.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist ein Prognosegutachten zu den Staubemissionen und -immissionen zu erstellen.

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 emissions- und immissionsmindernden Maßnahmen (Kapitel 5)
5. Darstellung der von der Anlage ausgehenden Staubemissionen (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 von der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel mit der Ausarbeitung des Gutachtens beauftragt.

Das Gutachten wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) erstellt.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Prüfung der Schutzpflicht

Nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) ist zu prüfen, ob beim Betrieb der 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 der Immissionskenngrößen verzichtet werden, wenn

- a) die Emissionsmassenströme gering sind (siehe Kapitel 6.8),
- b) die Vorbelastung gering ist oder
- c) die Gesamtzusatzbelastung irrelevant ist.

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

2.2 Immissionswerte der TA Luft

Die TA Luft unterscheidet zwischen folgenden Immissionswerten, die für das geplante Vorhaben von Bedeutung sind:

1. Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Nr. 4.2 der TA Luft)
2. Immissionswerte zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag (Nr. 4.3.1 der TA Luft)

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

2.2.1 Schutz der menschlichen Gesundheit

Die Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind in Tabelle 2-1 zusammengestellt.

Tabelle 2-1: Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Schadstoff	Immissionswert	Einheit	Zeitbezug	Literaturquelle
Partikel PM ₁₀	40	µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1, TA Luft (2021)
	50	µg/m ³	Grenzwert, der von max. 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	
Partikel PM _{2,5}	25	µg/m ³	Jahresmittelwert	

Erläuterungen zur Tabelle 2-1:

- PM₁₀ ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 10 µm beträgt
- PM_{2,5} ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 2,5 µm beträgt

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. Die Vorbelastung muss in diesem Fall nicht ermittelt werden (vgl. Kapitel 2.1).

2.2.2 Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag

Staubniederschlag 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 Staubniederschlag.

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

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

Die Irrelevanzschwelle beträgt 3 % des Immissionswerts.

3 Örtliche Verhältnisse

Die Anlage soll an der Dudeldorfer Straße in 54657 Badem neben einem bereits bestehenden Agrarzentrum errichtet werden. Die Lage des geplanten Betriebsgeländes und dessen weitere Umgebung können dem Lageplan in Abbildung 3-1 entnommen werden. Die Koordinaten des Betriebsgeländes betragen im UTM-32-Netz in etwa:

Ostwert: 329 110 bis 329 370
Nordwert: 5540 800 bis 5541 035
Höhe über NHN: ca. 350 m

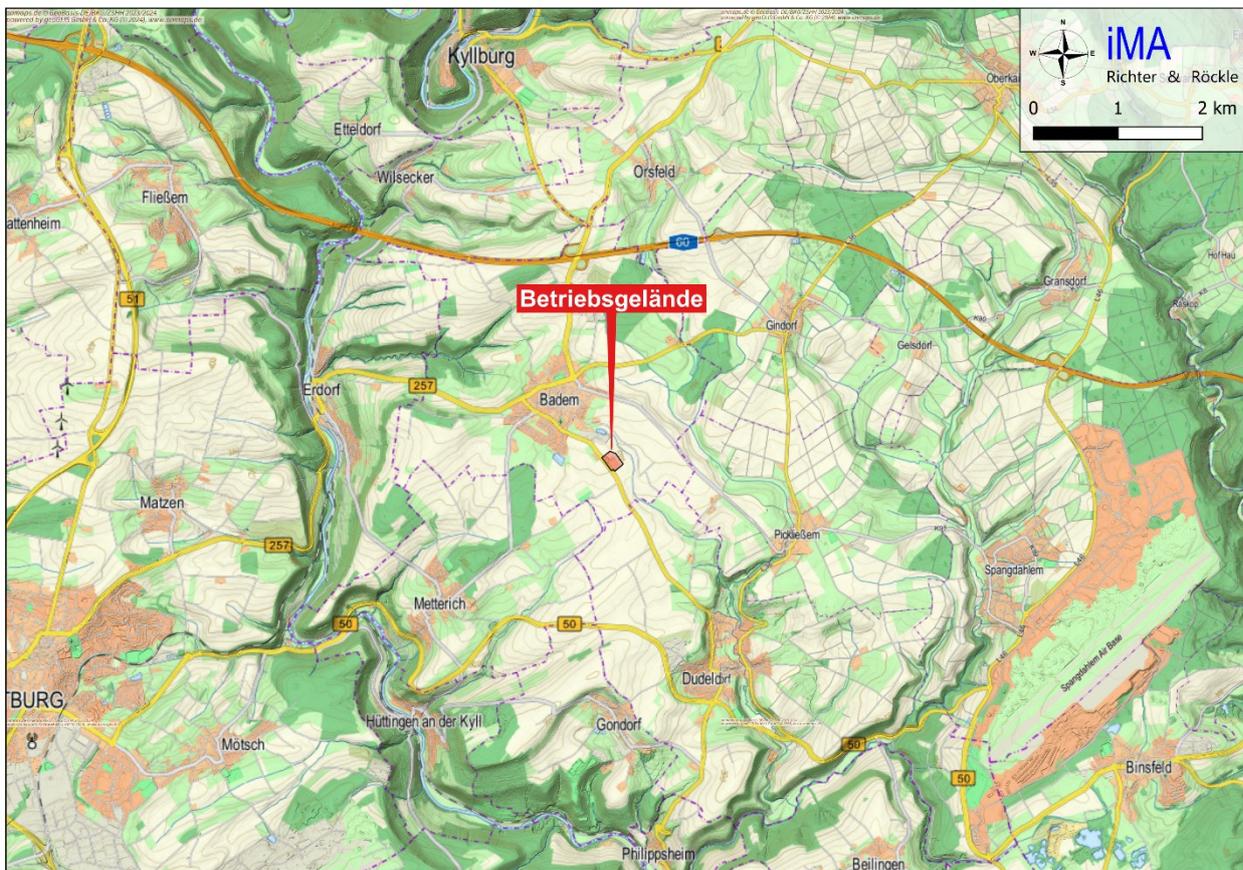


Abbildung 3-1: Lage des Betriebsgeländes (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)

Die nähere Umgebung der Anlage ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Das Betriebsgelände liegt derzeit im unbeplanten Außenbereich südöstlich der Ortsgemeinde Badem. Um Baurecht zu schaffen, ist die Ausweisung eines Gewerbegebiets geplant. Dieses soll das Betriebsgelände der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel sowie einen Bereich zwischen dem Betriebsgelände und dem südlichen Ortsrand umfassen. Der neu hinzukommende Bereich ist ebenfalls im Eigentum der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel und wird von dieser genutzt.

In unmittelbarer Umgebung der Anlage befinden sich zwei Wohnhäuser.

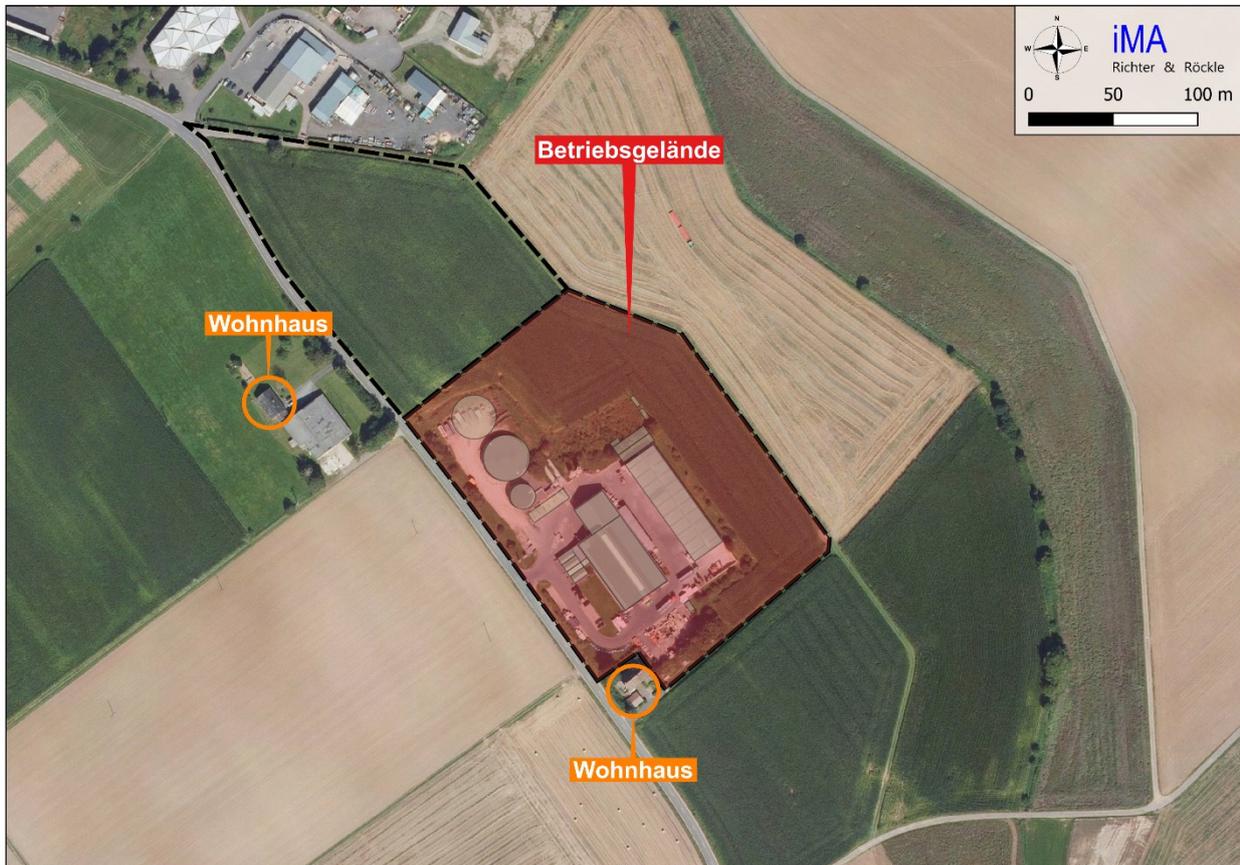


Abbildung 3-2: Betriebsgelände sowie umgebende Nutzungen im Luftbild. Das gesamte rot unterlegte Gelände wird von der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel genutzt (Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 © Hexagon)

Das Gelände fällt leicht in Richtung Osten und Süden ab. Von 350 m NHN am Anlagenstandort steigt es in Richtung Westen z.T. auf bis zu 380 m NHN an.

Die Örtlichkeiten wurden vom Gutachter am 04.09.2024 besichtigt. Dabei wurden alle für die Aufgabenstellung relevanten Anlagen- und Umgebungsbedingungen erfasst.

4 Betriebsbeschreibung

Die nachfolgende Betriebsbeschreibung beschränkt sich auf die Vorgänge, die für die Entstehung von Staubemissionen von Bedeutung sind. Eine detaillierte Beschreibung der Anlage und der geplanten Erweiterung kann dem Genehmigungsantrag der Raiffeisen Rhein Ahr-Eifel entnommen werden.

4.1 Einteilung des Betriebsgeländes:

Abbildung 4-1 zeigt einen Plan, auf dem die wichtigsten Anlagenteile und Betriebseinheiten dargestellt sind.

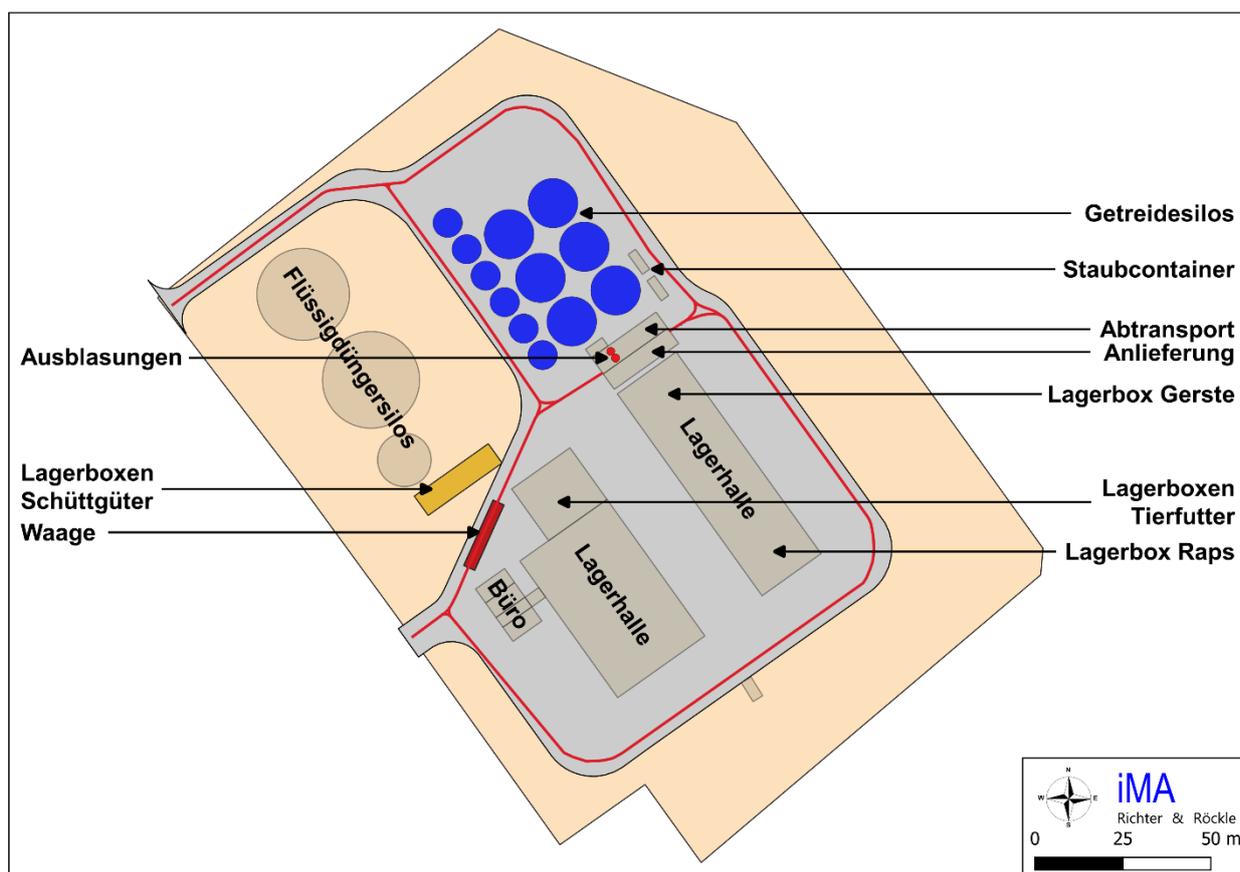


Abbildung 4-1: Aufteilung des Betriebsgeländes. Die Staubemissionsquellen sind blau gekennzeichnet. Fahrwege sind rot skizziert. Die Boxen im Freien zur Lagerung von Schüttgütern sind ockerfarbig gekennzeichnet. (Plangrundlage: KORNTec, 67318.24.Lageplan_V5, Stand 02.09.2024)

Der Untergrund ist mit Beton oder vergleichbarem Material in Straßenbauweise befestigt.

4.2 Betriebsablauf

Die neu hinzukommende Anlage soll hauptsächlich als Annahme-, Lager- und Umschlagstelle für Getreide dienen. Die in den Erntephaseen produzierten Getreidemengen sollen auf der Anlage zwischengelagert und entsprechend der Nachfrage der Weiterverarbeiter chargenweise wieder abgegeben werden.

Pro Jahr ist die Anlieferung von bis zu 22.800 t Getreide vorgesehen, wobei es sich um Weizen, Raps oder Gerste handeln kann. Die Aufteilung auf die Getreidesorten ist aufgrund der Fruchtfolge variabel.

Das Getreide wird überwiegend per LKW und in geringem Maße Traktoren angeliefert, die vor dem Abladen gewogen werden. Die Anlieferfahrzeuge fahren anschließend in eine umhauste Annahmehalle. Dort entleeren sie das Material bei geschlossenen Toren in eine Schüttgasse. Beiderseits der Schüttgasse sind Absaugwände geplant, die während der Entladung die staubbeladene Luft absaugen und dem Staubfilter zuführen.

Mittels Trogkettenförderer und Elevatoren wird das Getreide einer Siebreinigung zugeführt, in der Grobteile mit Hilfe eines Luftstroms abgetrennt werden. Die beim Reinigungsvorgang anfallende Abluft wird einem Staubfilter zugeführt.

Nach der Reinigung wird das Material in Lagersilos gefördert werden. Eine Trockneranlage ist nicht vorgesehen. Sofern das Getreide einer Trocknung bedarf, geschieht dies extern vor der Anlieferung.

Die bei der Reinigung abgetrennte Spreu und die sonstigen Verunreinigungen (z.B. Erde, Steine) werden unten aus dem Siebreiniger ausgelesen und gelangen in eine neu zu errichtende Trogschnecke. Diese transportiert die Stoffe in einen Becherelevator und anschließend über eine bestehende Trogschnecke in die Staubcontainer. Die Staubcontainer werden nordöstlich des Maschinenhauses aufgestellt.

Alle Einrichtungen zum Transport und zur Verladung von Materialien finden in geschlossenen Systemen statt, die durch eine Absaugung im Unterdruck gehalten werden.

Zur Abholung des Getreides fahren die LKW in einen einhausten Abholbereich. Die Beladung erfolgt bei geschlossenen Toren über einen abgesaugten Verladebalg.

Die staubbeladene Abluft aus den Absaugungen wird über zwei separate Filteranlagen geführt, von denen eine dem Anlieferbereich, die andere dem Maschinenhaus einschließlich Siebreiniger und Verladung zugeordnet ist. Die Staubkonzentration im Reingas der Filteranlagen wird mit 5 mg/m³ beantragt.

Die Verladeanlage wird zwischen 06:00 und 22:00 Uhr betrieben. Die Anlieferungen erfolgen üblicherweise während 10 bis 12 Wochen zwischen Mitte Juli und Anfang September. Die Auslagerung erfolgt in der restlichen Zeit.

4.3 Durchsatzmengen

Von der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel werden die in Tabelle 4-1 dargestellten Durchsatzmengen beantragt.

Tabelle 4-1: Beantragte Durchsatzmengen

Produkt	Durchsatzmenge (t/a)
Weizen	bis zu 22.800
Raps	bis zu 22.800
Gerste	bis zu 22.800
Summe	bis zu 22.800

4.4 Bestehende Anlage

Der Standort Badem dient bisher überwiegend dem Umschlag und der zeitweiligen Lagerung von Flüssigdüngern. Hierfür stehen drei geschlossene Silos im nordwestlichen Bereich des Betriebsgeländes zur Verfügung. Hinsichtlich der Staubemissionen ist bei der bestehenden Anlage lediglich der Fahrverkehr von Bedeutung.

Zusätzlich werden Güter des Agrarbedarfs umgeschlagen, die größtenteils als Stückgüter und in geschlossenen Gebinden (BigBags, Säcke etc.) angeliefert und gelagert werden. Kleinere Mengen unterschiedlicher Schüttgüter werden in Lagerboxen vorgehalten.

Die Lagerung von Futtermitteln (Melasseschnitzel, Rapsschrot, Maismehl) findet Lagerboxen innerhalb der südwestlichen Halle statt. Gerste und Raps werden jeweils in einer Schüttgutbox innerhalb der Getreidehalle im östlichen Teil des Betriebsgeländes gelagert. Mineralische Schüttgüter (Kies, Sand etc.) werden in offenen Lagerboxen außerhalb der Hallen gelagert, die sich zwischen den Flüssigdüngersilos und dem südwestlichen Gebäude befinden.

Durchsatzmengen von Schüttgütern basierend auf den Zahlen des Jahrs 2023

Produkt	Durchsatzmenge (t/a)	Lagerung
Getreide		
Gerste	1.500	Überdachte Lagerbox
Raps	1.500	Überdachte Lagerbox
Futtermittel		
Melasseschnitzel	125	Überdachte Lagerboxen
Rapsschrot	82	
Maismehl	100	
Baustoffe		
Kies 0/16	340	Offene Lagerboxen
Puma	170	
Kies 0/4	82	
Lava 0/8	214	

Produkt	Durchsatzmenge (t/a)	Lagerung
Lava 0/56	77	
Lava 16/32	64	
Basalt Staub	54	
Basalt Schotter	165	
Splitt 2/5	423	
Gesamt	4.896	

4.5 Betriebszeit

Die Betriebszeit ist werktags zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr.

5 Emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen

In Nr. 5.2.3 TA Luft (2021) sind Maßnahmen aufgeführt, mit denen die Entstehung und die Ausbreitung von Stäuben verringert werden kann. Damit werden die BVT-Schlussfolgerungen (BVT (2018)) umgesetzt. Diese gelten zwar für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen, jedoch können die darin beschriebenen Staubminderungsmaßnahmen sinngemäß auf die vorliegende Anlage angewendet werden.

Weitere emissionsmindernde Maßnahmen sind in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 (Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblich/industriellem Betriebsgelände) aufgeführt.

Die Maßnahmen, die sich aus der TA Luft und der VDI-Richtlinie ergeben, sind im Folgenden aufgeführt.

1. **Filteranlagen:** Sämtliche Anlagenteile, die bei der Anlieferung und den anschließenden Umschlagvorgängen zu Staubemissionen führen können (Siebreinigungsmaschine etc.), werden geschlossen ausgeführt und abgesaugt. Die abgesaugte Luft wird einer Filteranlage zugeführt.
2. **Entladung:** Das Gut wird in einer geschlossenen Annahmehalle entleert. Der Gossentrichter, in den das Material fällt, wird zusätzlich mit Staublamellen abgedeckt, so dass der beim Abkippen frei werdende Staub nicht mehr nach oben entweichen kann. Der Gossentrichter wird abgesaugt. Die staubhaltige Luft wird über eine Filteranlage entstaubt.
3. **Verladung auf LKW:** Der Entladebalg zur LKW-Verladung wird abgesaugt und die abgesaugte Luft einer Filteranlage zugeführt.
4. **Staubcontainer:** Die Container zur Aufnahme der abgeschiedenen Stäube sind geschlossen ausgeführt.

5. **Befestigung des Betriebsgeländes:** Alle Fahrwege, Betriebs- und Lagerflächen sind mit einer Decke aus Asphalt, Beton, Verbundsteinen oder gleichwertigem Material in Straßenbauweise befestigt.
6. **Fahrwege:** Die werden mit einer Kehrmaschine wiederkehrend gereinigt.
7. **Fahrgeschwindigkeit:** Die Fahrgeschwindigkeit der LKW auf dem Betriebsgelände wird auf 20 km/h begrenzt. Hierzu werden gut sichtbare Schilder angebracht.

Die technischen Einrichtungen sind vom Betreiber regelmäßig zu prüfen und ihre Funktionstüchtigkeit in einem Betriebstagebuch zu protokollieren.

Die organisatorischen Maßnahmen sind in einer Betriebsanweisung festzulegen. Das Personal ist regelmäßig zu unterweisen.

6 Staubemissionen

6.1 Allgemeines

Staubemissionen werden von folgenden Quellen freigesetzt:

- Ausblasungen der Entstaubungsanlagen (siehe Kapitel 6.2)
- Diffuse Emissionen beim Umschlag der Materialien (Entladen, Beladen, Aufhalden, Bandausträge, siehe Kapitel 6.2)
- Diffuse Emissionen durch Fahrbewegungen der Lkw und Stapler (siehe Kapitel 6.4)
- Auspuffemissionen der Lkw und Stapler (siehe Kapitel 6.5)
- Diffuse Emissionen durch Windabwehungen (siehe Kapitel 6.6)

6.2 Ausblasungen der Entstaubungsanlagen

Als gefasste Quelle sind die Ausblasungen der Entstaubungsanlagen zu berücksichtigen. Die entstaubte Abluft wird etwa 1 m oberhalb der Anlieferungs-Einhausung senkrecht nach oben ausgeblasen.

Für die Ausblasungen wird ein Staub-Emissionsgrenzwert von 5 mg/m³ beantragt. Basierend auf einer konservativ angesetzten Betriebszeit von 5.008 h/a (montags bis samstags von 6:00 bis 22:00 Uhr an 52 Wochen pro Jahr) errechnet sich der in Tabelle 6-1 aufgeführte Staubmassenstrom.

Tabelle 6-1: Staubemission aus den Ausblasungen*

Quelle	Volumenstrom (m³/h)	Staubkonzentration (mg/m³)	Staubmassenstrom (kg/h)	Betriebszeit (h/a)	Staubmassenstrom (kg/a)
Annahmegosse	300	5	0,0015	5 008	8
Maschinentchnik	190	5	0,0010	5 008	5

* Eine Ausblasung in ca. 1 m über Dach ist aufgrund der sehr geringen Massenströme (Verhältnis Massenstrom : S-Wert nach Anhang 6 der TA Luft < 0,1) möglich.

Der Staubmassenstrom aus dem Schornstein wird folgenden Korngrößenklassen zugeordnet:

- Korngrößenklasse < 2,5 µm: 30 %
- Korngrößenklasse 2,5 bis 10 µm: 70 %

Diese Aufteilung soll gemäß Anhang 2, Nr. 4 der TA Luft (2021) bei nicht bekannter Korngrößenverteilung angesetzt werden.

6.3 Diffuse Staubemissionen durch die Anlieferung und Umschlagvorgänge

Die beim Umschlag der Materialien entstehenden diffusen Staubemissionen werden auf Basis der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) berechnet. In dieser Richtlinie sind Emissionsfaktoren angegeben, die für die einzelnen Prozesse die emittierte Staubmasse je Tonne Material angeben. Zusätzlich wird der Leitfaden ‚Ermittlung diffuser Staubemissionen‘, den wir im Auftrag der LUBW erstellt haben, herangezogen (LUBW (2021)).

Das Getreide wird in einem geschlossenen Raum angeliefert, der abgesaugt wird. Daher sind im Regelbetrieb lediglich Emissionen aus den Ausblasungen zu erwarten. Dennoch wird konservativ eine Restemission angesetzt, die bei den Toröffnungen freigesetzt wird.

Des Weiteren werden diffuse Emissionen berücksichtigt, die beim Umschlag der Schüttgüter im Freien bzw. in den bestehenden Hallen freigesetzt werden.

Die Emissionen werden für den beantragten Betrieb der Gesamtanlage berechnet. In Tabelle 6-2 sind die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Die Berechnungsgrundlagen und Berechnungsschritte sind aus Übersichtlichkeitsgründen in

- Anhang 2, Abschnitt A2.1 (Seite 33 ff): Berechnungsgrundlagen
und
- Anhang 3 (Seite 43 ff): Emissionsmassenströme

dieses Gutachtens dargestellt.

Tabelle 6-2: Diffuse Staubemissionen durch **Anlieferungs- und Umschlagvorgänge** 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	Anlieferbereich (diffuse Restemission)	1	4	15	20
2	Verladebereich (diffuse Restemission)	4	14	52	70
3	Lagerboxen für Schüttgüter im Freien	9	32	121	161
4	Lagerboxen für Futtermittel in der Halle	2	7	28	37
5	Lagerboxen für Saatgut in der Halle	5	20	75	100
	Summe:	21	76	291	388

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.

6.4 Staubemissionen durch Fahrbewegungen

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

Tabelle 6-3 und Tabelle 6-4 enthalten die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen 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 2, Abschnitt A2.2 (Seite 37 ff): Berechnungsgrundlagen für befestigte Fahrwege und
- Anhang 3 (Seite 43 ff): Berechnung der Emissionsmassenströme

dieses Gutachtens dargestellt.

Tabelle 6-3: 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	
3	Lagerboxen für Schüttgüter	0	0	2	3
4	Lagerboxen für Futtermittel	0	0	1	1
5	Lagerboxen für Saatgut	1	3	18	23
	Summe:	1	4	22	27

Tabelle 6-4: Diffuse Staubemissionen durch **Fahrbewegungen der 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	Rundweg	28	84	467	579
	Summe:	28	84	467	579

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.

6.5 Auspuffemissionen

Die Auspuffemissionen der Lkw und Stapler sind in den in Kapitel 6.4 dargestellten Staubemissionen enthalten (siehe VDI 3790, Blatt 4).

6.6 Windabwehungen

Windabwehungen können lediglich von den offenen Schüttgut-Lagerboxen stattfinden. Die Staubemissionen werden in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 (2017) abgeschätzt. Danach sind für die Abwehungen folgenden Faktoren von Bedeutung:

- Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen
- Größe der Fläche, von der Abwehungen stattfinden können
- Korngrößenverteilung der Partikel an der Oberfläche
- Eigenschaften des abgelagerten Materials, u.a. Feuchtegehalt.

Für die Prognose wird angesetzt, dass die durchschnittlich pro Woche angelieferte Menge der Schüttgüter ganzjährig zur Windabwehung beiträgt. Der Grund hierfür ist, dass die Oberfläche

noch vergleichsweise frisch ist und abwehpfungsfähiges Material enthalten kann. Die entsprechenden Mengen werden auf einzelne Kegelhalden mit einer Höhe von etwa 3 m verteilt, wodurch sich eine vergleichsweise große Oberfläche ergibt. Der Haldenwinkel wird mit 45° angesetzt.

Damit errechnet sich die in Tabelle 6-5 angegebene Fläche, von der Abwehungen stattfinden.

Tabelle 6-5: Parameter zur Berechnung der abwehpfungsfähigen Fläche

Quelle	Menge			Halden	Mantelfläche	Angesetzte Fläche
	t/a	m³/a	m³/Woche	Anzahl	m²	m²
Schüttgüter	2 000	1 111	21	1	40	50

Gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2 (2000) wird ein Emissionsfaktor von 10 kg Staub/(ha·h) angesetzt, der oberhalb einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s wirksam ist. Die für den Standort repräsentative meteorologische Zeitreihe weist während 1405 h/a Windgeschwindigkeiten ≥ 5 m/s auf.

Damit errechnet sich ein Staubmassenstrom von 70 kg/a aufgrund von Windabwehungen (siehe Tabelle 6-6).

Tabelle 6-6: Diffuse Staubemissionen durch Windabwehungen

Quelle	Fläche		Staubmassenstrom
	m²	ha	kg/a
Schüttgüter	50	0,005	70
Summe:			70

Der PM₁₀-Anteil der abgewehten Stäube wird gemäß Angaben in BMWFJ (2013) mit 50 % angesetzt.

6.7 Gesamtemission

In Tabelle 6-7 sind die Jahressummen der Emissionen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6-7: 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	
Schornsteine der Entstaubungsanlagen	4	9	0	12
Umschlagvorgänge	21	76	291	388
Fahrbewegungen der Stapler	1	4	22	27

Quelle	Staub-Korngrößenklasse			Gesamt
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm	
Lkw-Fahrbewegungen	28	84	467	579
Windabwehungen	18	18	35	70
Gesamt	71	191	815	1 077

6.8 Vergleich mit den Bagatellmassenströmen

Zum Vergleich mit den Bagatellmassenströmen in Nr. 4.6.1.1 der TA Luft sind die stündlichen Massenströme der Schadstoffe zu ermitteln.

Legt man konservativ eine Betriebszeit von 2.500 h/a (250 Tage à 10 h) zugrunde, so errechnen sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten mittleren stündlichen Massenströme.

Tabelle 6-8: Staubemission und mittlere stündliche Massenströme

Schadstoff	Emissionsmassenstrom		Bagatellmassenstrom
	kg/a	kg/h	kg/h
Gesamtstaub	1.077	0,43	0,10
Partikel PM ₁₀	262	0,10	0,08
Partikel PM _{2,5}	71	0,03	0,05

In der letzten Spalte der Tabelle 6-8 sind die für diffuse Quellen geltenden Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft (2021) aufgeführt. Diese werden überschritten, so dass die Staubimmissionen zu ermitteln sind.

7 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

7.1 Allgemeines

Die Ausbreitung der Stäube wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Niederschlagsintensität und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand 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 ₁	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III ₂	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 Parameter in Form einer Zeitreihe (AK-Term) erforderlich, die einen ganzjährigen Zeitraum repräsentieren. Bei Verwendung einer Zeitreihe ist es u. a. möglich, die tageszeitliche Verteilung der Emissionen und die daran gekoppelten meteorologischen Ausbreitungssituationen zu berücksichtigen. Dies ist im vorliegenden Fall erforderlich, da die staubemittierenden Tätigkeiten hauptsächlich tagsüber durchgeführt werden. Darüber hinaus ist für die nach TA Luft (2021) geforderte Berechnung der nassen Deposition die Ausbreitungsrechnung als Zeitreihenrechnung durchzuführen (TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.7).

7.2 Meteorologische Daten

Im Untersuchungsgebiet werden keine meteorologischen Messungen durchgeführt, die als Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnungen verwendet werden können. Daher wurde die IFU GmbH beauftragt, eine geeignete Station zu übertragen. Die IFU GmbH ist akkreditiert nach DIN 17025 für die Bereitstellung meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20.

Von der IFU GmbH wird die Messstelle ‚Büchel (Flugplatz)‘ des Deutschen Wetterdienstes empfohlen (siehe Anhang 5, Auszug aus dem Gutachten der IFU GmbH). Diese Station spiegelt die übergeordneten Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten, die im Untersuchungsgebiet zu erwarten sind, am besten wider. Zur Berechnung des Windfeldes im Beurteilungsgebiet wird von der IFU empfohlen, den Bezugsort der meteorologischen Daten auf einen etwa 2 km west-nordwestlich des Anlagenstandorts gelegenen Bezugspunkt zu übertragen. Der Einfluss des unebenen Geländes wird mit dem numerischen Windfeldmodell, das Bestandteil des Ausbreitungsmodells AUSTAL ist, berücksichtigt.

Die Koordinaten des Bezugspunktes der meteorologischen Daten betragen im UTM-32-Netz:

Ostwert: 32327250
 Nordwert: 5541350

Die Lage des Bezugspunktes ist in Abbildung A4-1 in Anhang 4 gekennzeichnet.

Die Windmessung wird in einer Höhe von 10 m über Grund durchgeführt, so dass die am Standort vorhandenen Hindernisse (Bebauung und Bewuchs) überragt werden. Die Aufstellung der Station entspricht somit den Anforderungen an eine Messstation, deren Daten für Ausbreitungsrechnungen verwendet werden können.

Das Simulationsgebiet des Ausbreitungsmodells wird so groß gewählt, dass der Bezugspunkt darin enthalten ist (vgl. Kapitel A4.3 in Anhang 4). Die Einflüsse der Orographie und die Geländerauigkeit werden vom diagnostischen Windfeldmodell und dem Grenzschichtmodell, das im Ausbreitungsmodell AUSTAL enthalten ist, berücksichtigt.

7.3 Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen

Die Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen erfolgte durch die IfU GmbH (siehe Anhang 5).

Als repräsentatives Jahr wurde das Jahr 2010 ermittelt.

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 stellt das Umweltbundesamt nur für den Zeitraum 2006 bis 2015 Daten zur Verfügung, so dass für das Jahr 2010 eine Niederschlagszeitreihe vorhanden ist. Der mittlere Gesamtniederschlag des verfügbaren Zeitraumes beträgt 771 mm/a. Der Niederschlag des repräsentativen Jahres wurde auf diesen Wert skaliert. Regenereignisse liegen während 1165 Stunden vor.

7.5 Darstellung der Messdaten

Abbildung 7-1 enthält die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen für das repräsentative Jahr 2010. Sie zeichnet sich durch ein Maximum bei südwestlichen Windrichtungen aus. Weitere schwächer ausgeprägte Maxima liegen bei Nord und Nordost. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 3,5 m/s.

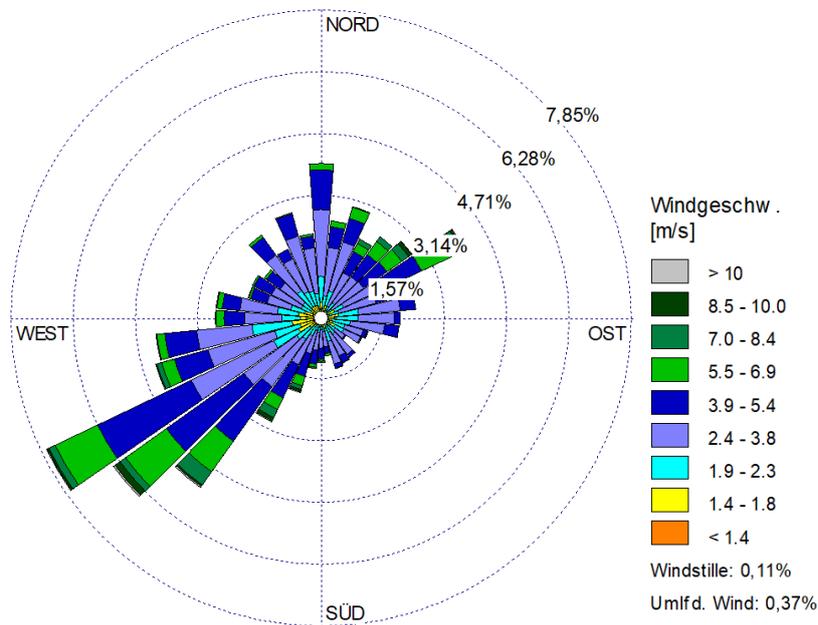


Abbildung 7-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 7-2 dargestellt.

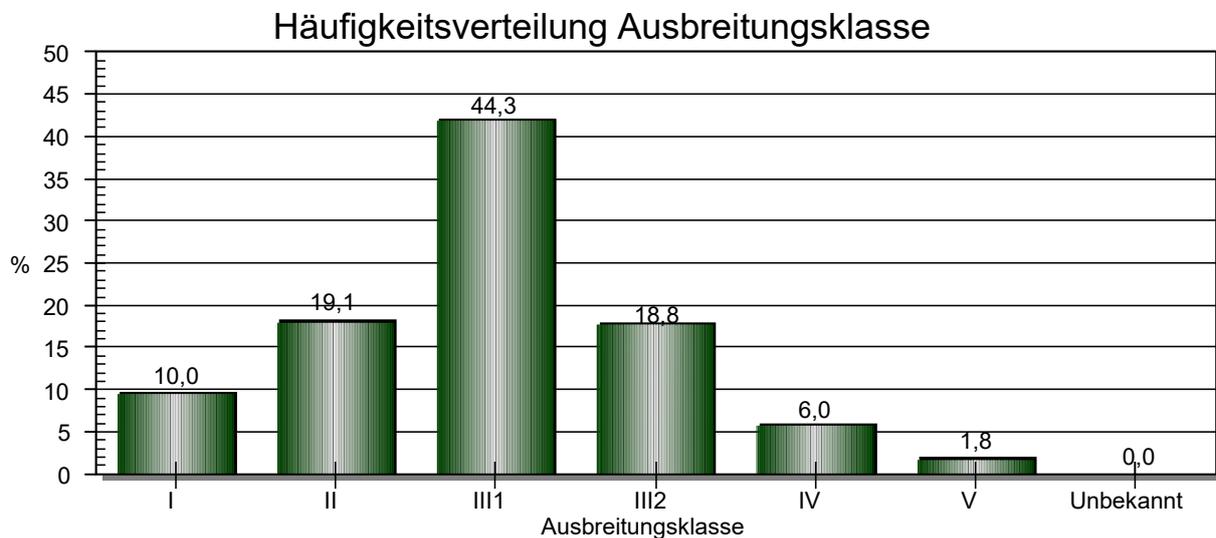


Abbildung 7-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

Die neutralen Ausbreitungsklassen (III₁ + III₂) sind mit ca. 63 % am stärksten vertreten. Die stabilen Klassen (I + II) treten in 29 % der Fälle auf, während die labilen Ausbreitungsklassen (IV + V) eine Häufigkeit von 8 % aufweisen.

7.6 Lokale Windsysteme

Aufgrund der geringen orographischen Gliederung im Untersuchungsgebiet sind Einflüsse lokaler thermischer Windsysteme nicht zu erwarten. Da die Tätigkeiten vor allem tagsüber stattfinden, spielen etwaige Kaltluftabflüsse für die Staubausbreitung keine Rolle.

8 Immissionen

8.1 Ausbreitungsrechnungen

Die von der Gesamtanlage (vorhandene und geplante Anlage) verursachte Immissionszusatzbelastung wird mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können Anhang 4 entnommen werden.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 6)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 7)
- Der Geländeeinfluss (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.5)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.6).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Anhang 4, Kapitel A4.8)

8.2 Beurteilungspunkte

Entsprechend Nr. 4.6.2.6 TA Luft (2021) werden Beurteilungspunkte an Orten festgelegt, an denen die mutmaßlich höchste Gesamtbelastung für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter zu erwarten ist. Zur Prüfung des Schutzes der menschlichen Gesundheit sind dies die am höchsten beaufschlagten Wohnhäuser (Beurteilungspunkte 1 bis 2).

Zusätzlich wird ein Beurteilungspunkt im Garten des Wohnhauses Dudeldorfer Straße 1 festgelegt (Beurteilungspunkt 3). Dieser dient zur Prüfung, ob erhebliche Nachteile oder Belästigungen durch Staubbiederschlag vorliegen (vgl. Nr. 4.3.1 TA Luft).

Da die Emissionen überwiegend in geringer Höhe freigesetzt werden, sind die Immissionen in größeren Entfernungen geringer, so dass die gewählten Beurteilungspunkte ausreichen. Dies geht auch aus den Abbildungen in Anhang 1 hervor, in denen die flächenhafte Verteilung der Immissionen dargestellt ist.

Tabelle 8-1: Beschreibung und Lage der Beurteilungspunkte

Beurteilungspunkt	Beschreibung	Ost-/Nordwert (UTM-32)
1	Wohnhaus Dudeldorfer Straße 61	329253 / 5540818
2	Wohnhaus Dudeldorfer Straße 1	329049 / 5540968
3	Garten Dudeldorfer Straße 1 (nur Staubniederschlag)	329100 / 5540961

Die Lage der Beurteilungspunkte ist in Abbildung 8-1 und Abbildung 8-2 dargestellt.



Abbildung 8-1: Lage der Beurteilungspunkte in der topografischen Karte. Das Betriebsgelände ist blau gestrichelt umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)

Nach Nr. 8, Anhang 2 der TA Luft (2021) werden die Immissionen als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe berechnet und sind damit repräsentativ für eine Höhe von 1,5 m über Grund.



Abbildung 8-2: Lage der Beurteilungspunkte im Luftbild. Das Betriebsgelände ist blau gestrichelt umrandet. (Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 © Hexagon)

8.3 Immissionsbeitrag der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel

Der Immissionsbeitrag der Gesamtanlage nach Durchführung der geplanten Änderungen (Gesamtzusatzbelastung) ist in Tabelle 8-2 aufgeführt. Grafische Darstellungen, aus denen die flächenhafte Verteilung der Immissionen und die Lage der Beurteilungspunkte hervorgeht, können Abbildung A1-1 bis Abbildung A1-3 in Anhang 1 entnommen werden.

Tabelle 8-2: Immissionsbeitrag der Fa. Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel (Jahresmittelwerte).
In Klammern: Prozentualer Anteil am Immissionswert.

Beurteilungspunkt	Partikel (PM ₁₀) in µg/m ³	Partikel (PM _{2,5}) in µg/m ³	Staubniederschlag in mg/(m ² ·d)
1	0,8 (1,9 %)	0,22 (0,9 %)	9,4 (2,7 %)
2	0,1 (0,2 %)	0,03 (0,1 %)	0,9 (0,3 %)
3	-	-	2,3 (0,7 %)
Irrelevanzschwelle	3 %	3 %	3 %
Immissionswert	40 µg/m³	25 µg/m³	0,35 g/(m²·d)

Hinweis: Die Irrelevanzschwelle von 3 % ist wegen der Rundungsregel (TA Luft Nr. 2.9) auch bei einer Ausschöpfung von 3,4 % noch eingehalten (Mitteilung des Umweltministeriums Baden-Württemberg, dürfte auch bundesweit gelten).

Die PM₁₀-, PM_{2,5}- und Staubniederschlags-Immissionen halten die Irrelevanzschwelle nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) ein, so dass davon ausgegangen werden kann, dass von diesen Stoffen keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Anlage hervorgerufen werden. Die Ermittlung der Vorbelastung und Gesamtbelastung kann somit entfallen.

9 Zusammenfassung

Die Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH betreibt am Standort Dudeldorfer Str. 97 in 54657 Badem ein Agrarzentrum, das derzeit überwiegend der Lagerung von Flüssigdünger dient. Ferner werden Schüttgüter umgeschlagen.

Die Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel beabsichtigt, am Standort eine Annahme-, Lager- und Umschlagstelle für Getreide und Ölsaaten (insbesondere Weizen, Gerste und Raps) zu errichten. Hierzu ist ein Bebauungsplanverfahren erforderlich.

Da sich in der Nachbarschaft zwei Wohnhäuser befinden, waren auf Anforderung der SGD Nord die zu erwartenden Staubimmissionen zu ermitteln. Für die Prognose wurden konservative Annahmen getroffen, so dass tatsächlich von geringeren Emissionen und Immissionen auszugehen ist.

Der Beitrag der Gesamtanlage bzgl. der Feinstaubimmissionen (PM_{10} , $PM_{2,5}$) und des Staubniederschlags unterschreitet an allen Beurteilungspunkten die Irrelevanzschwelle von 3 % des Immissionsgrenzwerts. Somit kann nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) davon ausgegangen werden kann, dass von diesen Stoffen keine schädlichen Umwelteinwirkungen, insbesondere keine Gesundheitsgefahren, hervorgerufen werden.

Auf die von der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel zu ergreifenden emissionsmindernden Maßnahmen (siehe Kapitel 5) weisen wir hin.

Die verwaltungsrechtliche Beurteilung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Für den Inhalt

Dr. Thorsten Wittemeier
Diplom-Meteorologe
Projektleiter, Sachverständiger

Claus-Jürgen Richter
Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer

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.

Freiburg, den 16.09.2024 – **ENTWURF**

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.
- BVT (2018):** Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1147 der Kommission vom 10. August 2018 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Abfallbehandlung (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C (2018) 5070).
- 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 PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttzubereitungsanlagen. (Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft)70 Nr. 11/12: 478–482.
- 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. Krempl, 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.
- 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 3783, Blatt 13** (2010): Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2** (2000): Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen Deponien. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2:2000-12.
- VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2** (2017): Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen Deponien. VDI-Richtlinie 3790, Blatt 2:2017-06.
- 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.

Anhang:

Anhang 1: Ergebnisabbildungen

Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen

Anhang 3: Emissionsmassenströme

Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen

Anhang 5: Übertragbarkeitsprüfung für die meteorologischen Daten

Anhang 6: Protokolldateien

Anhang 1: Ergebnisabbildungen

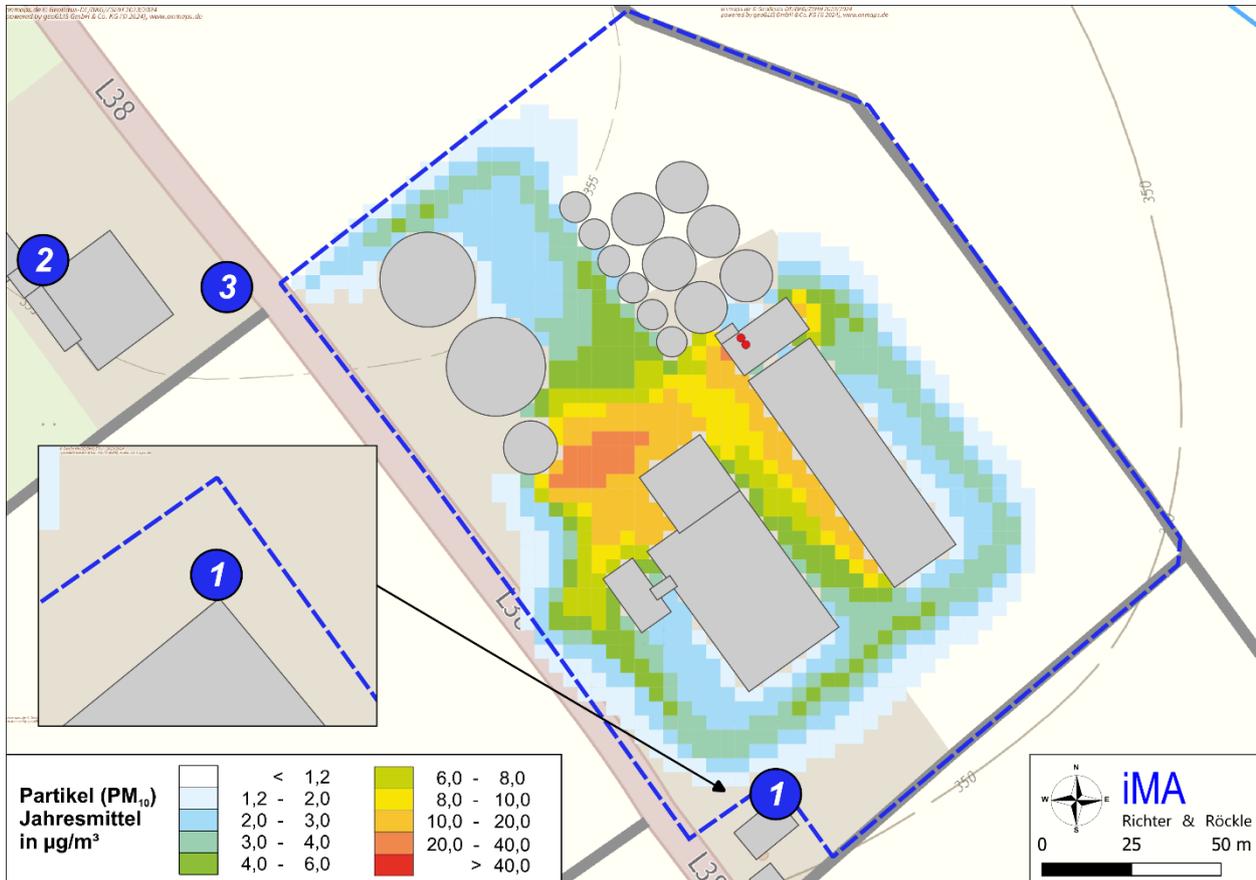


Abbildung A1-1: PM₁₀-Immissionsbeitrag der Gesamtanlage nach Durchführung der geplanten Änderungen.

Jahresmittelwerte in µg/m³.

Immissionswert: 40 µg/m³; Irrelevanzschwelle: 1,2 µg/m³

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

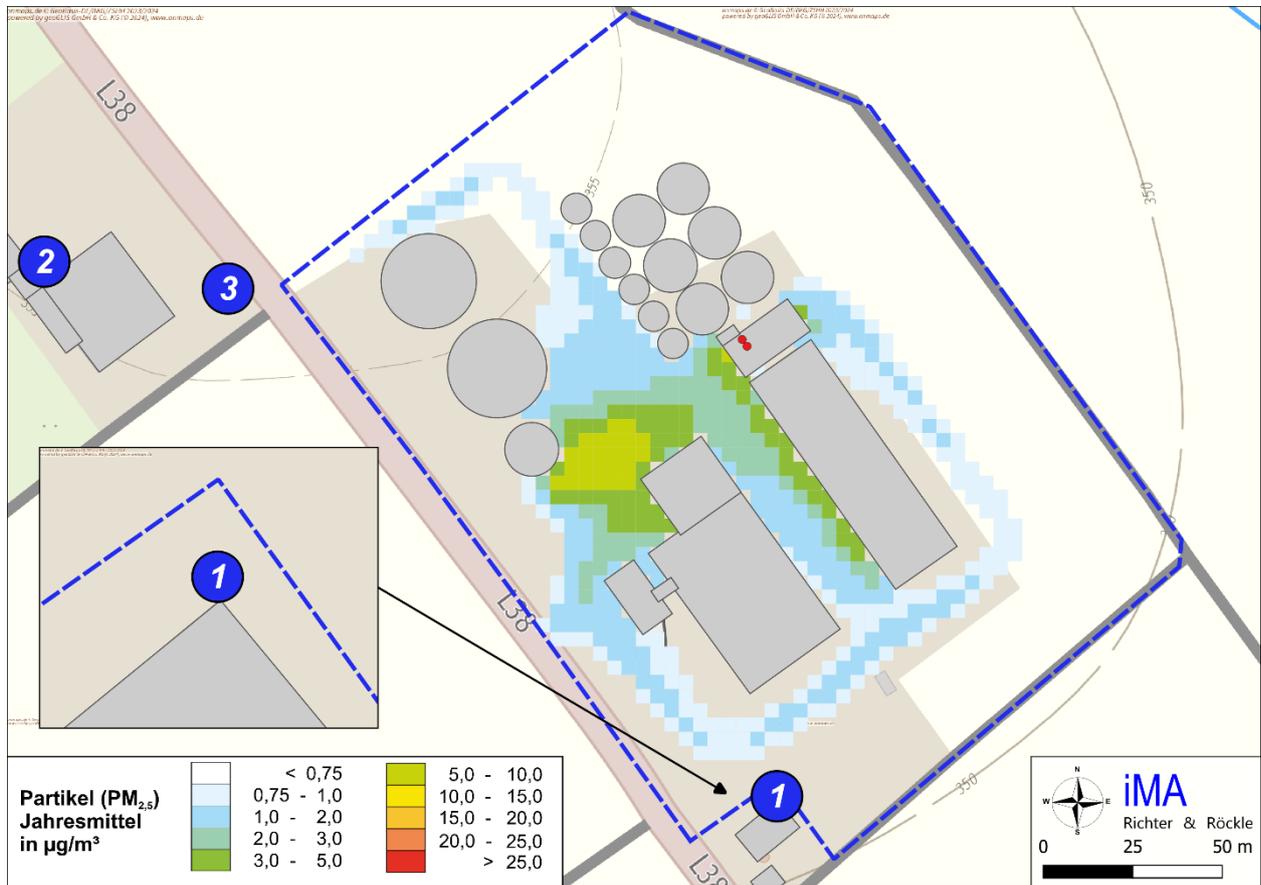


Abbildung A1-2: PM_{2,5}-Immissionsbeitrag der Gesamtanlage nach Durchführung der geplanten Änderungen.

Jahresmittelwerte in µg/m³.

Immissionswert: 25 µg/m³; Irrelevanzschwelle: 0,75 µg/m³

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

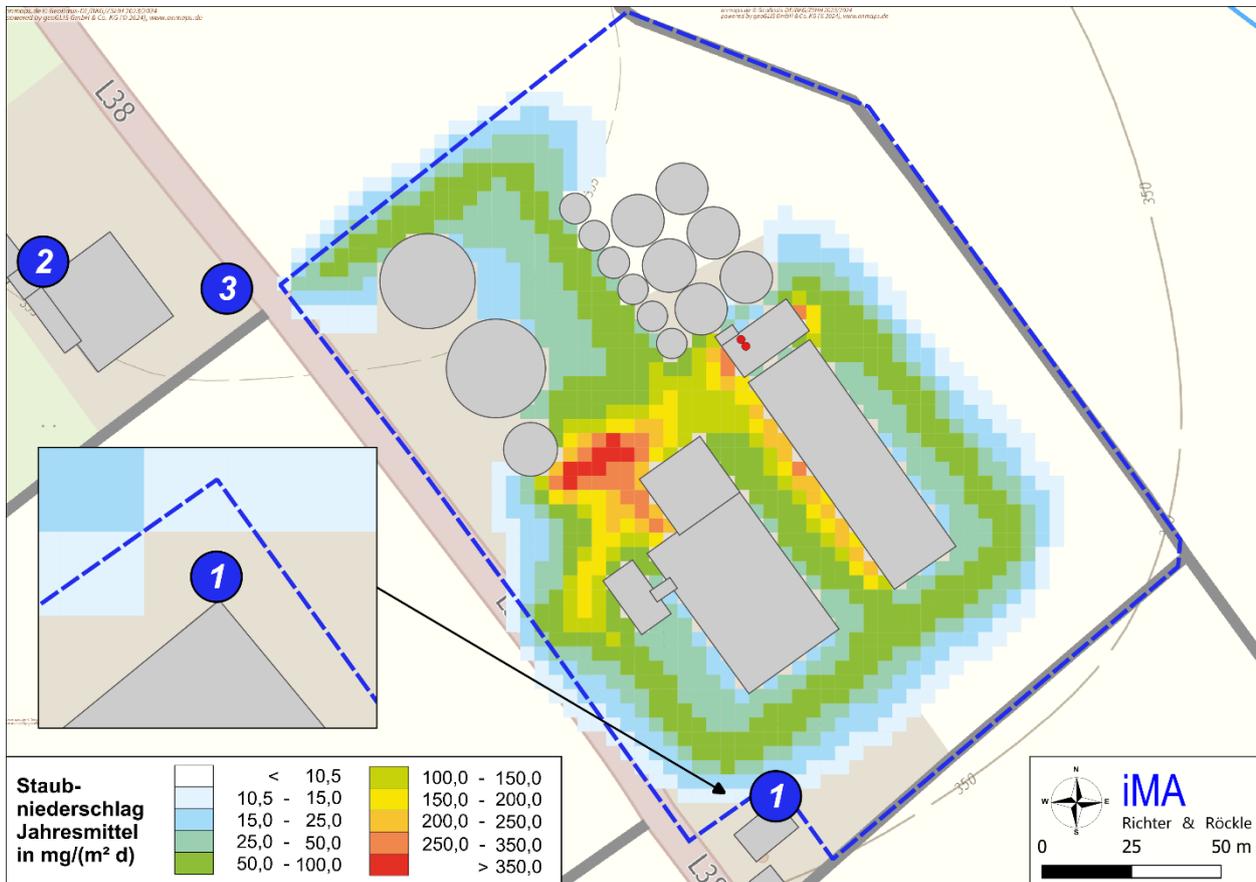


Abbildung A1-3: Staubniederschlags-Immissionsbeitrag der Gesamtanlage nach Durchführung der geplanten Änderungen.

Jahresmittelwerte in g/(m²·d)

Immissionswert: 0,35 g/(m²·d); Irrelevanzschwelle: 10,5 mg/(m²·d)

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

Anhang 2: Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen

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

A2.1 Umschlagvorgänge

A2.1.1 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:

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

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

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 A2-1: 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_{norm} werden im Folgenden zur Berechnung von individuellen Emissionsfaktoren in g/t_{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 $[\text{g}/\text{t}_{Gut} \cdot \text{m}^3/\text{t}_{Gut}]$

ρ_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.

ρ_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.

A2.1.2 Berechnungsansätze

Zur Berechnung der Emissionsmassenströme durch Umschlagvorgänge werden folgende Ansätze getroffen:

Staubneigungsklasse:

Die Staubneigung der umgeschlagenen Materialien wird in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) festgelegt. Als weitere Informationsquelle wird ein Bericht der LUBW (2021) herangezogen, in dem die Staubneigungsklassen für unterschiedliche Materialien angegeben sind.

- Für Weizen und Gerste wird in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) jeweils als mittlere Staubneigungsklasse 3 ('schwach staubend') angegeben, für Raps 2 ('nicht wahrnehmbar'). Konservativ wird für alle Getreide und Ölsaaten die Staubneigungsklasse 3 angesetzt.
- Mineralischen Materialien (bestehend aus z. B. Kies, Geröll, Sande, Steine und weitere mineralische Stoffe) werden in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 in der Regel Staubneigungen zwischen 2 ('nicht wahrnehmbar') und 3 ('schwach staubend') zugeordnet. Die Staubneigung 3 wird alle mineralischen Schüttgüter angesetzt.
- Für Futtermittel wird in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 (2010) eine große Spannweite zwischen den Staubneigungsklassen 2 ('nicht wahrnehmbar') und 4 ('(mittel) staubend') angegeben. Konservativ wird hier die Staubneigungsklasse 4 angesetzt.

Die angesetzte Staubneigungsklasse sowie weitere Materialparameter sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst:

Tabelle A2-2: Durchsatzmengen und Materialparameter

Material	Schüttdichte	Umschlagmenge	Bemerkung	Staubneigung
	t/m ³	t/a		
Getreide / Ölsaaten	0,8	22.800	<ul style="list-style-type: none"> • Anlieferung in Schüttgasse • Reinigung und Einlagerung in geschlossenem System • Verladung per abgesaugtem Verladebalg 	3
Schüttgüter	1,8	2.000	<ul style="list-style-type: none"> • Anlieferung in Lagerboxen • Abtransport aus Lagerboxen 	3
Futtermittel	0,8	350	<ul style="list-style-type: none"> • Anlieferung in Halle • Abtransport aus Halle 	4
Gerste	0,8	1.500		3

Material	Schütt- dichte	Umschlag- menge	Bemerkung	Staubnei- gung
	t/m ³	t/a		
Raps	0,8	1.500	<ul style="list-style-type: none"> Anlieferung in Halle Abtransport aus Halle 	3
Flüssigdünger		15.000	<ul style="list-style-type: none"> Nur Fahrverkehr staubrelevant 	
Summe		43.150		

* Es wird erdfeuchtes Material der Staubneigungsklasse 2 angeliefert.

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

anzusetzen.

Darüber hinaus werden im vorliegenden Fall werden folgende Umfeldfaktoren angesetzt:

- Die geplante Maschinenhalle ist grundsätzlich während des Materialumschlags und der Behandlung in der Halle geschlossen zu halten. Aufgrund von Undichtigkeiten, z. B. an den Durchlassöffnungen der Förderbänder oder kurzzeitig geöffnete Tore, wird davon ausgegangen, dass 20 % der in der Halle freigesetzten Staubemissionen nach außen treten. Dies entspricht einem Umfeldfaktor k_U von 0,2.
- Der emissionsmindernde Effekt der offenen Hallen, in denen Saatgut und Tierfutter gelagert wird, wird über einen Umfeldfaktor k_U von 0,5 berücksichtigt. D.h., gegenüber den auf einer Freifläche freigesetzten Emissionen wird ein Minderungseffekt von 50 % angesetzt.

Abwurfhöhen:

- Die Abwurfhöhe der anliefernden Lkw wird mit einem Mittelwert von 1 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe des Staplers beim Aufschieben in den Lagerboxen ('Aufhalden') wird mit einem Mittelwert von 0,5 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe des Staplers auf Halde oder in Lkw wird mit einem Mittelwert von 1 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe des Verladebalgs wird mit einem Mittelwert von 0,5 m angesetzt.
- Die Abwurfhöhe aus den Austragsbändern der Aufbereitungsaggregate (Sieb, Brecher) wird mit einem Mittelwert von 1,5 m angesetzt.

Weitere Ansätze:

- Der PM₁₀-Anteil (Staubkorngrößen kleiner als 10 µm) 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.

A2.2 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 korngößenabhängige Parameter.

Die **Anzahl der Fahrbewegungen** wird gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 anhand der durchschnittlichen Zuladungen der Lkw entsprechend Tabelle A2-3 berechnet.

Tabelle A2-3: Berechnung der Anzahl der Fahrbewegungen

Material	Umschlagmenge (t/a)	Zuladung (t)		Anzahl Fahrten/a	
		Input	Output	Input	Output
Getreide / Ölsaaten	22.800	25	25	912	912
Schüttgüter	2.000	25	25	80	80
Futtermittel	350	25	25	14	14
Gerste	1.500	25	25	60	60
Raps	1.500	25	25	60	60
Flüssigdünger	15.000	25	25	600	600
Durchschnitt bzw. Summe		25,0	25,0	1.726	1.726

Material	Umschlag- menge (t/a)	Zuladung (t)		Anzahl Fahrten/a	
		Input	Output	Input	Output
		25,0		3.452	

Die **Fahrweglänge** der Lkw je Anlieferung bzw. je Abholung wird gemäß Tabelle A2-4 ermittelt. Die Fahrweg-Teilabschnitte 1 (Einfahrt) und 5 (Waage) werden auf dem Hin- und Rückweg befahren und werden daher doppelt berücksichtigt.

Die Länge der zurückgelegten Fahrwege wird über die digitalisierten Teilabschnitte der Quellen (siehe Kapitel A4.8 in Anhang 4) 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 A2-4: Länge der Fahrstrecken. Die digitalisierten Flächenquellen können Tabelle A4-4 auf S. 53 entnommen werden. Alle Werte in m.

Quellname	Länge	Fahrten
LKW-Teilstrecke 1	14,9	30 (2x)
LKW-Teilstrecke 2	56,0	56
LKW-Teilstrecke 3	104,5	105
LKW-Teilstrecke 4	85,2	85
LKW-Teilstrecke 5	68,1	136 (2x)
LKW-Teilstrecke 6	17,0	17
LKW-Teilstrecke 7	10,7	11
LKW-Teilstrecke 8	75,9	76
LKW-Teilstrecke 9	67,0	67
Zwischensumme		582,2
Zuschlag 10 %		58,2
Zuschlag 20 m		20,0
Summe		660,4
Ansatz Gutachten		700

Die **Weglängen der Staplerfahrbewegungen** werden individuell auf die jeweiligen Anwendungszwecke festgelegt. Die gewählten Fahrweglängen können Anhang 3 entnommen werden.

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/m² angegeben. Die Fahrwege auf dem Betriebsgelände werden regelmäßig gereinigt.

Für Fahrten mit einer 'mäßigen' Staubbeladung mit sichtbarer Staubeentwicklung kann nach Angaben von Strobl & Kuntner (2014) eine Feinkornauflage von 5 g/m² angesetzt werden. Für die Staplerfahrten wird eine erhöhte Verschmutzung von 10 g/m² 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 10 km/h über eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit von 0,4 berücksichtigt (siehe auch LUBW (2021)).

Die mittleren **Fahrzeuggewichte** sind in Tabelle A2-5 aufgeführt.

Tabelle A2-5: Durchschnittliche Gewichte der eingesetzten Fahrzeuge in t

Fahrzeug	Leergewicht	Zuladung	Gesamtgewicht	mittleres Gewicht
LKW	15	25	40	27,5
Stapler	5	1	6	5,5

Die Anzahl der **Niederschlagstage** (Tage mit täglichen Niederschlagsmengen über 1 mm) liegt entsprechend VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 Bild A1 zwischen 131 und 140 Niederschlagstagen pro Jahr. Für die Prognose werden konservativ 130 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 A2-6)

sL in g/m² 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 A2-6: 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 A2-7: Berechnung des Emissionsfaktors für befestigte Fahrwege je Fahrzeug nach VDI 3790, Blatt 4.

Bezeichnung		Lkw	Stapler
Leergewicht, Flottenmittel (t)		15,0	5,0
Zuladung, Flottenmittel (t)		25,0	1,0
mittleres Gewicht W (t)		27,5	5,5
Anzahl der Regentage mit Regenmenge > 1 mm p		130	130
Schluff-Auflage des Fahrbahnbelags sL (g/m ²)		5	10
Längenbezogene Emissionsfaktoren (g/km) E	PM _{2,5} :	19	7
	PM ₁₀ :	77	28
	PM ₃₀ :	399	145
Emissionen (g/km)	pm-1:	19	7
	pm-2:	58	21
	pm-u:	322	117
Zwischensumme:		399	145
km für Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit		0,4	0,4
Emissionen (g/km)	pm-1:	11	4
	pm-2:	35	13
	pm-u:	193	70
Summe:		239	87

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_{2,5} 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 A2-8: 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
Summe:	0,052	0,045	0,057	0,154

d.) Zusammenfassende Darstellung der Emissionsfaktoren

Aus den oben dargestellten Berechnungsansätzen berechnen sich die in Tabelle A2-9 zusammengefassten Emissionsfaktoren:

Tabelle A2-9: 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)	11,11	34,81	193,33	239,26
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
Gesamt	11,5	34,9	193,4	239,8

Tabelle A2-10: 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)	4,04	12,67	70,36	87,07
Motoremissionen (HBEFA, 2017)	0,340	-	-	0,340
Abriebe (EMEP/EEA, 2016)	0,052	0,045	0,057	0,154
Gesamt	4,4	12,7	70,4	87,6

Anhang 3: Emissionsmassenströme

Umschlag:

Anlieferung Getreide/Ölsaaten

Stoff	Volumen	Menge	Staub-neigung	Verstaubungs-koeffizient a	Abw urf-höhe	K _H	K _{Gerät}	K _{umfeld}	Schütt-dichte	Minderung	Emissions-faktor	Umschlag-menge	Emission
	m ³	t			m				t/m ³		g/t	t/a	kg/a

Abwurf aus LKW:

Getreide / Ölsaaten	31	25	3	32	1	0,42	1,5	0,20	0,80	0%	0,9	22.800	20
---------------------	----	----	---	----	---	------	-----	------	------	----	-----	--------	----

Quelle: ANLIEF_DIFF

Summe: 20

Verladung Getreide/Ölsaaten

Stoff	Volumen	Menge	Staub-neigung	Verstaubungs-koeffizient a	Abw urf-höhe	K _H	K _{Gerät}	K _{umfeld}	Schütt-dichte	Minderung	Emissions-faktor	Umschlag-menge	Emission
	m ³	t			m				t/m ³		g/t	t/a	kg/a

Verladung per Verladebalg (kontinuierlicher Abwurf):

Getreide / Ölsaaten		120	3	32	0,5	0,18	1,0	0,18	0,80	0%	3,1	22.800	70
---------------------	--	-----	---	----	-----	------	-----	------	------	----	-----	--------	----

Quelle: VERLAD_DIFF

Summe: 70

Umschlag Schüttgüter

Stoff	Volumen	Menge	Staub-neigung	Verstaubungs-koeffizient a	Abw urf-höhe	K _H	K _{Gerät}	K _{umfeld}	Schütt-dichte	Minderung	Emissions-faktor	Umschlag-menge	Emission
	m ³	t			m				t/m ³		g/t	t/a	kg/a

Abwurf aus LKW:

Schüttgüter	14	25	3	32	1	0,42	1,5	1,00	1,80	0%	9,7	2.000	19
-------------	----	----	---	----	---	------	-----	------	------	----	-----	-------	----

Aufnahme Radlader/Löffelbagger zum Aufhalten:

Schüttgüter		100*	3	32	-	-	-	0,80	1,80	0%	12,3	2.000	25
-------------	--	------	---	----	---	---	---	------	------	----	------	-------	----

Abwurf Radlader/Löffelbagger (Aufhalten):

Schüttgüter	1,0	1,8	3	32	0,5	0,18	1,5	0,80	1,80	0%	12,2	2.000	24
-------------	-----	-----	---	----	-----	------	-----	------	------	----	------	-------	----

Aufnahme Radlader:

Schüttgüter		100*	3	32	-	-	-	0,90	1,80	0%	13,8	2.000	28
-------------	--	------	---	----	---	---	---	------	------	----	------	-------	----

Abwurf Radlader in LKW:

Schüttgüter	1,0	1,8	3	32	1	0,42	1,5	0,90	1,80	0%	32,5	2.000	65
-------------	-----	-----	---	----	---	------	-----	------	------	----	------	-------	----

Quelle: BOXEN

Summe: 161

Umschlag Futtermittel

Stoff	Volumen	Menge	Staub-neigung	Verstaubungs-koeffizient a	Abw urf-höhe	K _H	K _{Gerät}	K _{umfeld}	Schütt-dichte	Minderung	Emissions-faktor	Umschlag-menge	Emission
	m ³	t			m				t/m ³		g/t	t/a	kg/a

Abwurf aus LKW:

Futtermittel	31	25	4	100	1	0,42	1,5	0,50	0,80	0%	6,8	350	2
--------------	----	----	---	-----	---	------	-----	------	------	----	-----	-----	---

Aufnahme Radlader/Löffelbagger zum Aufhalten:

Futtermittel		100*	4	100	-	-	-	0,40	0,80	0%	8,6	350	3
--------------	--	------	---	-----	---	---	---	------	------	----	-----	-----	---

Abwurf Radlader/Löffelbagger (Aufhalten):

Futtermittel	1,0	0,8	4	100	0,5	0,18	1,5	0,40	0,80	0%	12,8	350	4
--------------	-----	-----	---	-----	-----	------	-----	------	------	----	------	-----	---

Aufnahme Radlader:

Futtermittel		100*	4	100	-	-	-	0,45	0,80	0%	9,7	350	3
--------------	--	------	---	-----	---	---	---	------	------	----	-----	-----	---

Abwurf Radlader in LKW:

Futtermittel	1,0	0,8	4	100	1	0,42	1,5	0,90	0,80	0%	68,5	350	24
--------------	-----	-----	---	-----	---	------	-----	------	------	----	------	-----	----

Quelle: TIERFUTTER

Summe: 37

Umschlag Saatgut

Stoff	Volumen	Menge	Staub-neigung	Verstaubungs-koeffizient a	Abw urf-höhe	K _H	K _{Gerät}	K _{umfeld}	Schütt-dichte	Minderung	Emissions-faktor	Umschlag-menge	Emission
	m ³	t			m				t/m ³		g/t	t/a	kg/a

Abwurf aus LKW:

Gerste	31	25	3	32	1	0,42	1,5	0,50	0,80	0%	2,2	1.500	3
--------	----	----	---	----	---	------	-----	------	------	----	-----	-------	---

Raps	31	25	3	32	1	0,42	1,5	0,50	0,80	0%	2,2	1.500	3
------	----	----	---	----	---	------	-----	------	------	----	-----	-------	---

Aufnahme Radlader/Löffelbagger zum Aufhalten:

Gerste		100*	3	32	-	-	-	0,40	0,80	0%	2,7	1.500	4
--------	--	------	---	----	---	---	---	------	------	----	-----	-------	---

Raps		100*	3	32	-	-	-	0,40	0,80	0%	2,7	1.500	4
------	--	------	---	----	---	---	---	------	------	----	-----	-------	---

Abwurf Radlader/Löffelbagger (Aufhalten):

Gerste	1,0	0,8	3	32	0,5	0,18	1,5	0,40	0,80	0%	4,1	1.500	6
--------	-----	-----	---	----	-----	------	-----	------	------	----	-----	-------	---

Raps	1,0	0,8	3	32	0,5	0,18	1,5	0,40	0,80	0%	4,1	1.500	6
------	-----	-----	---	----	-----	------	-----	------	------	----	-----	-------	---

Aufnahme Radlader:

Gerste		100*	3	32	-	-	-	0,40	0,80	0%	2,7	1.500	4
--------	--	------	---	----	---	---	---	------	------	----	-----	-------	---

Raps		100*	3	32	-	-	-	0,40	0,80	0%	2,7	1.500	4
------	--	------	---	----	---	---	---	------	------	----	-----	-------	---

Abwurf Radlader in LKW:

Gerste	1,0	0,8	3	32	1	0,42	1,5	0,90	0,80	0%	21,7	1.500	33
--------	-----	-----	---	----	---	------	-----	------	------	----	------	-------	----

Raps	1,0	0,8	3	32	1	0,42	1,5	0,90	0,80	0%	21,7	1.500	33
------	-----	-----	---	----	---	------	-----	------	------	----	------	-------	----

Quelle: SAATGUT

Summe: 100

Fahrbewegungen Stapler:

Umschlag Schüttgüter

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

Abwurf Radlader/Löffelbagger (Aufhalden):

Schüttgüter	2.000	Radlader_bef	1,8	1.111	10	11	1	88	1
-------------	-------	--------------	-----	-------	----	----	---	----	---

Abwurf Radlader in LKW:

Schüttgüter	2.000	Radlader_bef	1,8	1.111	20	22	1	88	2
-------------	-------	--------------	-----	-------	----	----	---	----	---

Quelle: **BOXEN** Summe: 3

Umschlag Futtermittel

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

Abwurf Radlader/Löffelbagger (Aufhalden):

Futtermittel	350	Radlader_bef	0,8	438	10	4	1	88	0
--------------	-----	--------------	-----	-----	----	---	---	----	---

Abwurf Radlader in LKW:

Futtermittel	350	Radlader_bef	0,8	438	20	9	1	88	1
--------------	-----	--------------	-----	-----	----	---	---	----	---

Quelle: **TIERFUTTER** Summe: 1

Umschlag Saatgut

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

Abwurf Radlader/Löffelbagger (Aufhalden):

Gerste	1.500	Radlader_bef	0,8	1.875	10	19	1	88	2
--------	-------	--------------	-----	-------	----	----	---	----	---

Raps	1.500	Radlader_bef	0,8	1.875	10	19	1	88	2
------	-------	--------------	-----	-------	----	----	---	----	---

Abwurf Radlader in LKW:

Gerste	1.500	Radlader_bef	0,8	1.875	60	113	1	88	10
--------	-------	--------------	-----	-------	----	-----	---	----	----

Raps	1.500	Radlader_bef	0,8	1.875	60	113	1	88	10
------	-------	--------------	-----	-------	----	-----	---	----	----

Quelle: **SAATGUT** Summe: 23

Fahrbewegungen Lkw:

Anlieferung Getreide/Ölsaaten

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

Anlieferung:

Getreide / Ölsaaten	Fahrten	i	22.800	LKW_bef	25	912	700	638	1	240	153
---------------------	---------	---	--------	---------	----	-----	-----	-----	---	-----	-----

Summe: 153

Verladung Getreide/Ölsaaten

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

Abtransport:

Getreide / Ölsaaten	Fahrten	o	22.800	LKW_bef	25	912	700	638	1	240	153
---------------------	---------	---	--------	---------	----	-----	-----	-----	---	-----	-----

Summe: 153

Umschlag Schüttgüter

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

Anlieferung:

Schüttgüter	Fahrten	i	2.000	LKW_bef	25	80	700	56	1	240	13
-------------	---------	---	-------	---------	----	----	-----	----	---	-----	----

Abtransport:

Schüttgüter	Fahrten	o	2.000	LKW_bef	25	80	700	56	1	240	13
-------------	---------	---	-------	---------	----	----	-----	----	---	-----	----

Summe: 27

Umschlag Futtermittel

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

Anlieferung:

Futtermittel	Fahrten	i	350	LKW_bef	25	14	700	10	1	240	2
--------------	---------	---	-----	---------	----	----	-----	----	---	-----	---

Abtransport:

Futtermittel	Fahrten	o	350	LKW_bef	25	14	700	10	1	240	2
--------------	---------	---	-----	---------	----	----	-----	----	---	-----	---

Summe: 5

Umschlag Saatgut

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

Anlieferung:

Gerste	Fahrten	i	1.500	LKW_bef	25	60	700	42	1	240	10
--------	---------	---	-------	---------	----	----	-----	----	---	-----	----

Raps	Fahrten	i	1.500	LKW_bef	25	60	700	42	1	240	10
------	---------	---	-------	---------	----	----	-----	----	---	-----	----

Abtransport:

Gerste	Fahrten	o	1.500	LKW_bef	25	60	700	42	1	240	10
--------	---------	---	-------	---------	----	----	-----	----	---	-----	----

Raps	Fahrten	o	1.500	LKW_bef	25	60	700	42	1	240	10
------	---------	---	-------	---------	----	----	-----	----	---	-----	----

Summe: 40

Umschlag Flüssigdünger

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

Anlieferung:

Flüssigdünger	Fahrten	i	15.000	LKW_bef	25	600	700	420	1	240	101
---------------	---------	---	--------	---------	----	-----	-----	-----	---	-----	-----

Abtransport:

Flüssigdünger	Fahrten	o	15.000	LKW_bef	25	600	700	420	1	240	101
---------------	---------	---	--------	---------	----	-----	-----	-----	---	-----	-----

Summe: 201

Rtg.: Fahrtrichtung

i - Input

o - Output

Anhang 4: Ausbreitungsrechnungen

A4.1 Allgemeines

Die Immissionen werden auf Basis von Ausbreitungsrechnungen ermittelt.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 6)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 7)
- Der Geländeeinfluss (vgl. Kapitel A4.5)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Kapitel A4.6).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Kapitel A4.8)

Die Emissionen werden im Zeitraum zwischen 6:00 und 22:00 Uhr MEZ freigesetzt. Staubemissionen durch Windabwehrung werden ganztags an Stunden mit einer mittleren Windgeschwindigkeit ≥ 5 m/s 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 Staubniederschlags werden die für jede Korngrößenklasse berechneten Depositionen addiert. Die PM_{10} -Konzentration wird durch Summierung der Konzentrationen der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2 ermittelt.

A4.2 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 +1 und
- mit der NOSTANDARD-Option WETDRIFT zur Berücksichtigung der Tropfenverdriftung bei der Ausweisung der nassen Deposition

betrieben.

A4.3 Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 3,8 km x 2,4 km durchgeführt. Das Rechengebiet wurde so gewählt, dass die Ersatzanemometerposition sowie die für die Ausbreitung wesentlichen topografischen Gegebenheiten enthalten sind.

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 Gebietsgröße der einzelnen Gitter wird entsprechend den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft erzeugt. Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A4-2 aufgeführt.

Tabelle A4-2: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	4 m	424 m x 408 m	106 x 102
2	8 m	656 m x 640 m	82 x 80
3	16 m	960 m x 960 m	60 x 60
4	32 m	3200 m x 1728 m	100 x 54
5	64 m	3776 m x 2432 m	59 x 38

A4.4 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 mit im Mittel mit $z_0 = 0,211$ m bestimmt und auf $z_0 = 0,2$ m gerundet.

Die Bebauung auf dem Betriebsgelände und in der unmittelbaren Nachbarschaft wird im Ausbreitungsmodell explizit berücksichtigt (siehe Kapitel A4.6). Die weitere Umgebung besteht überwiegend aus Ackerland sowie einem Teil der Gebäude im Gewerbegebiet am südlichen Ortsrand von Badem, weshalb der automatisch ermittelte Wert der Rauigkeitslänge auch bei Berücksichtigung der Gebäude fachlich geeignet und plausibel ist.

A4.5 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 erfüllt, so dass der Geländeeinfluss zu berücksichtigen ist.

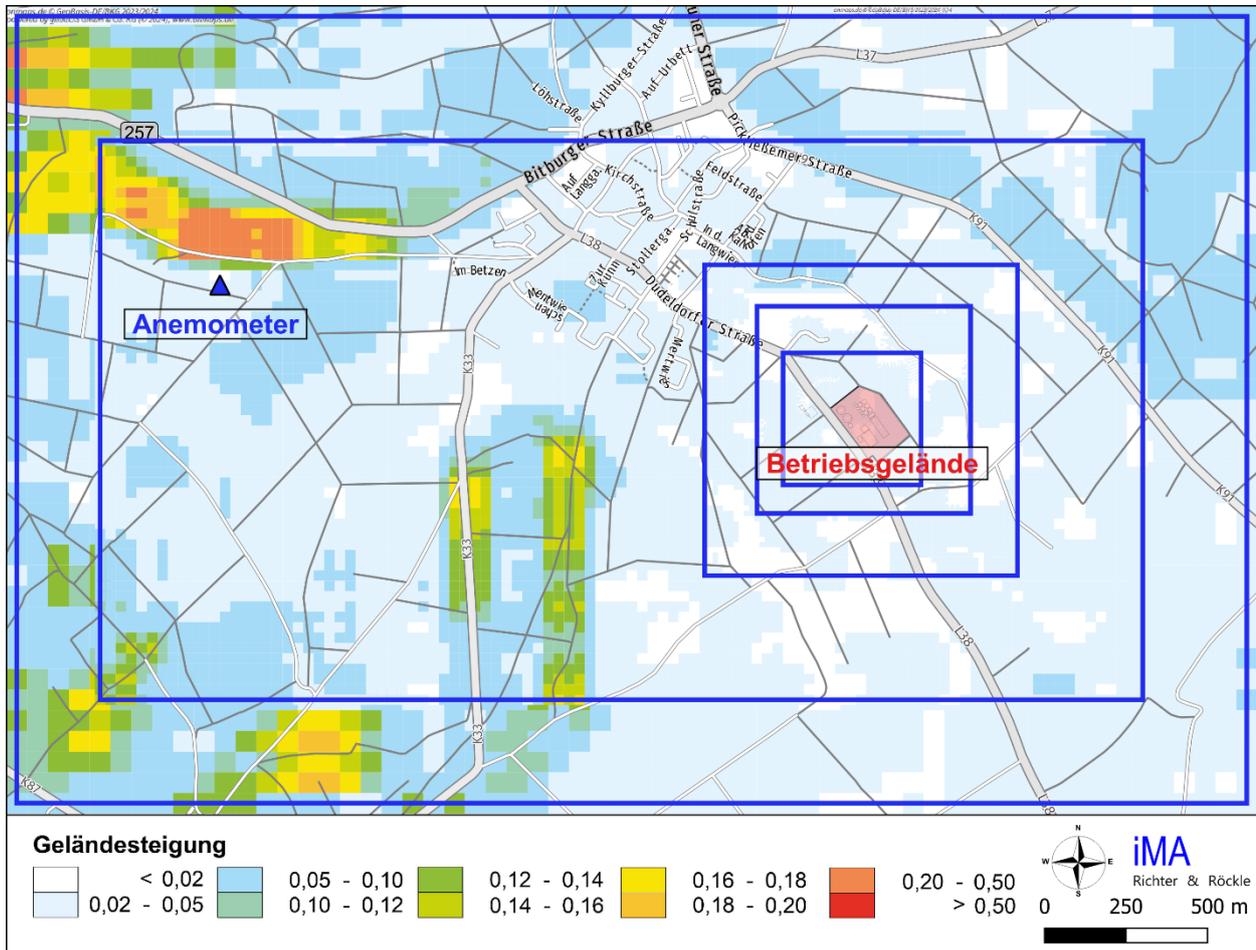


Abbildung A4-1: Geländesteigung und Lage der Rechengitter im Simulationsgebiet.
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)

Zur Abbildung der Geländesituation werden die Daten des Höhenmodells GlobDEM50 im 50-Meter-Raster verwendet. GlobDEM50 basiert auf Rohdaten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.

Gemäß Nr. 12, Anhang 2 der TA Luft (2021) können Geländeunebenheiten mit Hilfe des in AU-STAL integrierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,20) nicht überschreitet.

Die Geländesteigungen sind in Abbildung A4-1 dargestellt und in der Protokolldatei 'taldia.log' (siehe Anhang 6) dokumentiert.

Nur im nordwestlichen Randbereich des Rechengebiets und punktuell im Nordwesten wird das Kriterium überschritten. Diese Bereiche liegen in großer Distanz der Emissionsquellen und der Beurteilungspunkte, so dass die Überschreitung des Kriteriums keinen Einfluss auf das Windfeld hat.

Somit kann das diagnostische Windfeldmodell verwendet werden.

A4.6 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, für die diese Kriterien zutreffen, sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Diese wurden digitalisiert. Die Koordinaten und Abmessungen der digitalisierten Gebäude sind in Tabelle A4-3 zusammengefasst.

Tabelle A4-3: Gebäudedimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei Ostwert 329250 und Nordwert 5540900 (UTM-32)

Gebäude	Ursprung [m]		Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
			horizontal		vertikal	
	x-Wert	y-Wert	a	b	c	
GEB_001	-32,54	-13,86	48,63	31,06	12,10	305,81
GEB_002	-4,27	34,21	71,08	21,02	8,60	305,10
GEB_003	-23,49	-8,70	20,78	19,32	10,60	35,48
GEB_004	-44,87	-21,55	18,62	10,13	4,40	305,58
GEB_005	-26,17	-20,61	6,84	3,69	3,30	214,46
GEB_006	6,36	57,75	22,46	11,08	19,00	215,81
GEB_007	-11,78	44,47	5,96	3,17	10,00	34,82
GEB_008	-17,42	54,89	0,00	-14,60	27,00	0,00
GEB_009	-4,79	63,79	0,00	-14,66	27,00	0,00
GEB_010	-26,31	67,12	0,00	-15,07	27,00	0,00
GEB_011	-14,02	76,28	0,00	-14,70	27,00	0,00
GEB_012	-35,11	79,76	0,00	-14,72	27,00	0,00
GEB_013	-22,76	88,70	0,00	-14,50	27,00	0,00
GEB_014	-25,62	45,21	0,00	-8,51	27,20	0,00
GEB_015	-31,07	52,87	0,00	-8,52	27,20	0,00
GEB_016	-36,47	60,42	0,00	-8,57	27,20	0,00
GEB_017	-41,86	67,93	0,00	-8,87	27,20	0,00
GEB_018	-47,31	75,54	0,00	-8,52	27,20	0,00
GEB_019	-52,66	83,14	0,00	-8,63	27,20	0,00
GEB_020	-65,12	15,42	0,00	-15,07	5,00	0,00
GEB_021	-74,80	38,17	0,00	-27,75	5,00	0,00

Gebäude	Ursprung [m]		Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
			horizontal		vertikal	
	x-Wert	y-Wert	a	b	c	
GEB_022	-93,91	62,72	0,00	-26,68	5,00	0,00
GEB_023	-2,00	-100,61	15,32	9,86	10,90	39,43
GEB_024	-0,10	-111,02	7,48	6,20	4,00	38,40
GEB_025	-164,95	52,89	29,64	26,30	8,10	126,81
GEB_026	-222,45	73,25	15,49	10,19	7,60	307,78
GEB_027	-190,65	45,94	19,38	5,83	6,50	126,33
GEB_028	-202,11	60,94	7,87	5,72	4,80	127,09

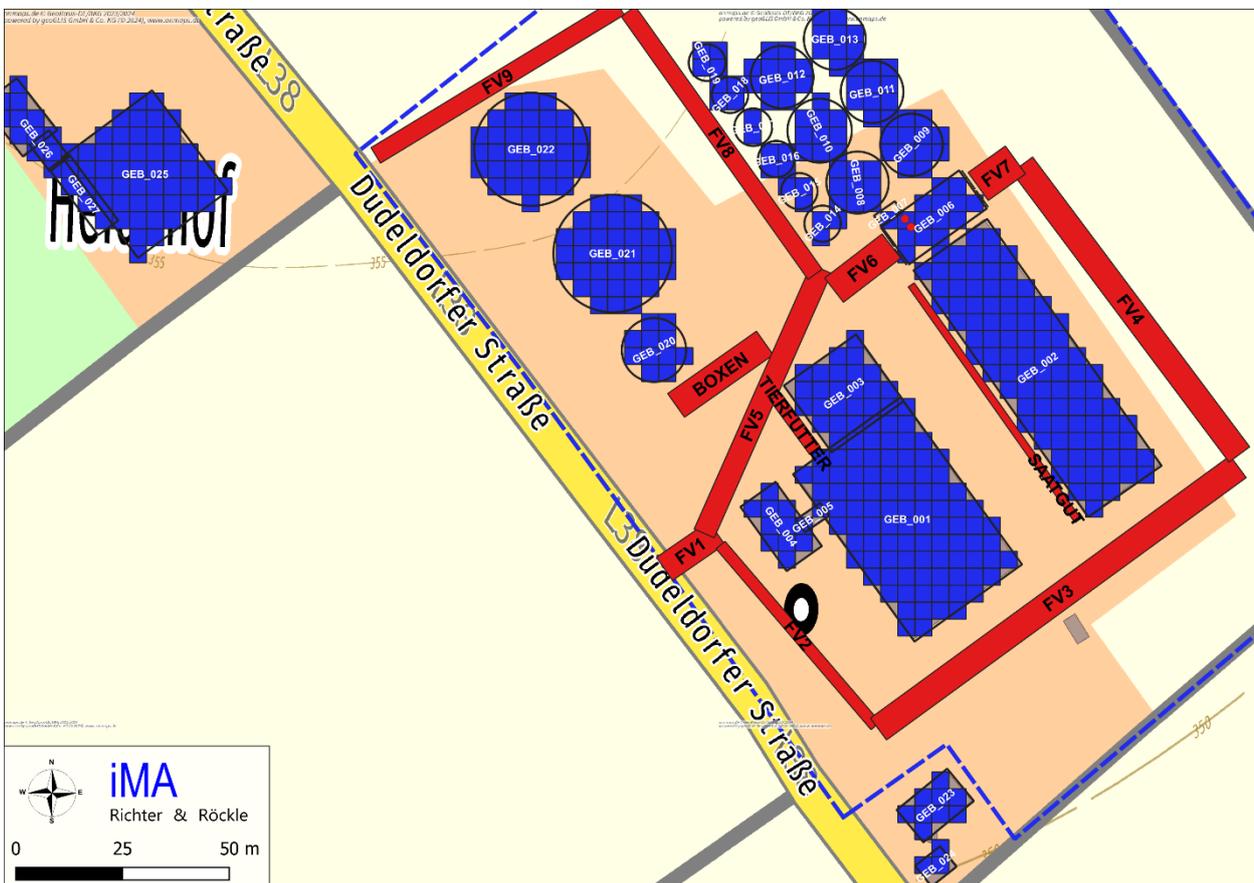


Abbildung A4-2: Digitalisierte Gebäude (blau) und Lage der digitalisierten Quellen (rot).
(Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)

Die Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells entspricht der Vorgabe des Anhangs 2 der TA Luft (2021). Dort wird unter Nr. 11 folgendes ausgeführt: "Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen, siehe Richtlinie VDI 3781, Blatt 4), können

die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 (Janicke et al., 2004) dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeströmung berücksichtigt werden. [...]"

Im vorliegenden Fall befinden sich die relevanten Aufpunkte nicht im unmittelbaren Einflussbereich der quellnahen Gebäude, so dass das zum Programmsystem AUSTAL gehörende diagnostische Windfeldmodell TALdia angewendet werden kann.

A4.7 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 0,008 ausgewiesen. Die mit dem diagnostischen Windfeldmodell berechneten Windfelder sind daher gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) für die Ausbreitungsrechnung geeignet.

A4.8 Quellen

Die Lage der Emissionsquellen ist in Abbildung A4-2 dargestellt. Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-4 angegeben.

Die diffusen Emissionsquellen werden als Volumenquellen mit einer vertikalen Ausdehnung von 0 bis 3 m bzw. bis zur Torhöhe angesetzt. Die Emissionsquellen werden dabei durch Rechtecke angenähert.

Die Zuordnung der einzelnen staubemittierenden Vorgänge zu den entsprechenden Quellflächen kann den Emissionstabellen in Anhang 3 entnommen werden.

Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-4 zusammengefasst.

Tabelle A4-4: Quelldimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei Ostwert 329250 und Nordwert 5540900 (UTM-32)

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unterkante [m]	Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
Umschlag, Staplerfahrten, Dieselemissionen:							
ANLIEF_ABL	-4,92	44,42	19,10	0,00	0,00	0	0
MASCHI_ABL	-6,30	46,32	19,10	0,00	0,00	0	0
ANLIEF_DIFF1	-5,94	35,53	0,00	4,64	0,10	6	126,27
ANLIEF_DIFF2	13,20	49,21	0,00	4,75	0,10	6	126,21
VERLAD_DIFF1	-8,87	39,90	0,00	5,02	0,10	6	125,22
VERLAD_DIFF2	10,18	53,35	0,00	5,36	0,10	6	125,39
BOXEN	-57,97	-0,43	0,00	25,48	6,82	3	35,28

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unterkante [m]	Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
TIERFUTTER	-26,17	-7,36	0,00	15,76	3,08	3	126,15
SAATGUT	-5,55	30,27	0,00	67,91	1,71	3	305,11
Windabwehung:							
WIND	-57,97	-0,43	0,00	25,48	6,82	3	35,28
Lkw-Fahrwege:							
Lkw-Teilstrecke 1	-60,76	-38,90	0,00	14,87	6,64	3	34,76
Lkw-Teilstrecke 2	-50,58	-31,45	0,00	56,00	2,76	3	310,43
Lkw-Teilstrecke 3	-10,64	-76,50	0,00	104,53	6,39	3	36,27
Lkw-Teilstrecke 4	74,45	-7,40	0,00	85,17	6,04	3	126,67
Lkw-Teilstrecke 5	-51,00	-28,84	0,00	68,10	5,14	3	66,25
Lkw-Teilstrecke 6	-20,73	26,67	0,00	17,00	7,22	3	37,69
Lkw-Teilstrecke 7	13,20	50,68	0,00	10,73	8,09	3	35,62
Lkw-Teilstrecke 8	-25,70	34,44	0,00	75,88	4,09	3	125,24
Lkw-Teilstrecke 9	-74,32	98,06	0,00	66,95	4,27	3	211,47

A4.9 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. Sie liegt an den Aufpunkten in folgendem Bereich:

- PM₁₀: 0,4 % bis 1,5 % (maximal 0,0031 µg/m³ bzw. 0,008 % des Immissionswerts)
- PM_{2,5}: 0,4 % bis 1,5 % (maximal 0,0009 µg/m³ bzw. 0,003 % des Immissionswerts)
- Staubdeposition: 0,7 % bis 2,2 % (maximal 0,0653 µg/m³ bzw. 0,019 % des Immissionswerts)

Die ausgewiesenen Immissionen wurden um den Beitrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

A4.10 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

Diese Kriterien sind für die Schornsteine nicht erfüllt, so dass keine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt werden kann.

Anhang 5: Übertragbarkeitsprüfung für die meteorologischen Daten

Bericht liegt noch nicht vor

Anhang 6: Protokolldateien

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

```

2024-09-10 12:09:53 -----
TwNServer:./.
TwNServer:-B~/lib
TwNServer:-w30000

2024-09-10 12:09:53 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 "badem" 'Projekt-Titel
> ux 32329250 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5540900 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 1 'Qualitätsstufe
> az "F:\24-08-29-FR-Raiffeisen_Badem\4-Meteorologie\766.akterm" 'AKT-Datei
> xa -2000.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 450.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 'Zellengröße (m)
> x0 -272.0 -352.0 -512.0 -2368.0 -2624.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 106 82 60 100 59 'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -168.0 -256.0 -448.0 -832.0 -1152.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 102 80 60 54 38 'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 19 32 32 32 32 '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 58.0
65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "badem.grid" 'Gelände-Datei
> xq -4.92 -6.30 -5.94 13.20 -8.87 10.18
-57.97 -26.17 -5.55 -60.76 -50.58 -10.64
74.45 -51.00 -20.73 13.20 -25.70 -74.32
-57.97
> yq 44.42 46.32 35.53 49.21 39.90 53.35
-0.43 -7.36 30.27 -38.90 -31.45 -76.50
-7.40 -28.84 26.67 50.68 34.44 98.06
-0.43
> hq 19.10 19.10 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 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 0.00 0.00 4.64 4.75 5.02 5.36
25.48 15.76 67.91 14.87 56.00 104.53
85.17 68.10 17.00 10.73 75.88 66.95
25.48
> bq 0.00 0.00 0.10 0.10 0.10 0.10
6.82 3.08 1.71 6.64 2.76 6.39
6.04 5.14 7.22 8.09 4.09 4.27
6.82
> cq 0.00 0.00 6.00 6.00 6.00 6.00
3.00 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 0.00	0.00	126.27	126.21	125.22	125.39
35.28	126.15	305.11	34.76	310.43	36.27
126.67	66.25	37.69	35.62	125.24	211.47
35.28					
> 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
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
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
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
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
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
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
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
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000					
> pm-1 ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?					
> pm-2 ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?					
> pm-u ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?					
> pm25-1 ?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?
?					
> xp 3.43	-201.41	-150.03			
> yp -82.14	68.22	60.63			
> hp 1.50	1.50	1.50			

> xb -32.54	-4.27	-23.49	-44.87	-26.17	6.36
-11.78	-17.42	-4.79	-26.31	-14.02	-35.11
-22.76	-25.62	-31.07	-36.47	-41.86	-47.31
-52.66	-65.12	-74.80	-93.91	-2.00	-0.10
-164.95	-222.45	-190.65	-202.11		
> yb -13.86	34.21	-8.70	-21.55	-20.61	57.75
44.47	54.89	63.79	67.12	76.28	79.76
88.70	45.21	52.87	60.42	67.93	75.54
83.14	15.42	38.17	62.72	-100.61	-111.02
52.89	73.25	45.94	60.94		
> ab 48.63	71.08	20.78	18.62	6.84	22.46
5.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	15.32	7.48
29.64	15.49	19.38	7.87		
> bb 31.06	21.02	19.32	10.13	3.69	11.08
3.17	-14.60	-14.66	-15.07	-14.70	-14.72
-14.50	-8.51	-8.52	-8.57	-8.87	-8.52
-8.63	-15.07	-27.75	-26.68	9.86	6.20
26.30	10.19	5.83	5.72		
> cb 12.10	8.60	10.60	4.40	3.30	19.00
10.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
27.00	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20
27.20	5.00	5.00	5.00	10.90	4.00
8.10	7.60	6.50	4.80		
> wb 305.81	305.10	35.48	305.58	214.46	215.81
34.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	39.43	38.40
126.81	307.78	126.33	127.09		

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

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

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 Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 19 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 27.2 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.05 (0.05).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.05 (0.05).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.06 (0.06).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.28 (0.28).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.28 (0.21).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.211 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.20 m gerundet.
 Die Zeitreihen-Datei "../zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=13.0 m verwendet.
 Die Angabe "az F:\24-08-29-FR-Raiffeisen_Badem\4-Meteorologie\766.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
 Prüfsumme TALDIA adcc659c
 Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
 Prüfsumme SERIES cd78f2f2

Eine Windfelddatenbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.
 Der maximale Divergenzfehler ist 0.008 (2015).
 2024-09-10 15:47:37 TALdia ohne Fehler beendet.

Ausbreitungsrechnung (Datei 'AUSTAL.log'):

2024-09-11 10:52:57 AUSTAL gestartet

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

=====
 Modified by Petersen+Kade Software , 2024-03-28
 =====

Arbeitsverzeichnis: F:/24-08-29-FR-Raiffeisen_Badem/5-Simulation/Ausbreitung/Fall01/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-28 12:47:12
 Das Programm läuft auf dem Rechner "SOUTHAMPTON".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "badem" 'Projekt-Titel
> ux 32329250 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5540900 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 1 'Qualitätsstufe
> az "F:\24-08-29-FR-Raiffeisen_Badem\4-Meteorologie\766.akterm" 'AKT-Datei
> xa -2000.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 450.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 'Zellengröße (m)
> x0 -272.0 -352.0 -512.0 -2368.0 -2624.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 106 82 60 100 59 'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -168.0 -256.0 -448.0 -832.0 -1152.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 102 80 60 54 38 'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 19 32 32 32 32 '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 58.0
65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "badem.grid" 'Gelände-Datei
> xq -4.92 -6.30 -5.94 13.20 -8.87 10.18
-57.97 -26.17 -5.55 -60.76 -50.58 -10.64
74.45 -51.00 -20.73 13.20 -25.70 -74.32
-57.97
> yq 44.42 46.32 35.53 49.21 39.90 53.35
-0.43 -7.36 30.27 -38.90 -31.45 -76.50
-7.40 -28.84 26.67 50.68 34.44 98.06
-0.43
> hq 19.10 19.10 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 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 0.00 0.00 4.64 4.75 5.02 5.36
25.48 15.76 67.91 14.87 56.00 104.53
85.17 68.10 17.00 10.73 75.88 66.95
25.48
> bq 0.00 0.00 0.10 0.10 0.10 0.10
6.82 3.08 1.71 6.64 2.76 6.39
6.04 5.14 7.22 8.09 4.09 4.27
6.82
> cq 0.00 0.00 6.00 6.00 6.00 6.00
3.00 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 0.00 0.00 126.27 126.21 125.22 125.39
35.28 126.15 305.11 34.76 310.43 36.27
126.67 66.25 37.69 35.62 125.24 211.47
35.28
> 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
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
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
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
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
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
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

```

```

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
1.0000          1.0000          1.0000          1.0000          1.0000          1.0000
1.0000
> pm-1 ?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?
> pm-2 ?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?
> pm-u ?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?
> pm25-1 ?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?          ?          ?          ?          ?          ?
?
> xp 3.43          -201.41          -150.03
> yp -82.14          68.22          60.63
> hp 1.50          1.50          1.50
> xb -32.54          -4.27          -23.49          -44.87          -26.17          6.36
-11.78          -17.42          -4.79          -26.31          -14.02          -35.11
-22.76          -25.62          -31.07          -36.47          -41.86          -47.31
-52.66          -65.12          -74.80          -93.91          -2.00          -0.10
-164.95          -222.45          -190.65          -202.11
> yb -13.86          34.21          -8.70          -21.55          -20.61          57.75
44.47          54.89          63.79          67.12          76.28          79.76
88.70          45.21          52.87          60.42          67.93          75.54
83.14          15.42          38.17          62.72          -100.61          -111.02
52.89          73.25          45.94          60.94
> ab 48.63          71.08          20.78          18.62          6.84          22.46
5.96          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
29.64          15.49          19.38          7.87
> bb 31.06          21.02          19.32          10.13          3.69          11.08
3.17          -14.60          -14.66          -15.07          -14.70          -14.72
-14.50          -8.51          -8.52          -8.57          -8.87          -8.52
-8.63          -15.07          -27.75          -26.68          9.86          6.20
26.30          10.19          5.83          5.72
> cb 12.10          8.60          10.60          4.40          3.30          19.00
10.00          27.00          27.00          27.00          27.00          27.00
27.00          27.20          27.20          27.20          27.20          27.20
27.20          5.00          5.00          5.00          10.90          4.00
8.10          7.60          6.50          4.80
> wb 305.81          305.10          35.48          305.58          214.46          215.81
34.82          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00          0.00          0.00          0.00          0.00          0.00
0.00          0.00          0.00          0.00          39.43          38.40
126.81          307.78          126.33          127.09
> LIBPATH "F:/24-08-29-FR-Raiffeisen_Badem/5-Simulation/Ausbreitung/Fall01/lib"
===== Ende der Eingabe =====

```

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

Anzahl CPUs: 8

Die Höhe h_q der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe h_q der Quelle 19 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 27.2 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.05 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.05 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.06 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.28 (0.28).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.28 (0.21).

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

Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.211 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.20 m gerundet.

Die Zeitreihen-Datei "F:/24-08-29-FR-Raiffeisen_Badem/5-Simulation/Ausbreitung/Fall01/erg0008/zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=13.0 m verwendet.

Die Angabe "az F:\24-08-29-FR-Raiffeisen_Badem\4-Meteorologie\766.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663

Prüfsumme TALDIA adcc659c

Prüfsumme SETTINGS b853d6c4

Prüfsumme SERIES 491afede

Gesamtniederschlag 771 mm in 1165 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 : 4.232e-001 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= -42 m, y= 14 m (1: 58, 46)
PM      DRY : 4.224e-001 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= -42 m, y= 14 m (1: 58, 46)
PM      WET : 1.155e-003 g/(m²*d) (+/- 0.3%) bei x= -10 m, y= 42 m (1: 66, 53)
=====
```

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

```
=====
PM      J00 : 3.599e+001 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -42 m, y= 14 m (1: 58, 46)
PM      T35 : 6.594e+001 µg/m³ (+/- 0.7%) bei x= -46 m, y= 14 m (1: 57, 46)
PM      T00 : 1.341e+002 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= -46 m, y= 14 m (1: 57, 46)
PM25    J00 : 9.730e+000 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -42 m, y= 14 m (1: 58, 46)
=====
```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```
=====
PUNKT          01              02              03
xp              3              -201             -150
yp             -82              68              61
hp              1.5             1.5             1.5
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
PM      DEP  9.328e-003  0.7%  8.940e-004  2.2%  2.293e-003  1.4%  g/(m²*d)
PM      DRY  9.278e-003  0.7%  8.868e-004  2.2%  2.280e-003  1.4%  g/(m²*d)
PM      WET  4.985e-005  0.8%  7.197e-006  1.4%  1.312e-005  1.1%  g/(m²*d)
PM      J00  7.743e-001  0.4%  9.306e-002  1.5%  2.081e-001  0.8%  µg/m³
PM      T35  2.198e+000  4.2%  3.910e-001  13.9%  7.851e-001  7.6%  µg/m³
PM      T00  4.112e+000  4.4%  1.604e+000  12.1%  2.720e+000  5.3%  µg/m³
PM25    J00  2.153e-001  0.4%  2.753e-002  1.5%  5.774e-002  0.8%  µg/m³
=====
```

2024-09-11 14:54:18 AUSTAL beendet.