

METCON

Umweltmeteorologische Beratung Dr. Klaus Bigalke

Jappopweg 9h • 25421 Pinneberg • Tel. 04101 / 857092-0 • Fax 04101 / 857092-3
info@metcon-umb.de • www.metcon-umb.de

Gutachten

Staubimmissionsprognose für das Bebauungsplangebiet „Trittau Nr. 51“ in Trittau

Auftraggeber:

M+O Immissionsschutz Ingenieurgesellschaft mbH

Gewerbering 2

22113 Oststeinbek

Pinneberg, den 9. Juli 2020

Version 1.0

Projekt-Nr.: 19M654

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	3
2. Beurteilungsgrundlagen	4
3. Planunterlagen	5
4. Kurzbeschreibung umliegender Anlagen	6
4.1. Lage der Anlagen	6
4.2. Beschreibung des Betriebsgeländes und der Betriebsabläufe	7
5. Emissionen	10
5.1. Emissionsverursachende Betriebsvorgänge	10
5.1.1. Emissionen beim Umschlag	11
5.1.2. Emissionen beim Transport	15
5.1.3. Emissionen durch Winderosion	16
5.2. Ergebnisse der Emissionsprognose	16
6. Strömungs- und Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Immissionskenngrößen	18
6.1. Rechengebiet und räumliche Auflösung	18
6.2. Strömungssimulation	20
6.2.1. Geländeeinfluss	20
6.2.2. Gebäudeeinflüsse	21
6.3. Ausbreitungssimulation	22
6.3.1. Emissionsseitige Festlegungen	22
6.3.2. Rauigkeitslänge	23
6.3.1. Anemometerstandort	23
6.3.2. Meteorologische Daten	24
6.3.2.1. Erwartungswerte im Rechengebiet	24
6.3.2.2. Prüfung der Stationen	26
6.3.2.1. Ergebnis der Prüfung	27
6.3.3. Rechenparameter LASAT	28
7. Immissionsseitige Einwirkungen in das Plangebiet	30
7.1. Bestimmung der Hintergrundbelastung	30
7.2. Beurteilung der jahresgemittelten Gesamtbelastung	31
7.3. Beurteilung des Kurzzeitwerts PM10	35
8. Zusammenfassung	36
Literatur	37

Anhang A: LASAT - Definitionsdateien 39
Anhang B: LASAT-Protokoll-Dateien 42

1. Aufgabenstellung

Die Gemeinde Trittau liegt im Kreis Stormarn in Schleswig-Holstein, etwa 30 km nordöstlich der von Hamburg. Östlich des Ortszentrums Trittau schließt sich ein großflächiges Waldgebiet, die Hahnheide an. Auch nordwestlich des Zentrums prägen Waldflächen und Seenlandschaften wie der Lütjensee und der Großensee das Gemeindegebiet. Trittau liegt im Stormarner Endmoränengebiet und ist orographisch leicht gegliedert. Die Abbildung 1 stellt einen Ausschnitt des Gemeindegebiets mit überlagerten Höhenlinien (NHN) dar und zeigt den Anstieg des Geländes von dem Ortszentrum Trittau aus sowohl nach Osten in Richtung Hahnheide als auch in nordwestliche und südwestliche Richtung.

Die Gemeinde bereitet die Aufstellung des Bebauungsplans „Nr. 51“ vor. Mit dem Bebauungsplan sollen die planrechtlichen Voraussetzungen für ein neues Industrie- und Gewerbegebiet westlich des Ortszentrums geschaffen werden. Das Plangebiet umfasst eine Fläche von rund 14 ha südöstlich der Kreuzung von B 404 und Großenseer Straße und ist in Abbildung 1 rot markiert.

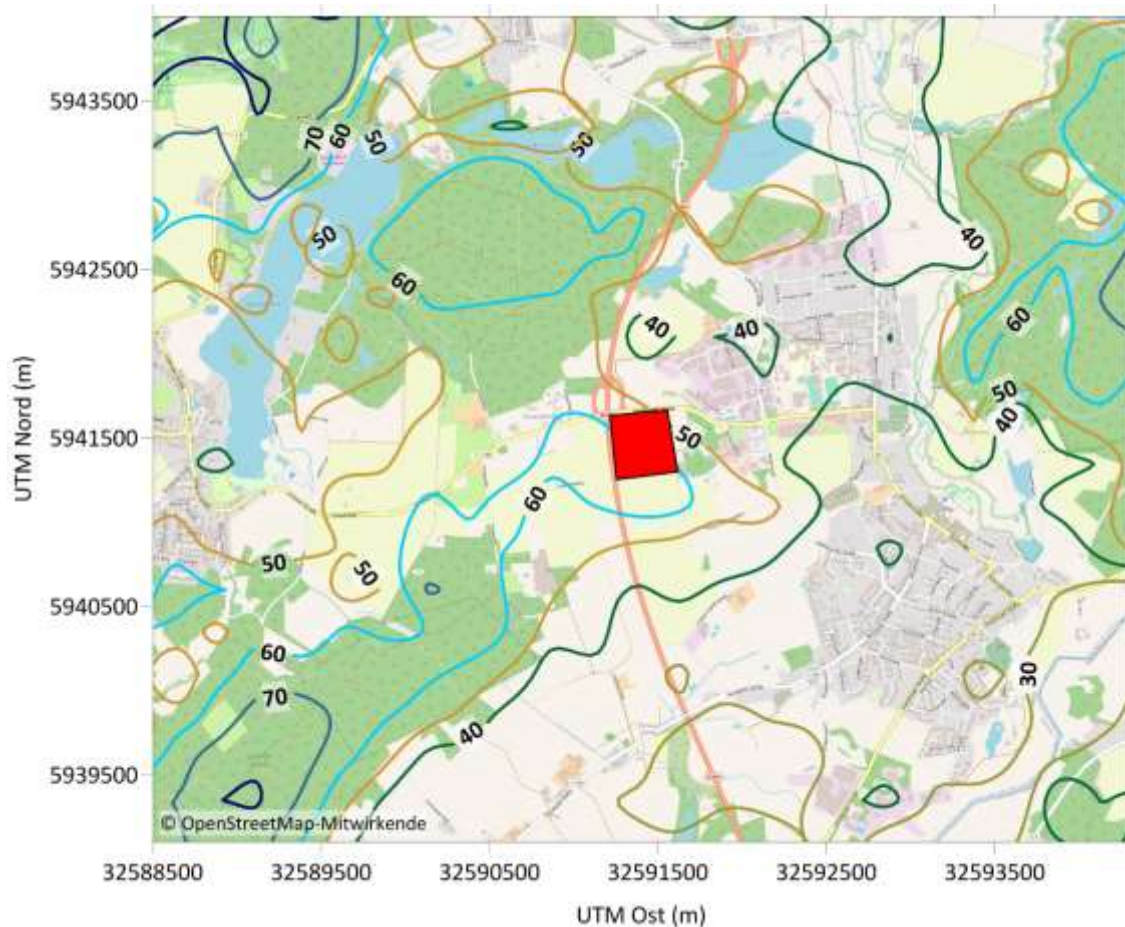


Abbildung 1: Lageplan mit überlagerten Höhenlinien (Höhe NHN in m) und der Lage des Plangebiets (rot).

Die Planfläche sowie die umgebenden Flächen werden bisher hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt. Rund 250 m nordwestlich befinden sich vereinzelt gelegene Wohngebäude. Nach Nordosten beginnt in ähnlicher Entfernung ein Gewerbegebiet. Direkt östlich des Plangebiets befinden sich ein Recyclinghof und eine Biogasanlage.

Konkrete Planunterlagen bezüglich der Bebauung im Plangebiet liegen noch nicht vor. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist der Schutz der geplanten Bebauung vor Staubimmissionen sicherzustellen. Dafür soll die durch umliegende Betriebe entstehende Staubbelastung auf der Planfläche ermittelt und bewertet werden. Im vorliegenden Gutachten werden die dafür nötigen Eingangsdaten beschrieben, die Vorgehensweise erläutert und die Ergebnisse der Emissionsberechnung und Staubimmissionsprognose dargestellt und bewertet.

2. Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Immissionsbelastung im Bebauungsplangebiet infolge der Staubimmissionen der Bauabfallaufbereitungsanlage der Firma Buhck GmbH & Co. KG werden die Immissionswerte der TA Luft 2002 [1] herangezogen.

Zum *Schutz der menschlichen Gesundheit* sind in der TA Luft [1] und der 39. BImSchV [2] **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** für Schwebstäube (PM10, PM2.5) Immissions-Jahreswerte und Immissions-Tageswerte festgelegt.

Zum *Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen* gilt ein Immissionswert für die Gesamtstaubdeposition im Jahresmittel. Die Immissionswerte der TA Luft sind in Tabelle 1 zusammengestellt:

<i>Luftschadstoff</i>	<i>Immissionswert</i>	<i>Mittelungszeitraum</i>	<i>zulässige Überschreitungen</i>
Schwebstaub PM10 ($d_a < 10 \mu\text{m}$)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kalenderjahr	-
	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24-h-Wert	35
Schwebstaub PM2.5 ($d_a < 2.5 \mu\text{m}$)	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kalenderjahr	-
Gesamtstaubdeposition	0,35 $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Kalenderjahr	-

Tabelle 1: Immissionswerte nach TA Luft und 39. BImSchV.

3. Planunterlagen

Die Staubimmissionsprognose basiert auf folgenden Unterlagen:

- Begründung zum Bebauungsplan Nr. 51 Vorentwurf vom Oktober 2019:
191010 Trittau_BPL 51_BEGR_Frühz_4_1.pdf
- Angaben zu Betriebsabläufen und Verarbeitungsprozessen (Buhck GmbH & Co. KG):
AW Gutachten Staub.msg
- Diverse Pläne zu den Anlagengebäuden von AWT:
2011-12-07 Lageplan - Neuplanung AWT.pdf,
Ansicht.pdf,
Schnitt_C.pdf
- Lageplan des Anlagengeländes der Firma Buhck GmbH & Co. KG:
2013_12_02 AWZ Trittau - Lageplan.pdf
- Jahresberichte zur Luftqualität in Schleswig-Holstein:
Luftqualitaet_in_SH_2016.pdf,
Luftqualitaet_in_SH_2017.pdf,
Luftqualitaet_in_SH_2018_korrigiert.pdf
- Entwurf Geruchsgutachten B-Plan Nr. 51 (olfasense) vom 30.06.2020:
P20-051-IP_Entwurf.pdf
- Bestimmung eines repräsentativen Jahres nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft für die DWD-Station Lübeck-Blankensee (ifU GmbH):
AKJ.20200319.pdf
- Orographiedaten auf 50 m Raster (GlobDEM50, metSoft GbR, Heilbronn)

4. Kurzbeschreibung umliegender Anlagen

4.1. Lage der Anlagen

Östlich des Bebauungsplangebiets befinden sich einzelne Gewerbebetriebe, deren Relevanz für Staubimmissionen im Plangebiet bewertet werden muss. Die Abbildung 2 zeigt die Lage der drei möglichen staubemittierenden Betriebe vor dem Hintergrund eines OpenStreetMap-Lageplans.

Das Abfallwirtschaftszentrum Trittau (AWT, in Abb. 2 dunkelrot markiert) grenzt direkt an den südöstlichen Rand des Plangebiets an. Auf dem Gelände der Kompostierungsanlage befinden sich eine Nachrotte- und Lagerhalle, eine Kompostierungshalle, ein Blockheizkraftwerk sowie ein Fermenter und ein Flüssiggärrestlager. Dort werden angelieferte biologische Abfälle sowie nachgerotteter Gärrest aufbereitet und zwischengelagert. Alle Verarbeitungsschritte finden innerhalb der Hallen statt. Darüber hinaus handelt es sich ausschließlich um biologische Abfälle, die zum einen grobe Korngrößen aufweisen und zum anderen feucht sind. Da die Halle mit Ausnahme der Nordseite geschlossen ist und die Seitenwände nur mit schmalen Lichtbändern versehen sind, ist es auch im Inneren der Halle dauerhaft feucht. Aus den genannten Gründen ist davon auszugehen, dass die Staubemissionen aus den Hallen des Abfallwirtschaftszentrums vernachlässigbar gering und für die Immissionsbelastung im Plangebiet nicht relevant sind.

In einer Entfernung von ca. 350 m südöstlich des Bebauungsplangebiets an der Straße Technologiepark liegt der Recyclinghof Trittau (in Abb. 2 blau markiert). Dort werden verschiedene Abfälle angenommen und zwischengelagert. Der Umschlag staubemittierender Abfälle erfolgt jedoch nicht, sodass dieser Betrieb für die Staubimmissionen im Plangebiet nicht relevant ist.

Südlich des Betriebsgeländes AWT befindet sich eine Bauabfallaufbereitungsanlage der Firma Buhck GmbH & Co. KG (in Abb. 2 orange markiert). Dort werden verschiedene Bau- und Abbruchabfälle zeitweise gelagert, vorsortiert und mineralische Abfälle aufbereitet. Mit Ausnahme der Vorsortierung in einer offenen Halle auf dem Anlagengelände finden alle Prozesse auf der Freifläche statt. Die genehmigte Jahresdurchsatzmenge beträgt 43.700 t. Die diffusen Staubemissionen der Bauabfallaufbereitungsanlage der Firma Buhck GmbH & Co. KG sind somit relevant für die Staubbelastung im Bebauungsplangebiet.

Im folgenden Abschnitt 4.2 werden die Betriebsabläufe der Bauabfallaufbereitungsanlage näher erläutert.

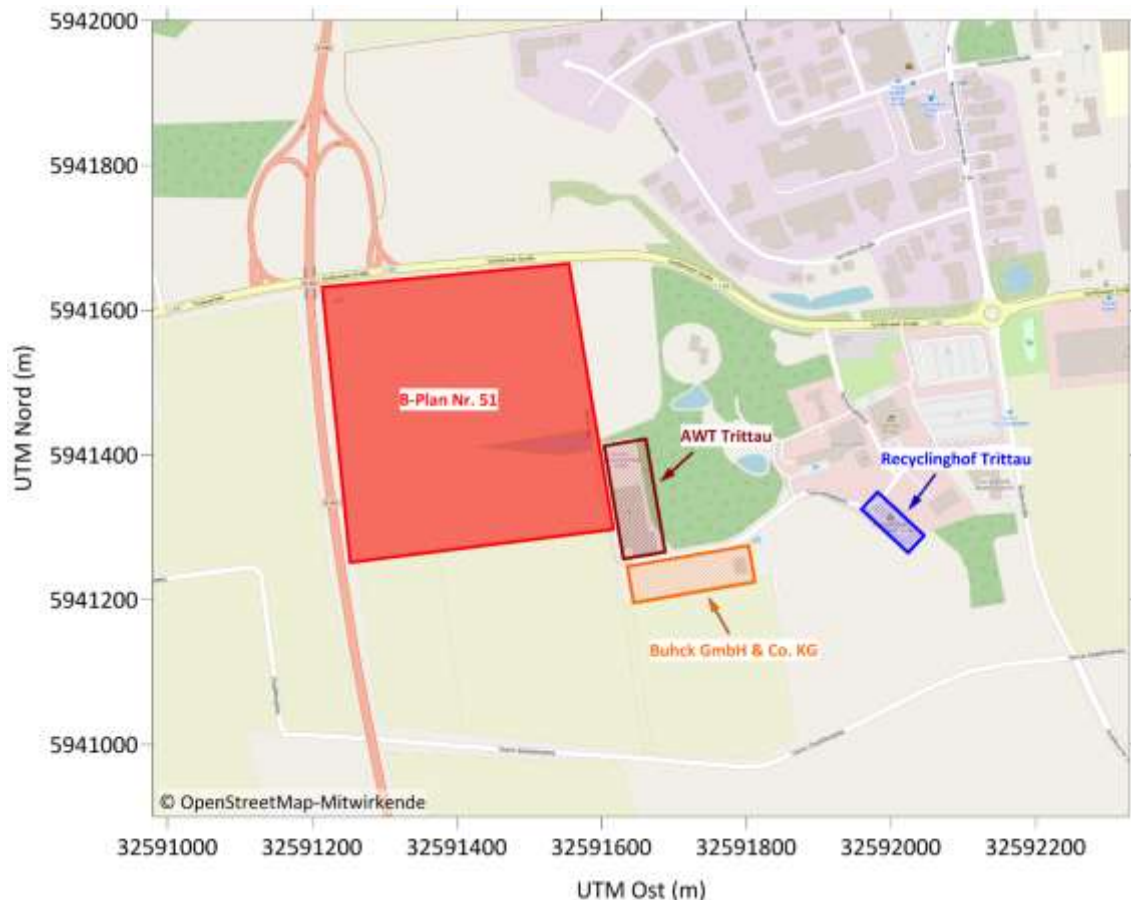


Abbildung 2: Lageplan und mögliche staubemittierende Betriebe in Umgebung des Bebauungsplangebiets.

4.2. Beschreibung des Betriebsgeländes und der Betriebsabläufe

Die Abbildung 3 zeigt das Anlagengelände mit der vorhandenen Bebauung und den notwendigen Betriebseinrichtungen der Bauabfallaufbereitungsanlage der Firma Buhck GmbH & Co. KG.

Die immissionsschutzrechtlich genehmigte Anlage dient der zeitweiligen Lagerung und Behandlung (Vorsortier- und mobile Brecheranlage) von Abfällen (kurz Bauabfallaufbereitung) und ist durch das LANU immissionsschutzrechtlich mit einer Jahresdurchsatzmenge von 43700 t und einer Lagermenge von 4.952 cbm genehmigt worden.

Da keine konkreten Informationen zum Betriebsablauf zur Verfügung standen, werden die Emissionen auf Basis der folgenden Annahmen bestimmt:

Die einzelnen Materialien werden per LKW über die Wäge im Osten des Geländes angeliefert und in den unterschiedlichen Bereichen abgekippt (Tab. 2 / Abb. 3: V1 bis V11). Nach dem Abkippen der Materialien werden diese mit Hilfe von Radladern auf die Halden verbracht. Die

LKW werden dann wieder mit Materialien, die für den Abtransport bestimmt sind, durch die Radlader beladen.

Die Quellen V1 und V2 beinhaltet die Emissionen, die beim An- und Abtransport und dem Umschlag von Holz und biologisch abbaubaren Abfällen entstehen.

Im Bereich V3 erfolgen die Anlieferung und der Umschlag von Bau- und Abbruchabfällen, die dann in der auf dem Betriebsgelände befindlichen Halle sortiert werden. Von dort erfolgt dann die Verteilung des Sortiergutes in die Lagerbuchten der Bereiche V4 und V5.

Emissionen bei An- und Abtransport von Materialien entstehen in V7 durch den Umschlag von Beton und in V8 bis V10 durch Bauschutt, Bitumengemische und aller weiteren Materialien (Unbekannt: unbekannter Rest als Bauschutt). Zweimal im Jahr wird mit einem mobilen Brecher der Bauschutt (V11) gebrochen. Dazu wird der Brecher mit dem Radlader beladen. Das gebrochene Material wird dann automatisch per Band aus dem Brecher ausgetragen.

In Tabelle 2 sind die Bereiche, die dazugehörigen emissionsverursachenden Vorgänge und die dort behandelten Materialien zusammengestellt. Die Verortung erfolgt über die ID's und die Abbildung 3. Die rote (L1), blaue (L2), orange (L3) und grüne (L4) Linie kennzeichnet die Transportwege auf dem Betriebsgelände.

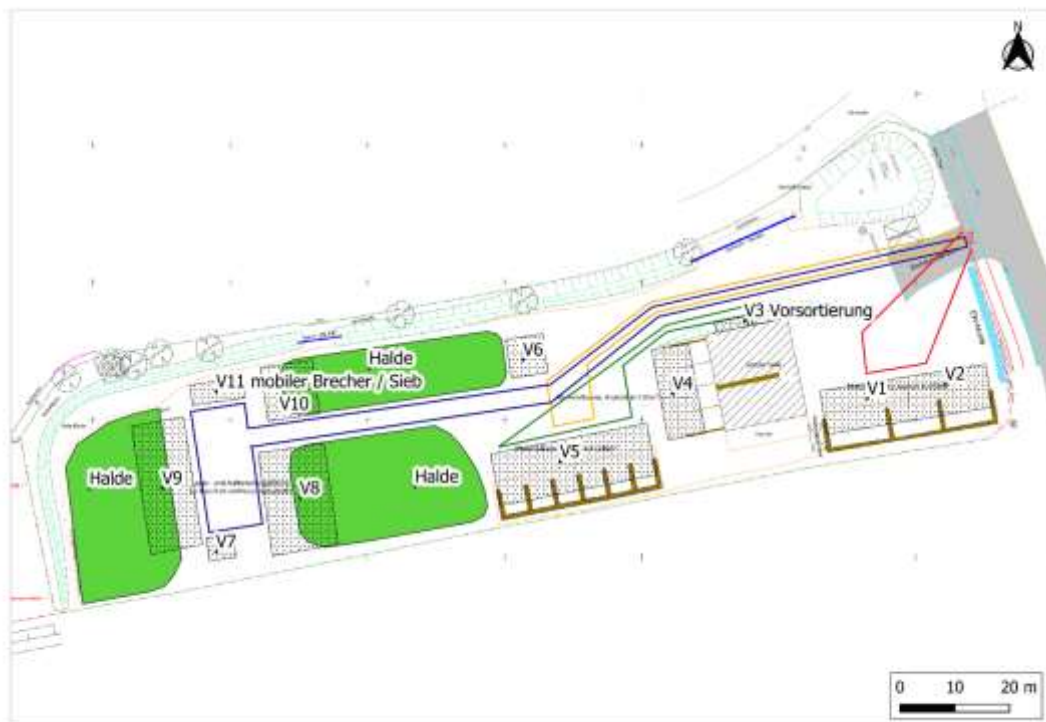


Abbildung 3: Betriebsgelände der Firma Buhck mit Lage und Bezeichnung der Quellen.

Die bei dieser Emissions- und Immissionsprognose berücksichtigten Umschlagsmengen sind in Tabelle 3 dargestellt. Angaben zur Fraktionierung wurden nur für einen Teil der genehmigten Umschlagsmengen gemacht. Die verbleibenden Umschlagsmengen wurden der Fraktion Bauschutt zugeordnet. Da keine Informationen zu den eingesetzten Fahrzeugen vorhanden waren, wurde von durchschnittlichen dreiachsigen Lkw mit einer Nutzlast von 15 t und Radladern mit 4 m³ Schaufelvolumen ausgegangen. Der mobile Brecher wird von einer Fremdfirma zur Verfügung gestellt und nur zeitweise eingesetzt.

Bereich / ID	Material	Vorgang	
V1, V2	Holz, biologisch abbaubaren Abfälle	Lagern	An- und Abtransport, Umschlag
V3	Bau- und Abbruchabfälle	Sortieren	An- und Abtransport, Umschlag und Sortieren in der Halle
V4, V5	Bau- und Abbruchabfälle	Lagern	An- und Abtransport, sortiertes Gut zur Lagerung
V6	Beton	Lagern	An- und Abtransport, Umschlag
V7	Boden	Lagern	An- und Abtransport, Umschlag
V8 bis V10	Bauschutt, Bitumengemische und alle weiteren Materialien (Unbekannt: unbekannter Rest als Bauschutt)	Lagern	An- und Abtransport, Umschlag
V11	Bauschutt	Brechen	Umschlag und Brechen durch den mobilen Brecher

Tabelle 2: Zusammenstellung der Umschlagsorte

Material	Menge [t/a]
Beton	1.500
Bauschutt	5.000
Bitumengemische	200
Boden	3.000
Holz	400
Biolog. abbaubare Abfälle	3.000
Bau- und Abbruchabfälle	3.700
Unbekannt als Bauschutt	26.900

Tabelle 3: Eingangsdaten für die Emissionsprognose.

5. Emissionen

5.1. Emissionsverursachende Betriebsvorgänge

Aufbauend auf dem in Abschnitt 4.2 beschriebenen Betriebsablauf werden die emissionsrelevanten Vorgänge identifiziert und zusammengestellt. Sie stellen die Grundlage zur Ermittlung der Staubemissionen aus dem Betrieb der Anlage dar.

Die Bestimmung der Emissionen basiert auf der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 [3]. Sie stellt den derzeitigen Stand der Technik dar.

Die folgenden Betriebsvorgänge für die Verarbeitung der einzelnen Materialien werden als emissionsrelevant eingestuft.

Baustoffe zur Lagerung und Aufbereitung (Bauschutt):

- Anlieferung durch Lkw und Abkippen von den Lkw (Abwurf)
- Umschlag zur Lagerung durch Radlader (Aufnahme und Abwurf)
- Aufnahme zur Bestückung des Brechers durch Radlader (Aufnahme)
- Emissionen des Brechers im Betrieb
- Materialaustrag aus dem Brecher per Band (Abwurf)
- Beladen der Lkw zum Abtransport durch Radlader (Aufnahme und Abwurf)

Baustoffe zur Sortierung (Bau- und Abbruchabfälle):

- Anlieferung durch Lkw und Abkippen von den Lkw (Abwurf)
- Umschlag zur Lagerung durch Radlader (Aufnahme und Abwurf zum Sortieren)
- Umschlag zur Lagerung durch Radlader (Aufnahme und Abwurf)
- Beladen der Lkw zum Abtransport durch Radlader (Aufnahme und Abwurf)

Baustoffe zur Lagerung:

- Anlieferung durch Lkw und Abkippen von den Lkw (Abwurf)
- Umschlag zur Lagerung durch Radlader (Aufnahme und Abwurf)
- Beladen der Lkw zum Abtransport durch Radlader (Aufnahme und Abwurf)

Zusätzlich entstehen Emissionen durch den Fahrbetrieb der Lkw und der Radlader auf dem Betriebsgelände.

5.1.1. Emissionen beim Umschlag

Der Umschlag der Güter erfolgt in der Regel durch die Aufnahme und den darauffolgenden Abwurf des Gutes am Bestimmungsort. Die sich daraus ergebenden Emissionen werden auf Basis der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 ermittelt.

Im Folgenden werden die zur Berechnung notwendigen Kenngrößen und die emissionsverursachenden Vorgänge für die Aufnahme und den Abwurf zusammengestellt.

Emissionen bei der Aufnahme

Die Berechnung der Emissionen bei der Aufnahme des Gutes nach VDI 3790 Blatt 3 erfolgt für die folgenden emissionsverursachenden Prozesse:

- Aufnahme des Gutes zum Verbringen auf die Halden durch Radlader
- Aufnahme des Gutes zur Bestückung des Brechers durch Radlader
- Aufnahme des Gutes zum Beladen der Lkw durch Radlader

Folgende Kenngrößen gehen in die Berechnung ein:

a [-]:	Staubungsneigung
k [-]:	kontinuierliches / diskontinuierliches Verfahren
M [t/Hub bzw. t/h]:	Abwurfmasse bzw. Massenstrom
ρ_s [t/m ³]:	Schüttdichte des jeweiligen Stoffes
k_U [-]:	Umfeldfaktor; VDI 3790, Blatt 3, Tab. 8

Emissionen beim Abwurf

Die Berechnung der Emissionen beim Abwurf des Gutes nach VDI 3790 Blatt 3 erfolgt für die folgenden emissionsverursachenden Prozesse:

- Abkippen des Gutes vom Lkw
- Abwurf des Gutes in den Brecher
- kontinuierlicher Austrag aus dem Brecher
- Abwurf des Gutes zum Verbringen auf die Halden durch Radlader
- Abwurf auf den Lkw zum Beladen durch Radlader

Folgende Kenngrößen gehen in die Berechnung ein:

a [-]:	Staubungsneigung
k [-]:	kontinuierliches / diskontinuierliches Verfahren
M [t/Hub bzw. t/h]:	Abwurfmasse bzw. Massestrom
ρ_s [t/m ³]:	Schüttdichte des jeweiligen Stoffes
k_U [-]:	Umfeldfaktor; VDI 3790, Blatt 3, Tab. 6
$k_{\text{Gerät}}$ [-]:	Gerädefaktor; VDI 3790, Blatt 3, Tab. 4
H_{frei} [m]:	Abwurfhöhe

In Tabelle 4 sind die verwendeten Kenngrößen zur Berechnung der Emissionen aus den Umschlagsvorgängen (Aufnahme und Abwurf) der unterschiedlichen Güter zusammengefasst. In Abbildung 3 sind die Vorgänge verortet.

Die Staubungsneigung a für Bauschutt, Bau- und Abbruchabfälle und Beton wird nach VDI3790 Blatt 3 als „schwach staubend“ eingeordnet. Der Boden und das Holz als zwischen „nicht wahrnehmbar und schwach staubend“ und die biologischen Abfälle als „nicht wahrnehmbar staubend“ eingestuft [3].

Der Faktor k für das Abwurfverfahren wird bei diskontinuierlichen Verfahren mit 2,7 und bei kontinuierlichen Verfahren mit 83,3 festgelegt.

Der mobile Brecher wird mit einem Durchsatz von 25 t/h betrieben. Das entstehende Material wird kontinuierlich in 1 m Höhe ausgetragen. Die Radlader können ca. 4 m³/Hub aufnehmen und die LKW im Mittel 10 m³/Ladung. Die Menge pro Aufnahme (M) wird aus VDI3790 Blatt 3 (Bild 7) abgeleitet.

Der Umfeldfaktor k_U beschreibt den Ort der Emissionen. Ein Wert von 0,9 steht für die Halde, ein Wert von 0,5 für Abwurf in der Halle [4] ein Wert von 0,8 für Abwurf in Trichter ohne Absaugung (Bestückung des Brechers). Bei allen Abwurfvorgängen wurde 1 m Fallhöhe angesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass die Abwurfhöhen im Sinne der Minimierung von Staubemissionen so gering wie möglich gehalten werden.

Der Faktor $k_{\text{Gerät}}$ wird mit dem Wert 1,5 für diskontinuierliche Abwurfverfahren festgelegt. Bei dem kontinuierlichen Austrag des Recyclinggutes aus dem Brecher ergibt sich der Faktor $k_{\text{Gerät}} = 1$.

Für den Betrieb der mobilen Aufbereitungsanlage (Brecher) lassen sich aus der VDI 3790 Blatt 3 keine Emissionen bestimmen. Aus diesem Grund wurde auf einen pauschalen Emissionsfaktor für den Brecher von 10 g/t Gut aus [6] zurückgegriffen.

**Bebauungsplan „Nr. 51“ in Trittau:
Staubimmissionsprognose**

ID	Material	Vorgang	a	k	p _s	k _u	H _{frei}
			-	-	t/m ³	-	m
V1	Holz	LKW: Anlieferung (Abkippen)	18	2,7	0,4	0,9	1,0
V1	Holz	Radlader: Umschlag zur Lagerung (Aufnahme / Abgabe)	18	2,7	0,4	0,9	1,0
V1	Holz	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	18	2,7	0,4	0,9	1,0
V2	biolog. abb. Abfälle	LKW: Anlieferung (Abkippen)	10	2,7	0,4	0,9	1,0
V2	biolog. abb. Abfälle	Radlader: Umschlag zur Lagerung (Aufnahme / Abgabe)	10	2,7	0,4	0,9	1,0
V2	biolog. abb. Abfälle	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	10	2,7	0,4	0,9	1,0
V3	Bau- und Abbruchabfälle	LKW: Anlieferung (Abkippen)	32	2,7	1,5	0,5	1,0
V3	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Umschlag zur Sortierung (Aufnahme / Abgabe)	32	2,7	1,5	0,5	1,0
V3	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Aufnahme zum Abtransport (Aufnahme)	32	2,7	1,5	0,5	1,0
V4	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Sortiertes Gut (Abgabe)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V4	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V5	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Sortiertes Gut (Abgabe)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V5	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V6	Beton	LKW: Anlieferung (Abkippen)	32	2,7	1,7	0,9	1,0
V6	Beton	Radlader: Umschlag zur Lagerung (Aufnahme / Abgabe)	32	2,7	1,7	0,9	1,0
V6	Beton	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	32	2,7	1,7	0,9	1,0
V7	Boden	LKW: Anlieferung (Abkippen)	18	2,7	1,6	0,9	1,0
V7	Boden	Radlader: Umschlag zur Lagerung (Aufnahme / Abgabe)	18	2,7	1,6	0,9	1,0

V7	Boden	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	18	2,7	1,6	0,9	1,0
V8	Bau- und Abbruchabfälle	LKW: Anlieferung (Abkippen)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V8	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Umschlag zur Lagerung (Aufnahme / Abgabe)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V8	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V9	Bau- und Abbruchabfälle	LKW: Anlieferung (Abkippen)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V9	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Umschlag zur Lagerung (Aufnahme / Abgabe)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V9	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V10	Bau- und Abbruchabfälle	LKW: Anlieferung (Abkippen)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V10	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Umschlag zur Lagerung (Aufnahme / Abgabe)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V10	Bau- und Abbruchabfälle	Radlader: Beladung LKW zum Abtransport (Aufnahme + Abwurf)	32	2,7	1,5	0,9	1,0
V11	Bauschutt	Radlader: Bestickung Anlage (Aufnahme / Abgabe)	32	2,7	1,5	0,8	1,0
V11	Bauschutt	Emissionen Anlage	32				1,0
V11	Bauschutt	Auswurf Anlage (Abgabe)	32	83,3	1,5	0,9	1,0

Tabelle 4: Kenngrößen für die Emissionen beim Umschlag (Aufnahme und Abwurf der unterschiedlichen Güter).

5.1.2. Emissionen beim Transport

Der überwiegende Teil der Fläche, auf denen die Fahrbewegungen stattfinden, ist unversiegelt.

Die Quantifizierung der Partikelemissionen durch die Fahrt der Lkw und Radlader wird nach VDI3790 Blatt 3 [3] berechnet.

Folgende Kenngrößen gehen in die Berechnung ein:

k_{kgv} :	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung
a:	Korngrößenabhängiger Exponent
b:	Exponent
S [%]:	Feinkornanteil des Straßenmaterials
W [t]:	mittlere Masse der Fahrzeugflotte
p [Anzahl]:	Anzahl von nassen Tagen mit >0,3 mm NS im Ermittlungszeitraum
N [Anzahl]:	Anzahl von Tagen im Ermittlungszeitraum

Die Faktoren k_{kgv} , a und b sind dimensionslos und müssen je nach Partikelgröße festgelegt werden (VDI 3790, Blatt 3, Tab. 7).

Da der Feinkornanteil des Straßenmaterials nicht bekannt ist, wurde ein Wert aus der Literatur abgeleitet. Es wurde ein mittlerer Feinkornanteil von 8,5 % gewählt (für Baustellenbereiche). Die Lkw haben ein Leergewicht von 11 t und eine Zuladung von 10 m³ und die Radlader haben ein Leergewicht von 23,9 t und eine Zuladung von 4 m³.

Es wurde von durchschnittlich 150 Tagen mit Niederschlag im Jahr nach ausgegangen.

Zum An- und Abtransport zu den Bereichen V1 und V2 müssen die Lkw eine Strecke von 70 m zurücklegen, zu V3 und V6 180 m, zu V7 bis V11 335 m und zwischen Halle und Lagerboxen (V4, V5) 110 m.

Zudem entstehen Emissionen durch den Radladerverkehr zum Beladen der LKWs und durch das Umschlagen im Bereich der Halden. Diese Emissionen wurden mit 10 m Fahrlänge berücksichtigt und den Volumenquellen zugerechnet.

5.1.3. Emissionen durch Winderosion

Auf dem Betriebsgelände befinden sich Halden mit einer genehmigten Lagermenge von 4.952 cbm. Das Auftreten von Winderosion in Lagerbereichen ist vor allem von den Vorortbedingungen, von der vorherrschenden Windgeschwindigkeit und dem Vorhandensein von abwehbaren Partikeln abhängig.

Im vorliegenden Fall tritt eine jahresmittlere Windgeschwindigkeit von 2,8 m/s auf. Abwehbare Partikel befinden sich vornehmlich im Bereich der Umschlagvorgänge, wo Anlieferung und Abtransport der Materialien erfolgen. Die Emissionen dort werden durch die Umschlagvorgänge berücksichtigt.

In Bereichen mit wenigen Materialbewegungen ist kaum abwehbares Material vorhanden. Der recht hohe Baumbestand um das Betriebsgelände wirkt sich zudem positiv auf die Erosion im Lagerbereich aus. Nach VDI3790 Blatt 1 [4] ist eine Abwehung erst ab einer Windgeschwindigkeit von etwa 4 m/s in 10 m Höhe zu erwarten. Die Halden stellen somit keine wesentlichen Emissionsquellen dar und werden nicht gesondert betrachtet.

5.2. Ergebnisse der Emissionsprognose

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Emissionsprognose für den Umschlag und in Tabelle 6 für die Fahrt auf den Fahrwegen zusammengestellt. Die Quellverortung ist in Abbildung 3 zu finden.

Die Quellen V1 und V11 beinhalten die Emissionen die bei dem An- und Abtransport, dem Umschlag, der Sortierung und dem Brechen entstehen.

Die Quellen L1 bis L4 beschreiben die Gesamt-Emissionen aus den Fahrvorgängen auf dem Betriebsgelände zu den jeweiligen Emissionsorten.

ID	Material	Vorgang	PM-2.5 (<2,5)	PM10 (2.5-10)	PM-u (>10)
			[t/a]	[t/a]	[t/a]
V1	Holz	Lagern	0,00047	0,00347	0,01063
V2	biolog. abb. Abfälle	Lagern	0,00278	0,02188	0,06515
V3	Bau- und Abbruchabfälle	Sortieren	0,00382	0,02119	0,07594
V4	Bau- und Abbruchabfälle	sortiertes Gut zur Lagerung	0,00301	0,01760	0,06110
V5	Bau- und Abbruchabfälle	sortiertes Gut zur Lagerung	0,00301	0,01760	0,06110
V6	Beton	Lagern	0,00403	0,02361	0,08183
V7	Boden	Lagern	0,00459	0,02762	0,09434
V8	Bauschutt, Bitumengemische und Unbekannt	Lagern	0,02673	0,15752	0,54399
V9	Bauschutt, Bitumengemische und Unbekannt	Lagern	0,02673	0,15752	0,54399
V10	Bauschutt, Bitumengemische und Unbekannt	Lagern	0,02673	0,15752	0,54399
V11	Bauschutt	Brechen	0,03495	0,19944	0,70112

Tabelle 5: Ergebnisse der Emissionsprognose für Umschlag / Aufbereitung / Rangieren.

ID	Beschreibung	PM-2.5 (<2,5)	PM10 (2.5-10)	PM-u (unbekannt) >10)
		[t/a]	[t/a]	[t/a]
L1	Strecke zu V1, V2	0,00233	0,02101	0,05884
L2	Strecke zu V7 - V11	0,03940	0,35460	0,99300
L3	Strecke zu V3, V6	0,00463	0,04165	0,11663
L4	Strecke von V3 zu V4, V5	0,00346	0,03116	0,08725

Tabelle 6: Ergebnisse der Emissionsprognose für die Fahrt.

6. Strömungs- und Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Immissionskenngrößen

Die Ausbreitungsrechnungen sind mit einem Lagrangeschen Partikelmodell gemäß der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 [7] durchzuführen. Statt des beim Umweltbundesamt frei verfügbaren Modell AUSTAL2000 wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung das Modell LASAT des Ingenieurbüros Janicke (Überlingen) in der Version 3.4 verwendet [8]. Es beruht auf dem gleichen Rechenkern wie AUSTAL2000, bietet darüber hinaus aber größere Flexibilität in den Anwendungs- und Auswertemöglichkeiten. In den folgenden Kapiteln werden die den Ausbreitungsrechnungen zugrunde gelegten Eingangsparameter beschrieben. Die LASAT-Definitionsdateien werden im Anhang aufgeführt.

6.1. Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das Rechengebiet ist gemäß Anhang 3 der TA Luft [1] für eine Einzelquelle das Innere eines Kreises um den Emissionsort, dessen Radius dem 50-fachen der Schornsteinhöhe entspricht. Bei mehreren Quellen besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der Einzelquellen. Um Ort und Betrag der Immissionsmaxima hinreichend genau bestimmen zu können, sollen die horizontalen Gitterweiten in einem Radius der 10-fachen Schornsteinhöhe um die Quellen nicht größer als die Quellhöhe sein.

Die Ausbreitungsrechnungen erfolgen auf vier ineinander geschachtelten Gittern (schwarze Rahmen in Abb. 4). Die Gitterparameter sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Das größte Modellgebiet hat eine Ausdehnung von etwa 2 km x 2 km bei einer räumlichen Auflösung von 16 m. Damit wird ein weit größeres Gebiet als nach TA Luft nötig abgedeckt. In dieses Modellgebiet genestet sind drei weitere Gitter, wobei die räumliche Auflösung bis auf 2 m verringert wird. Das feinste Gebiet umfasst eine Fläche von etwa 350 m x 330 m und schließt die Betriebsgebäude von AWT (in Abb. 4 grau hinterlegt) und das Anlagengelände von Buhck (in Abb. 4 orange markiert) vollständig ein. Darüber hinaus deckt das feinste Gebiet mindestens die nach TA Luft benötigte Fläche mit einem Radius des 10-fachen der Quellhöhe um die Quellen ab (Quellhöhen: 3 m). Das Bebauungsplangebiet (in Abb. 4 blau markiert) stellt das Beurteilungsgebiet dar und wird von dem zweitfeinsten Gitter vollständig erfasst.

Die vertikale Gitterauflösung wird bis in eine Höhe von 30 m bei 3 m konstant gehalten. Bis zum Modelloberrand in 1.500 m Höhe wächst sie bis auf 300 m an.

Zusätzlich ist in Abbildung 4 die Anemometerposition gekennzeichnet (blaues Kreuz, siehe Abschnitt 6.3.3).

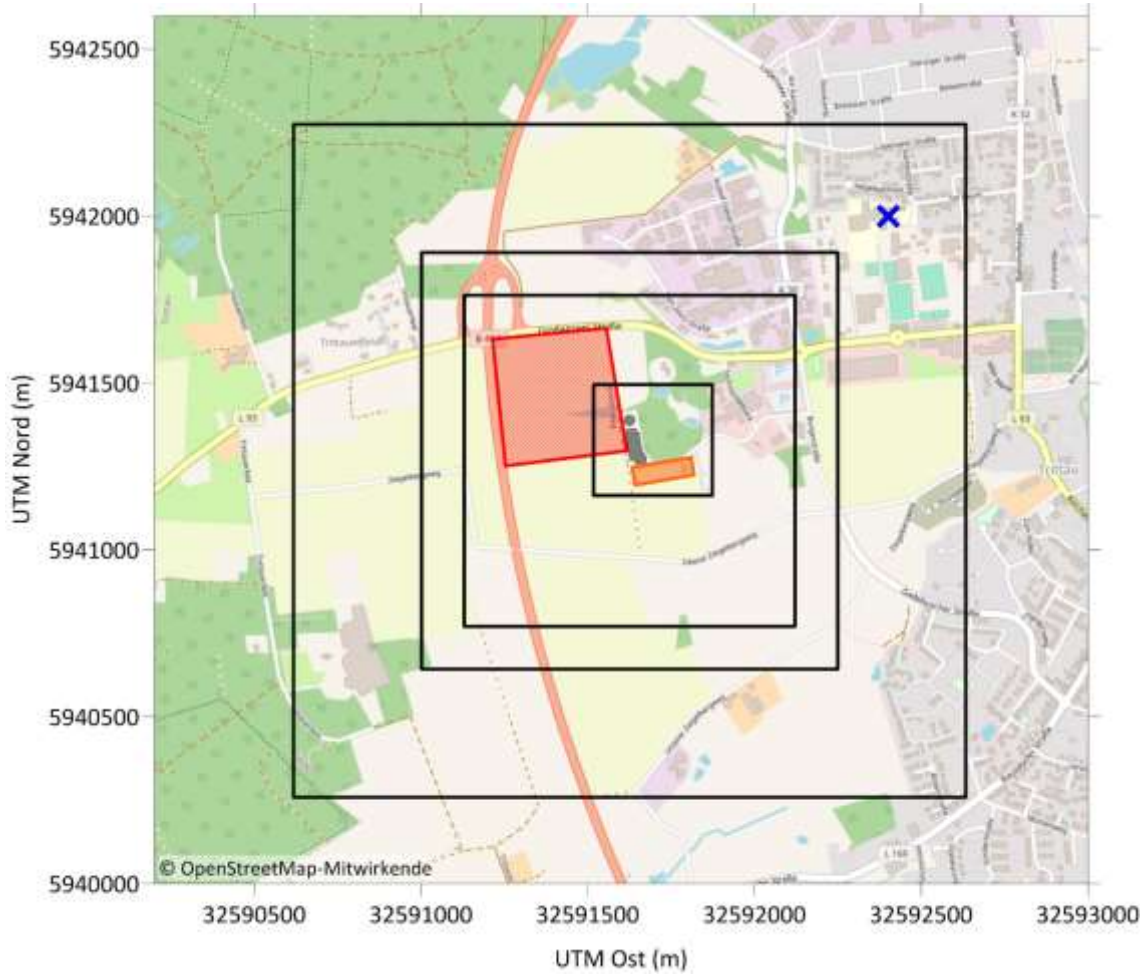


Abbildung 4: LASAT-Modellgitter und Lage des Bebauungsplangebiets (rot), des Betriebsgeländes Buhck GmbH & Co. KG sowie der EAP (blaues Kreuz).

Gitter	1	2	3	4
Gitterauflösung	16 m	8 m	4 m	2 m
Westgrenze	32 590 617	32 591 001	32 591 129	32 591 517
Ostgrenze	32 592 633	32 592 249	32 592 121	32 591 873
Südgrenze	5 940 259	5 940 643	5 940 771	5 941 163
Nordgrenze	5 942 275	5 941 891	5 941 763	5 941 495

Tabelle 7: Grenzen der LASAT-Modellgebiete in UTM-Koordinaten und Gitterweiten.

6.2. Strömungssimulation

6.2.1. Geländeeinfluss

Die Umgebung des Bebauungsplangebiets ist innerhalb des Rechengebiets orographisch leicht gegliedert (Abb. 5). Die höchste Erhebung liegt mit ca. 68 m am westlichen Rand des Modellgebiets. Von dort aus fällt das Gelände nach Nordosten und Südosten bis auf eine Geländehöhe von minimal 31 m ab. Nach Punkt 11 der TA Luft, Anlage 3 sind Geländeunebenheiten zu berücksichtigen, wenn innerhalb des Rechengebiets Steigungen von mehr als 1:20 auftreten.

Den Geländehöhen in Abbildung 5 sind schwarz schraffierte Bereiche überlagert, in denen die Geländesteigung einen Wert von 1:20 ($2,9^\circ$) übersteigt. Da zwar einige Bereiche mit Steigungen von mehr als 1:20 ($2,9^\circ$), jedoch keine mit Steigungen von mehr als 1:5 ($11,3^\circ$) auftreten, sind die Geländeunebenheiten nach TA Luft mit einem diagnostischen Windfeldmodell zu berücksichtigen.

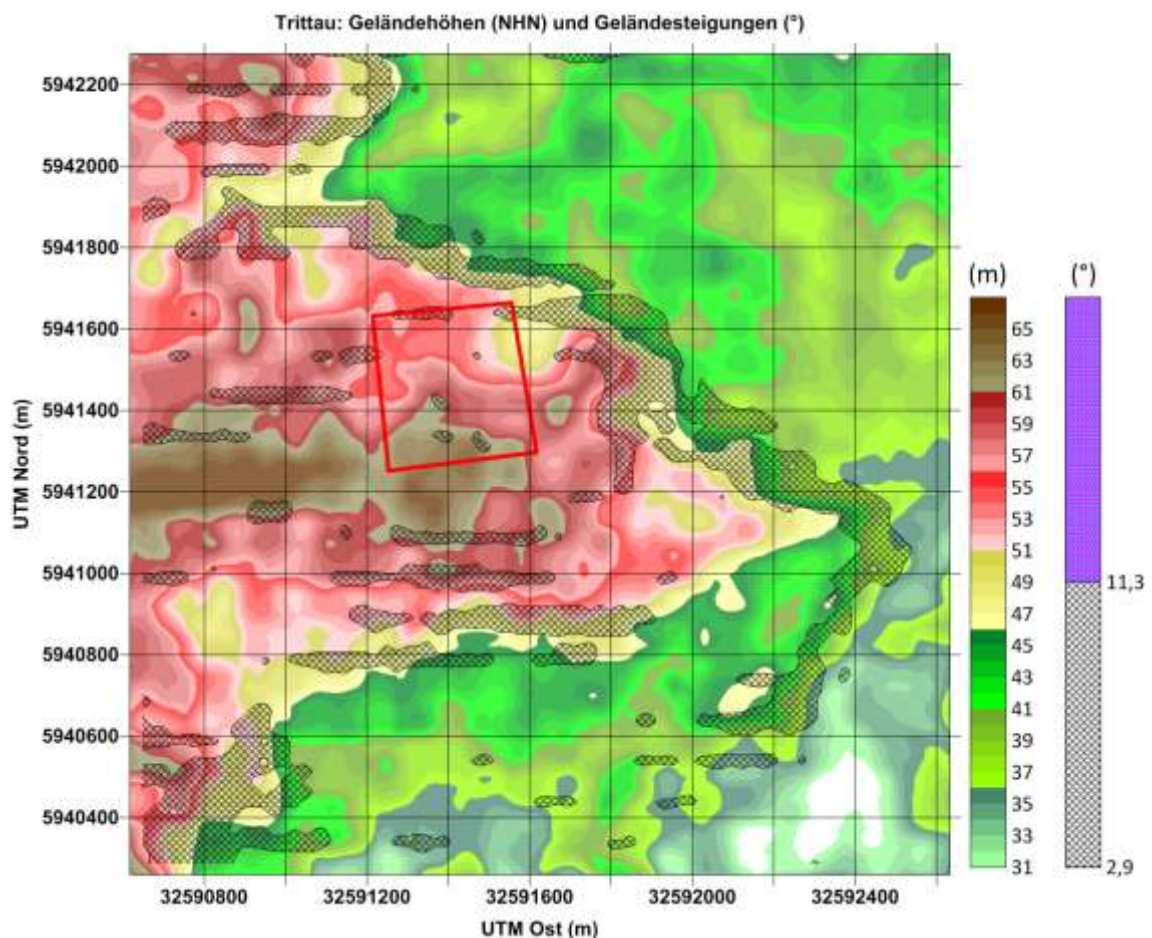


Abbildung 5: Geländehöhen (NHN) und -steigungen im LASAT-Rechengebiet und Lage des Bebauungsplangebiets (rot).

6.2.2. Gebäudeeinflüsse

In der TA Luft Anhang 3, Punkt 10 ist die Berücksichtigung von Bebauung bei Ableitung über gefasste Punktquellen geregelt. Nach den dort aufgeführten Kriterien handelt es sich im vorliegenden Fall um Quellen mit Quellhöhen unter der 1,2-fachen Gebäudehöhe und im Einflussbereich der Gebäude von AWT. Eine Vorgehensweise zur Berücksichtigung von Gebäuden ist für derartige Fälle nicht geregelt.

Die diffusen Staubemissionen verteilen sich über das gesamte Anlagengelände der Firma Buhck GmbH & Co. KG und werden in den Modellrechnungen als Volumenquellen angesetzt. Die Immissionen bilden deshalb keine kleinräumigen, scharf abgegrenzten Fahnen mit scharfen Gradienten aus, wie sie bei Punktquellen auftreten. Das Beurteilungsgebiet liegt zudem in mehr als 100 m Entfernung von dem Anlagengelände. Die AWT-Gebäude wirken deshalb vor allem über eine verstärkte Turbulenz auf die Ausbreitung und weniger in lokalen Umlenkungen schmaler Immissionsfahnen. Diese Wirkungen werden durch den Einsatz des diagnostischen Windfeldmodells hinreichend berücksichtigt. Die explizit eingesetzten Gebäude sind in Tabelle 8 zusammengefasst und in Abbildung 6 grau hinterlegt.

Es handelt sich dabei um eine Kompostierungshalle (Geb_1 + Geb_2), eine Lagerhalle (Geb_3), einen Fermenter (Geb_4) und ein rundes Flüssiggärrestlager (Geb_5). Da die minimale horizontale Gitterweite 2 m beträgt, können die explizit berücksichtigten Gebäude im feinsten Modellgitter sehr gut aufgelöst werden.

Bezeichnung (in Abb. 6)	Länge x Breite	Höhe
<i>Geb_1</i>	32,0 m x 15,0 m	10,0 m
<i>Geb_2</i>	47,0 m x 13,0 m	10,0 m
<i>Geb_3</i>	68,0 m x 40,0 m	7,8 m
<i>Geb_4</i>	33,0 m x 8,0 m	9,5 m
<i>Geb_5</i>	33 m (Durchmesser)	9,0 m

Tabelle 8: Maße der im diagnostischen Windfeldmodell explizit berücksichtigten Gebäude.

6.3. Ausbreitungssimulation

6.3.1. Emissionsseitige Festlegungen

Für die Prognose der zu erwartenden Staubimmissionen werden die in Abschnitt 5 ermittelten Emissionsmassenströme zu Grunde gelegt. Dabei handelt es sich um jahresdurchschnittliche Emissionsmassenströme. Meteorologische Randbedingungen, die insbesondere im Tag / Nacht - Rhythmus variieren können, beeinflussen jedoch das Ausbreitungsverhalten der freigesetzten Stäube. Für die Ausbreitungsrechnung mit dem Programmsystem LASAT wurden daher auf Basis der jahresdurchschnittlichen Emissionsmassenströme und angenommener Betriebszeiten von 6 Uhr bis 18 Uhr (Mo - Fr) bzw. 7 Uhr bis 14 Uhr (Sa) Emissionszeitreihen erstellt. Die ermittelten Emissionsquellen sind während dieser Zeiten über das gesamte Jahr hinweg aktiv. Die Zeiträume, in denen der Recyclinghof ggf. für einige Tage geschlossen ist, spielen nur eine untergeordnete Rolle und werden nicht berücksichtigt.

Die Verarbeitungs- und Umschlagprozesse stellen typischerweise Volumenquellen dar. Sie werden ab Höhen knapp über dem Grund (0,5 m) bis in eine Höhe von 3,0 m angesetzt. Fahrbewegungen auf den vorwiegend unbefestigten Wegen im Anlagenbereich wirbeln Staub auf. Sie werden ebenfalls als Volumenquellen mit einer vertikalen Ausdehnung von 0,5 m bis 3 m über Grund angesetzt. Die Lage der in LASAT angesetzten Emissionsquellen und explizit berücksichtigten Gebäude (Abschnitt 6.2.2) kann der Abbildung 6 entnommen werden.



Abbildung 6: Lage der Emissionsquellen und explizit berücksichtigter Gebäude in LASAT.

6.3.2. Rauigkeitslänge

In Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft ist die Rauigkeitslänge entsprechend der mittleren Rauigkeit in einem Umkreis von der 10-fachen Emissionshöhe um den Emissionsort zu setzen. In dem entsprechenden Radius kann die Rauigkeit anhand von Luftbildern und unter Berücksichtigung der Einteilung in Corine-Klassen (Landnutzungsklassen, [1]) auf $z_0 \approx 0,5 \text{ m}$ abgeschätzt werden.

Bei der Bestimmung der Rauigkeitslänge wurde gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13, [9] die Bebauung herausgenommen, die explizit in den Ausbreitungen berücksichtigt wird, da sonst deren Effekte auf die Windgeschwindigkeit und Turbulenz doppelt aufgeprägt würden.

6.3.1. Anemometerstandort

Im Allgemeinen gilt der Grundsatz, dass der Anemometerstandort im Modellgebiet in einer frei angeströmten Kuppenlage gesetzt werden soll. Dies ist jedoch nur sinnvoll, wenn dieser Ort weitgehend frei von topographischen Einflüssen ist und der meteorologische Datensatz die von Topographie ungestörte regionale Strömung repräsentiert. Diese Voraussetzungen sind jedoch meistens nicht gegeben.

Die Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ [9] konkretisiert im dortigen Abschnitt 4.7.1 die wechselseitigen Anforderungen von Windfeldmodell und meteorologischen Antriebsdaten durch den „Grundsatz, dass die meteorologischen Daten alle relevanten Prozesse enthalten müssen, die nicht durch die Windfeldmodellierung erfasst werden, und umgekehrt“. Im Anhang der Richtlinie wird dieser Grundsatz anhand von Beispielen weiter erläutert.

Von dem meteorologischen Datensatz wird angenommen, dass er die Verhältnisse in dem leichten Geländeeinschnitt zwischen dem mehrere Kilometer langen Höhenzug im Nordwesten und dem „Hahnheider Berg“ im Osten repräsentiert (vgl. Abschnitt 6.3.4). Beide topographischen Strukturen sind im Rechengebiet nicht enthalten. Das Rechengebiet liegt im westlichen Randbereich des Geländeeinschnitts und schneidet im Westen leicht ansteigendes Gelände an (Abb. 7). Die (Ersatz-)Anemometerposition wird deshalb in dem niedriger gelegenen Gelände bei der UTM-Koordinate 32 592 400 / 5 942 000 gesetzt.

Die Anemometerhöhe wurde gemäß [10] entsprechend der verwendeten Rauigkeitslänge und der Tabelle der Anemometerhöhen in der AKTerm bestimmt und auf 13,7 m gesetzt.

6.3.2. Meteorologische Daten

Nach Anhang 3 der TA Luft sind für die Ausbreitungsrechnung meteorologische Daten zu verwenden, die für den Standort charakteristisch sind. Falls dort keine Messungen vorliegen, ist die Übertragbarkeit von Daten eines geeigneten Messstandortes auf den Standort bzw. das Rechengebiet zu prüfen.

In Tabelle 9 sind die Daten von vier Messstandorten des Deutschen Wetterdienstes zusammengefasst, deren Übertragbarkeit auf das Rechengebiet geprüft wurde. Die Lage der Messstandorte kann auch der Abbildung 7 entnommen werden.

Station	UTM Ost	UTM Nord	Höhe NHN	Entfernung	Messhöhe	Messzeitraum	
						Beginn	Ende
Mühlenrade	32598156	5940041	42 m	6 km ESE	10 m	01.01.1980	15.03.2006
Boizenburg	32612238	5917105	45 m	32 km SE	15 m	01.01.1973	lfd.
Lübeck-Blankensee	32611877	5962886	15 m	29 km NE	10 m	01.03.1985	lfd.
Hamburg-Fuhlsbüttel	32565336	5943166	11 m	27 km WNW	10 m	01.01.1950	lfd.

Tabelle 9: Messstandorte des Deutschen Wetterdienstes.

6.3.2.1. Erwartungswerte im Rechengebiet

Großräumig herrschen über Norddeutschland südwestliche bis nordwestliche Winde vor, mit einem sekundären Maximum um Ost. Diese großräumige Verteilung wird durch die jeweilige lokale und regionale Topographie eines Standortes modifiziert.

Abbildung 7 zeigt die großräumige Orographie um das Plangebiet. Im südlichen Gebietsausschnitt zieht sich das Elbtal von Südosten nach Nordwesten. Im mittleren Abschnitt ist auf dessen Nordostseite deutlich der Geesthang bei Geesthacht zu erkennen. Auch nördlich davon, in der Umgebung des Plangebiets, ist das Gelände sichtbar strukturiert. Das Bebauungsplangebiet liegt auf rund 60 m NHN.

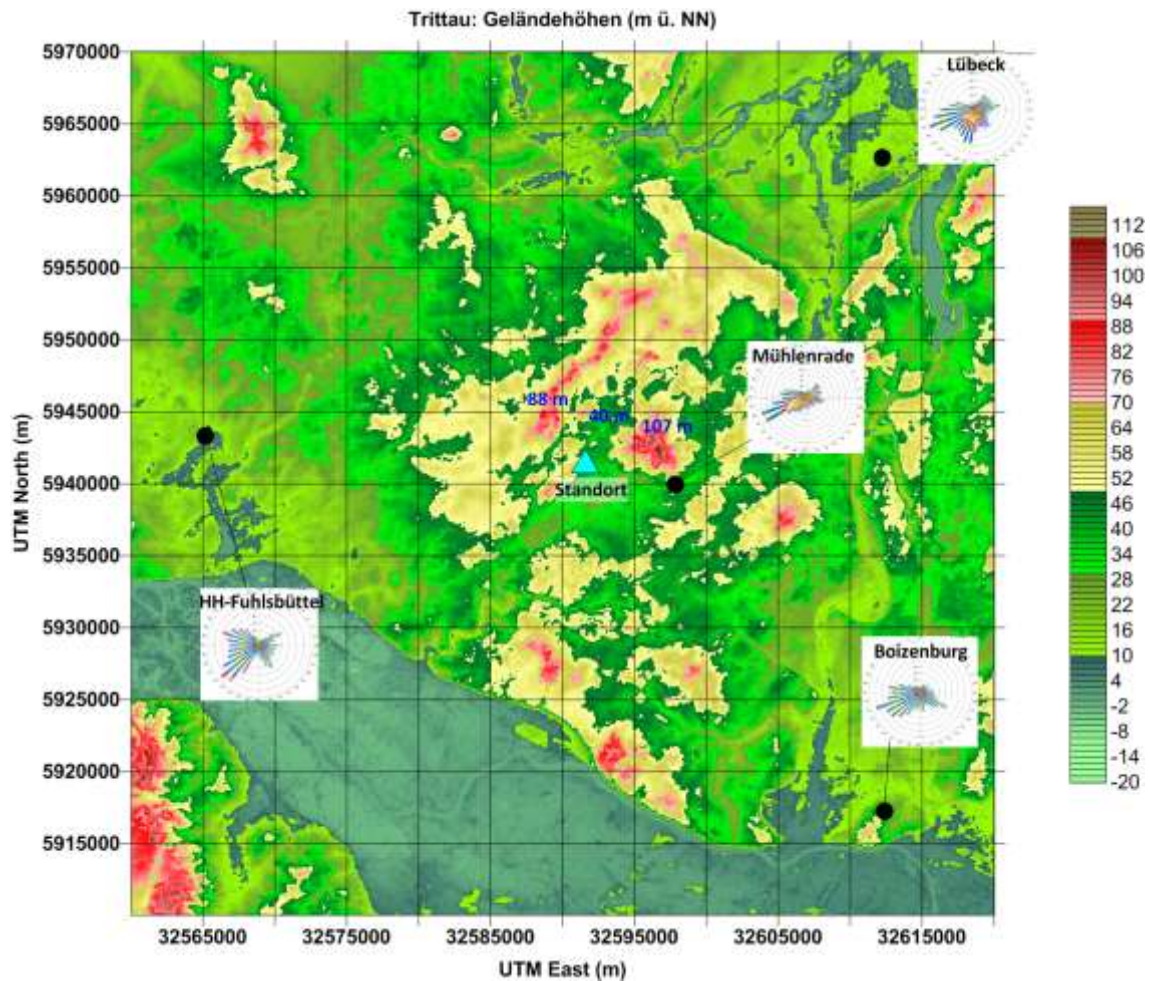


Abbildung 7: Geländehöhen in großräumiger Standortumgebung und Windrosen an vier Messstandorten des Deutschen Wetterdienstes.

Südlich und südöstlich des Plangebiets und in einem etwa 3 km breiten Streifen nach Norden ist das Gelände weitgehend flach mit Höhen um 40 m NHN. In die anderen Richtungen finden sich mehrere nennenswerte Höhenzüge. Nach Osten fällt das Gelände zunächst noch etwas ab, steigt dann aber zum „Hahnheider Berg“ auf maximal 107 m NHN an. Nordwestlich des Plangebiets zieht sich ein schwacher Höhenzug mit zu 88 m NHN über mehrere Kilometer von Südwesten nach Nordosten. Nach Südwesten steigt das Gelände in Richtung „Grander Tannen“ bis maximal 71 m NHN an. Zwischen den Höhenzügen im Südwesten und Nordwesten liegt ein leichter Geländeeinschnitt vor.

Aufgrund dieser orographischen Lage ist zu erwarten, dass die großräumig vorherrschenden Südwestwinde im Plangebiet durch die Höhenzüge leicht auf Westsüdwest und / oder Südsüdwest abgelenkt werden. Das sekundäre Maximum dürfte eher bei nordöstlichen als bei östlichen Richtungen liegen.

Das Statistische Windfeldmodell des Deutschen Wetterdienstes (SWM) [11] weist für den Bereich des vorgesehenen Anemometerstandorts (EAP) im Rechengebiet eine Windgeschwindigkeit von 3,6 – 3,9 m/s im Jahresmittel aus. Allerdings werden von dem SWM für alle vier Messstandorte des Deutschen Wetterdienstes jahresgemittelte Windgeschwindigkeiten von 3,9 – 4,2 m/s angegeben. Die Messungen zeigen dagegen in den als repräsentativ bestimmten Jahren, je nach Standort, Werte zwischen 2,1 m/s und 4,2 m/s, wobei nur Hamburg innerhalb der vom SWM angegebenen Bandbreite liegt. Deshalb dürfte im Plangebiet eher von einer deutlich niedrigeren mittleren Windgeschwindigkeit als der vom SWM angegebenen Bandbreite auszugehen sein.

6.3.2.2. Prüfung der Stationen

Die Abbildung 7 zeigt neben der Orographie auch die an den Standorten gemessenen Windrichtungsverteilungen in Form von Windrosen. In Tabelle 10 sind die wesentlichen Charakteristiken der Messungen für die nach VDI 3783 Blatt 20 [12] als repräsentativ bestimmten Jahre aufgeführt.

Mühlenrade zeigt ein eng kanalisiertes Hauptmaximum aus Westsüdwest (240° und 250°), wogegen Südwest bis Südsüdwest fast nicht auftreten. Diese Kanalisierung ist sehr wahrscheinlich auf die Lage der Station südlich des Hahnheider Bergs zurückzuführen und im Plangebiet so nicht zu erwarten. Die mittlere Windgeschwindigkeit dürfte aber aufgrund der Nähe zum Plangebiet und ähnlicher Landnutzungscharakteristik in der Umgebung ähnlich zu den dortigen Verhältnissen sein. Mühlenrade scheidet allerdings nicht nur wegen der Windrichtungsverteilung zur Übertragung aus, sondern auch, weil die Messungen bereits Anfang 2006 eingestellt wurden und daher keine aktuellen Daten verfügbar sind.

Bei Boizenburg liegt ein breites Richtungsmaximum von Südwest bis Westnordwest vor. Dies entspricht weitgehend den großräumigen, topographisch wenig gestörten Verhältnissen. Das sekundäre Maximum liegt bei Ostsüdost. Das Sekundärmaximum dürfte mit einer Leitwirkung des bei Boizenburg auf Südost schwenkenden Verlaufs des Elbtals zurückzuführen sein. Das breitere Hauptmaximum würde zwar auch zu den orographischen Gegebenheiten im Plangebiet passen. Jedoch passen die seltenen südlichen und nordöstlichen Winde weniger gut zu den nach Süden und Nord(nord)ost orographisch offenen Verhältnissen im Plangebiet. Auch die Windgeschwindigkeit ist mit 3,4 m/s für das Plangebiet eher hoch.

Lübeck-Blankensee zeigt ein breites Hauptmaximum von Südsüdwest bis West, das im Südwesten eine Einkerbung mit geringeren Häufigkeiten aufweist. Diese spezielle Form des Hauptmaximums entspricht der Erwartungshaltung für das Plangebiet, nachdem die großräumigen Südwestwinde dort leicht auf Westsüdwest und / oder Südsüdwest abgelenkt werden. Das sekundäre Maximum liegt bei nordöstlichen Richtungen, während Winde aus

Ostsüdost nur selten auftreten. Beide Charakteristiken passen auch auf die orographische Situation in Umgebung des Plangebiets. Die mittlere Windgeschwindigkeit entspricht mit 2,8 m/s dem erwarteten niedrigeren Niveau im Plangebiet.

Hamburg-Fuhlsbüttel weist von allen Stationen mit 4,1 m/s die höchste mittlere Windgeschwindigkeit und damit die größte Differenz zur erwarteten Windgeschwindigkeit auf. Südwestwinde haben die höchste Häufigkeit. Die Windrichtungsverteilung weicht jedoch mit vier ausgeprägten Maxima aus Südwest, Westnordwest, Nordost und Südwest deutlich von den großräumigen Verhältnissen ab. Die Maxima entsprechen recht genau der Ausrichtung der Landebahnen, sodass die Messungen in Hamburg-Fuhlsbüttel nicht ganz frei von lokalen Einflüssen zu sein scheinen.

6.3.2.1. Ergebnis der Prüfung

Von den vier untersuchten Stationen zeigt die Station Lübeck-Blankensee die größte Übereinstimmung sowohl mit der im Plangebiet erwarteten Windrichtungsverteilung als auch im Niveau der Windgeschwindigkeit. Die Daten dieser Station werden deshalb für die Ausbreitungsrechnung verwendet.

Als repräsentatives Jahr aus dem Messzeitraum Mai 2013 bis März 2019 wurde das Jahr 2016 bestimmt. Die Häufigkeit von Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s lag in 2016 bei gut 8 %. Die Abbildung 8 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen, Windgeschwindigkeitsklassen und Ausbreitungsklassen nach TA Luft für das repräsentative Jahr.

Station	Haupt- maximum	sekundäres Maximum	Jahresmittel Windgeschwi- ndigkeit	Schwachwind häufigkeit	repräsentatives Jahr (Prüfzeitraum)
Mühlenrade	WSW	ENE	2,1 m/s	17,1 %	2001 (11/1999-3/2006)
Boizenburg	WSW	ESE	3,4 m/s	2,0 %	2019 (2010-2019)
Lübeck- Blankensee	WSW / SSW	NE	2,8 m/s	8,2 %	2016 (5/2013-3/2019)
Hamburg- Fuhlsbüttel	SW / WNW	SSE / ENE	4,2 m/s	4,4 %	2019 (2010-2019)

Tabelle 10: Windcharakteristiken an Messstandorten des Deutschen Wetterdienstes.

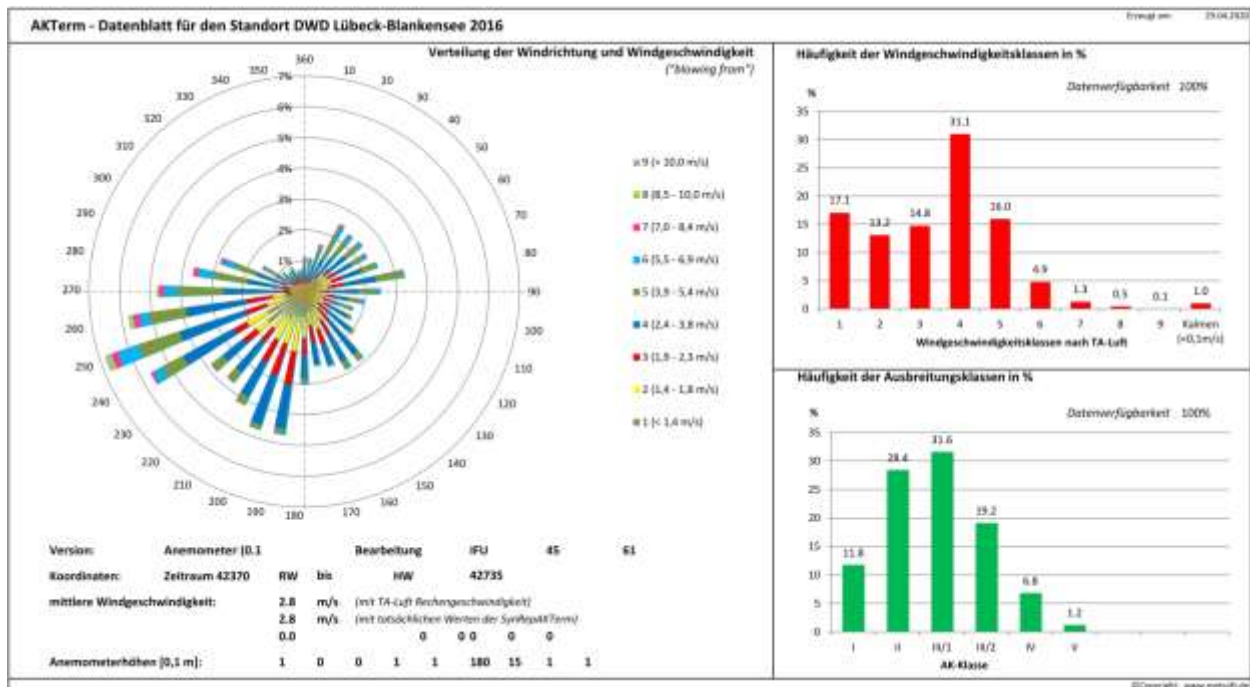


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier an der DWD-Station Lübeck-Blankensee für das repräsentative Jahr 2016.

6.3.3. Rechenparameter LASAT

Die Ausbreitungsrechnungen mit dem Programmsystem LASAT ermöglichen die Festlegung einer Reihe von Eingangsparametern. Als *Flags* werden für die vorliegende Untersuchung in LASAT gesetzt:

- *BODIES* (Gebäude)
- *NESTED* (Gitterschachtelung)
- *MAXIMA* (Ausgabe der höchsten Stundenmittelwerte)

Die Verdrängungshöhe $d_0 = 3,0 \text{ m}$ entspricht der sechsfachen Rauigkeitslänge $z_0 = 0,5 \text{ m}$.

Die Grenzschichtversion entspricht dem neuen Grenzschichtmodell nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [14], das in der zukünftigen TA Luft als Standard vorgesehen ist.

Mit *Intervall* = 1:00:00 und *Average* = 24 werden tägliche Mittelwerte der Konzentration ausgegeben.

In der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind nach Punkt 4 der TA Luft Anhang 3 trockene Deposition und Sedimentation zu berücksichtigen. Der Eintrag der verschiedenen Korngrößen

wird in LASAT über die Vorgabe der Depositionsgeschwindigkeit (v_d) und der Sedimentationsgeschwindigkeit v_s bestimmt. Entsprechend Anhang 3 TA Luft werden dabei folgende Werte für die angesetzt (d_a : aerodynamischer Durchmesser):

Korngrößenklassen	v_d	v_s
PM-2.5 ($d_a < 2.5 \mu\text{m}$)	0,001 m/s	0,00 m/s
PM-10 ($2.5 \mu\text{m} < d_a < 10 \mu\text{m}$)	0,01 m/s	0,00 m/s
PM-U ($d_a > 10 \mu\text{m}$)	0,07 m/s	0,06 m/s

Tabelle 11: Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeit für Stäube (nach [1]).

Die statistische Genauigkeit der Rechenergebnisse von LASAT hängt von der freigesetzten Partikelrate ab, die über den Modellparameter *Rate* gesteuert wird. Wie im LASAT-Handbuch für Zeitreihenrechnungen empfohlen, wird $Rate = 2$ gesetzt, was dem Standard-Qualitätslevel in AUSTAL2000 nach TA Luft entspricht.

Damit konnte sichergestellt werden, dass die modellbedingte statistische Streuung der berechneten Werte geringer als 3 % der Immissions-Jahreswerte ist.

7. Immissionsseitige Einwirkungen in das Plangebiet

7.1. Bestimmung der Hintergrundbelastung

In direkter Umgebung des Bebauungsplangebiets werden keine kontinuierlichen Immissionsmessungen zur Ermittlung der Hintergrundbelastung durchgeführt. Die nächstgelegene repräsentative Luftmessstation, an der PM10 und PM2.5 gemessen wird, ist die Luftmessstation Börnhöved des LLUR Schleswig-Holstein [13]. Die Station Börnhöved liegt ca. 50 km nordwestlich des Bebauungsplangebiets und charakterisiert den ländlichen Hintergrund. Die an dieser Station in den letzten Jahren gemessenen Jahresmittelwerte für PM10 und PM2.5 sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

Komponente	2016	2017	2018
PM10	14 µg/m ³	13 µg/m ³	16 µg/m ³
PM2.5	9 µg/m ³	9 µg/m ³	9 µg/m ³
Staubniederschlag	44 mg/(m ² *d)	69 mg/(m ² *d)	49 mg/(m ² *d)

Tabelle 12: Gemessene PM10, PM2.5, Staubniederschlag (Jahresmittelwerte) an der Station Börnhöved (SH).

Laut Tabelle wurden in dem Zeitraum 2016 - 2018 PM10-Jahresmittelwerte zwischen 13 µg/m³ und 16 µg/m³ gemessen. Die gemessenen PM2.5-Jahresmittelwerte lagen dagegen in den drei aufgeführten Jahren konstant bei 9 µg/m³. Eine Hintergrundbelastung von 15 µg/m³ PM10 und 9 µg/m³ PM2.5 wird als hinreichend konservativ angenommen und für die Beurteilung der Immissionssituation im Beurteilungsgebiet angesetzt.

Abgeleitet aus den in Tabelle 12 aufgeführten Messwerten an der Station Börnhöved wird für den Staubniederschlag eine Hintergrundbelastung von 55 mg/(m²*d) angesetzt.

7.2. Beurteilung der jahresgemittelten Gesamtbelastung

Die jahresgemittelten Gesamtbelastung ergibt sich aus der Summe der in Abschnitt 7.1 aufgeführten gebietsspezifischen Vorbelastung und der rechnerisch bestimmten Zusatzbelastung. Die räumlichen Verteilungen der Immissions-Gesamtbelastungen für PM10, PM2.5 und die Staubdeposition (Jahresmittelwerte) sind in den Abbildungen 9 bis 11 dargestellt. Die Konzentrationswerte beziehen sich auf eine Höhe von 1,5 m über Grund. Die Farbskalen wurden so gewählt, dass erst Immissionsbelastungen knapp über der Hintergrundkonzentration farblich hervorgehoben sind. Bereiche, in denen der entsprechende Grenzwert (Tabelle 1) überschritten wird, sind mit einem pink Farbton markiert.

Aufgrund der bodennahen Staubfreisetzungen sind grundsätzlich im Nahbereich der Emissionsquellen die maximalen Schwebstaub-Konzentrationen und Staubdepositionen zu erwarten. Die höchsten Immissionsbelastungen treten sowohl bei PM10 als auch bei PM2.5 auf dem Anlagengelände auf. Während sich die Bereiche mit Immissionsbelastungen über dem Grenzwert bei PM10 in nördliche Richtung auch über das Anlagengelände hinaus über die angrenzende Straße Technologiepark erstreckt, liegen die PM2.5-Belastungen von mehr als 25 µg/m³ ausnahmslos auf dem Anlagengelände. Mit zunehmender Entfernung von der Emissionsfreisetzung nehmen die PM10- und die PM2.5-Immissionen stark ab. Die räumliche Verteilung der Staubdeposition zeigt ebenfalls die höchsten Werte auf dem Anlagengelände sowie in der näheren Umgebung im Bereich der nördlich angrenzenden Zufahrtsstraße.

Beurteilungsrelevant ist in der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht die Immissionsbelastung auf dem Anlagengelände, sondern die Staubbelastung im Bebauungsplangebiet nordwestlich der staubemittierenden Bauabfallaufbereitungsanlage. Das Beurteilungsgebiet ist in den Abbildungen 9 bis 11 schwarz umrandet. Die PM10- und PM2.5-Belastungen sowie die Staubdeposition sind bis zur südöstlichen Ecke des Plangebiets bereits deutlich abgeklungen. Die maximale PM10-Gesamtbelastung im Bebauungsplangebiet liegt bei weniger als 18 µg/m³. Ebenso ist die PM2.5-Belastung mit maximal 10 µg/m³ nur leicht gegenüber der Hintergrundkonzentration erhöht. Der maximal berechnete Wert der Staubdeposition liegt im Plangebiet bei 70 mg/(m²*d). Die genannten maximalen Immissionsbelastungen in dem Bebauungsplangebiet „Nr. 51“ (Gesamtbelastung) sind in Tabelle 13 aufgeführt und den Immissionswerten nach TA-Luft gegenübergestellt.

Es wird deutlich, dass die Grenzwerte für den Jahresmittelwert der TA Luft *zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen* im Bereich des Bebauungsplangebiets für PM10, PM2.5 und für die Staubdeposition im Jahresmittel sicher eingehalten sind.

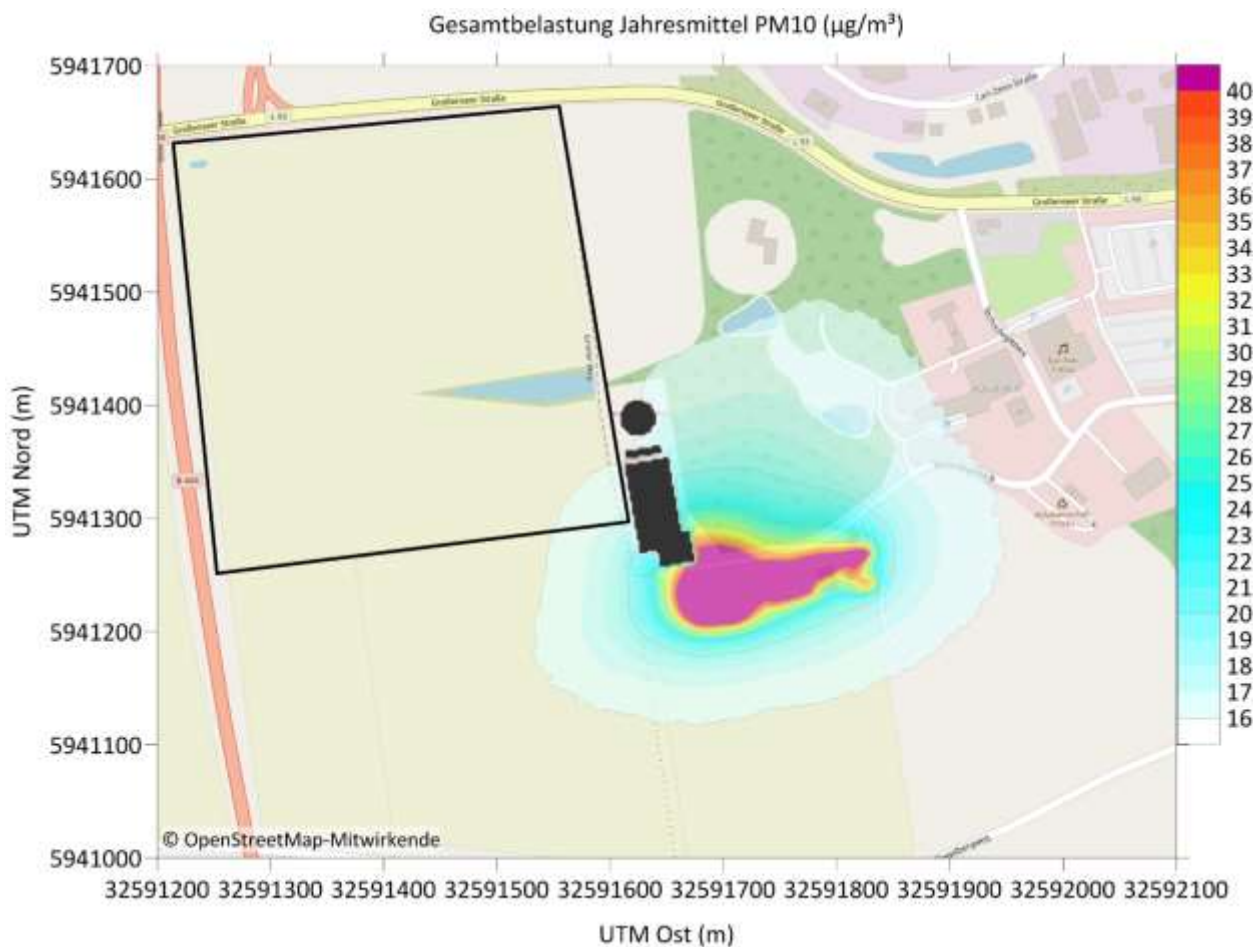


Abbildung 9: Lageplan mit überlagerter räumlicher Verteilung der bodennahen PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert).

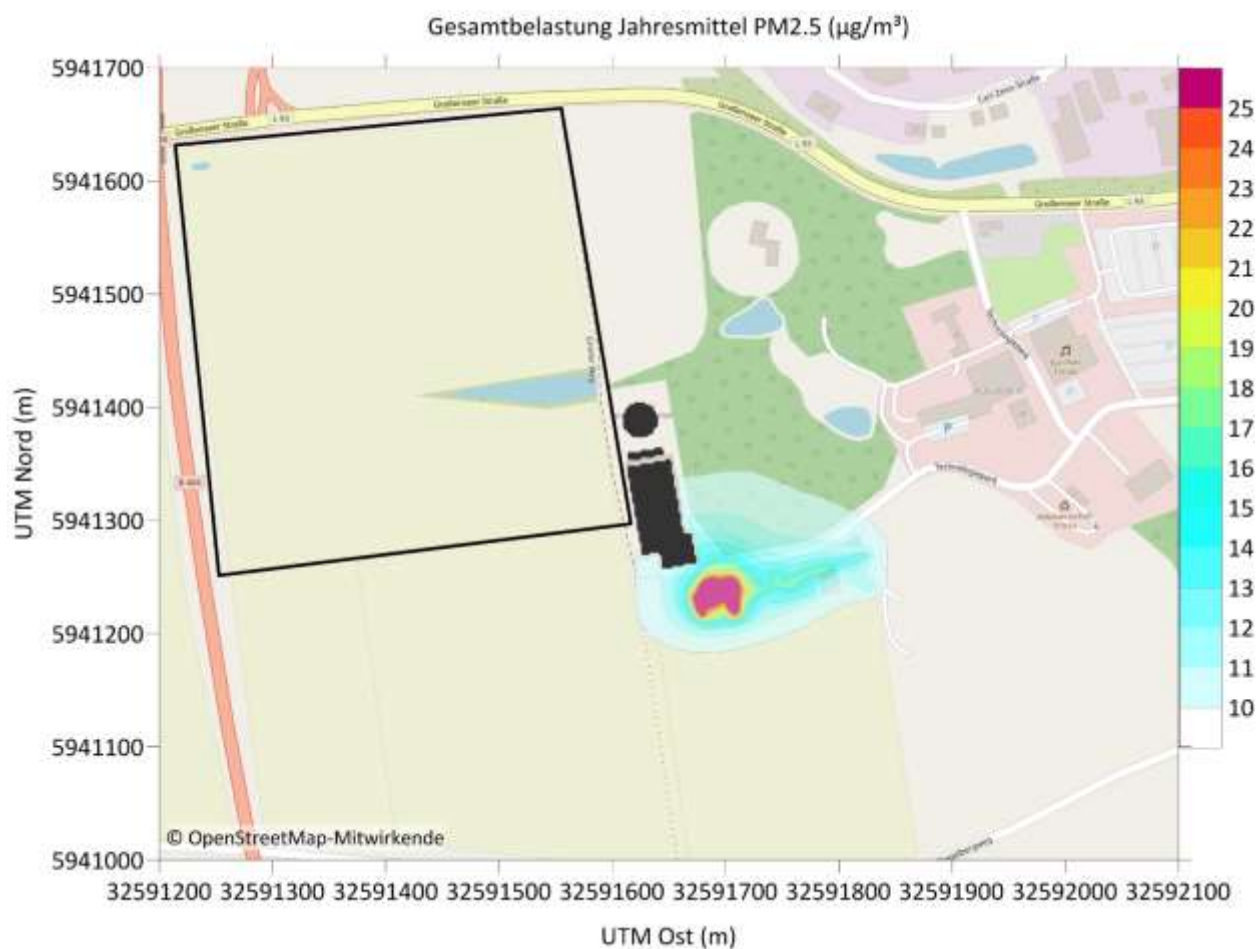


Abbildung 10: Lageplan mit überlagerter räumlicher Verteilung der bodennahen PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert).

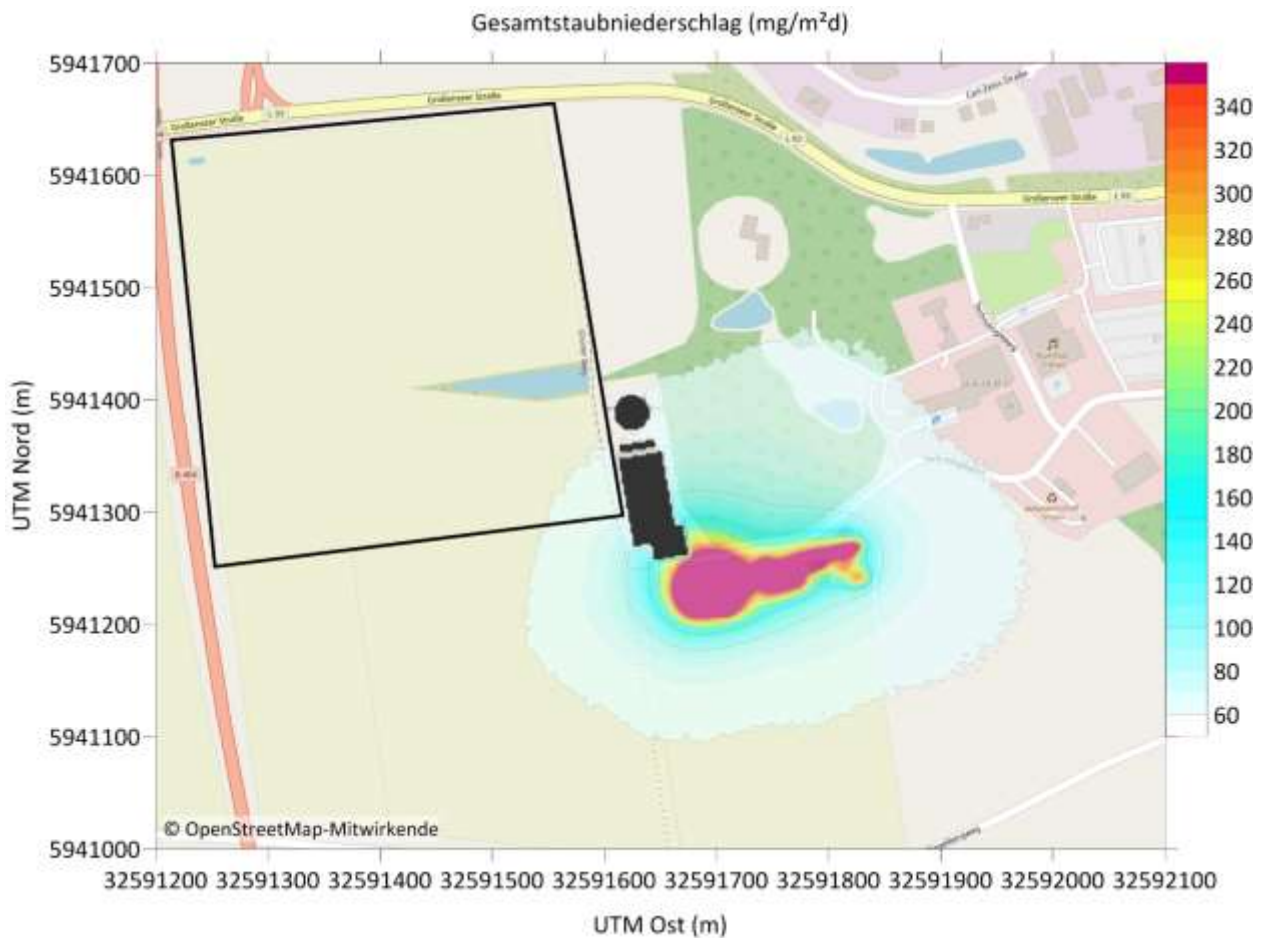


Abbildung 11: Lageplan mit überlagerter räumlicher Verteilung des Gesamtstaubniederschlags (Jahresmittelwert).

Komponente	Maximale Immissionsbelastung im B-Plangebiet	Immissionswert (nach TA Luft)
PM10	18 µg/m³	40 µg/m³
PM2.5	10 µg/m³	25 µg/m³
Staubniederschlag	70 mg/(m²*d)	350 mg/(m²*d)

Tabelle 13: Gesamtbelastung im Bebauungsplangebiet und Immissionswerte nach TA Luft.

7.3. Beurteilung des Kurzzeitwerts PM10

Für den Schwebstaub PM10 ist bei der Beurteilung der Immissionsbelastung gemäß TA Luft neben dem Jahresmittelwert ein Kurzzeitwert (Tagesmittel) mit der zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen im Jahr zu berücksichtigen. Dies entspricht einem 90,4 %-Wert. Die Tagesmittelwerte lassen sich jedoch nicht als Summe der Vorbelastung und Zusatzbelastung berechnen, da die Vorbelastung nur als Jahresmittel vorliegt, hohe Kurzzeitwerte jedoch meist meteorologisch bedingt sind und deshalb mit hohen Vorbelastungen zusammenfallen. Für eine korrekte Berechnung des PM10-Kurzzeitwerts müsste demnach neben einer meteorologischen Zeitreihe und einer Emissionszeitreihe auch eine hoch aufgelöste Zeitreihe für die Hintergrundbelastung möglichst für dasselbe Jahr vorliegen. Mit den vorliegenden Eingangsdaten und der im Rahmen dieser Untersuchung gewählten Vorgehensweise können daher keine Kurzzeitwerte direkt bestimmt werden.

Bei PM10 ist es derzeit Stand der Technik, den 90,4 %-Wert auf Basis des Jahresmittelwertes abzuschätzen. Die Auswertung umfangreicher Messungen von kontinuierlich betriebenen Messstellen in Deutschland und europäischen Nachbarländern zeigt einen funktionalen Zusammenhang zwischen dem 90,4 %-Wert der Tagesmittelwerte und dem Jahresmittelwert. Danach ist bei einem Jahresmittelwert von weniger als $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ davon auszugehen, dass der Kurzzeitwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht mehr als die zulässigen 35-mal pro Jahr überschritten wird [15].

Unter den oben genannten Vorgaben ist davon auszugehen, dass auch der Kurzzeitgrenzwert im Bereich des Bebauungsplangebiets sicher eingehalten wird.

8. Zusammenfassung

In Trittau sollen mit dem Bebauungsplan „Nr. 51“ die planrechtlichen Voraussetzungen für ein neues Gewerbegebiet östlich der B404 und südlich der Großenseer Straße geschaffen werden. Im Rahmen der Vorbereitung des Bebauungsplans ist eine Immissionsprognose zur Ermittlung der Staubbelastung im Plangebiet durchzuführen.

Südöstlich des Plangebiets befindet sich eine staubemittierende Bauabfallaufbereitungsanlage, welche von der Firma Buhck GmbH & Co. KG betrieben wird. Andere Anlagen in der Umgebung sind für die Staubbelastung im Plangebiet nicht relevant.


In einem ersten Schritt wurde geprüft, bei welchen Arbeitsvorgängen im Rahmen des Anlagenbetriebes maßgebliche Staubemissionen zu erwarten sind. Für diese Arbeitsvorgänge wurden die Emissionsmengen auf Basis der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 und weiterer Informationen aus der Literatur bzw. von Untersuchungen an vergleichbaren Betrieben ermittelt. Basierend auf den Ergebnissen der Emissionsberechnung wurden Ausbreitungsrechnungen mit dem Partikelmodell LASAT gemäß den Vorschriften der TA Luft durchgeführt.

Die Ausbreitungsrechnungen liefern die räumliche Verteilung der durch den Betrieb der Anlage verursachten Immissions-Zusatzbelastungen. Für die Bewertung der Ergebnisse mittels der Immissionsgrenzwerte der TA Luft wurde die Immissionsgesamtbelastung für das Beurteilungsgebiet bestimmt. Die für die Ermittlung der Gesamtbelastung benötigte Hintergrundbelastung der einzelnen Staubkomponenten wurde aus Messdaten des Luftmessnetzes des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein abgeleitet.

Die Auswertung der Immissions-Gesamtbelastung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Die höchsten Immissionsbelastungen von PM10, PM2.5 und der Staubdeposition treten in unmittelbarer Quellnähe auf dem Betriebsgelände und der näheren Umgebung auf.
- Die jahresgemittelte Immissionsbelastung im Bebauungsplangebiet unterschreitet sowohl bei der PM10- und PM2.5-Konzentration als auch bei der Staubdeposition die Jahres-Immissionswerte nach TA Luft deutlich.
- Bei dem berechneten Niveau der PM10-Belastung im Jahresmittel gilt auch der Kurzzeitwert als sicher eingehalten

Pinneberg, den 9. Juli 2020


(Dr. K. Bigalke)

Literatur

- [1] TA Luft (2002):- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.07.2002, Gemeinsames Ministerialblatt, Nr. 25-29 S. 511 ff.: Hrsg.: Bundesminister des Inneren, 2002.
- [2] 39. BImSchV (2018): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222) geändert worden ist.
- [3] VDI (2010): VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3. Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [4] VDI (2015): VDI-Richtlinie 3790, Blatt 1. Umweltmeteorologie; – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Grundlagen. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [5] LUBW (2020): Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube - Bereitstellung einer Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg (Entwurf). Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe, 03.04.2020.
- [6] Uppenkamp und Partner (2014): SIP für eine Erdaushub- und Inertstoffdeponie in Siegen. Uppenkamp und Partner - Sachverständige für Immissionsschutz, 2014.
- [7] VDI (2000): Richtlinie 3945, Blatt 3. Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle; Partikelmodell. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [8] Janicke Consulting (2019): Dispersion Model LASAT, Version 3.4. Reference Book. Janicke Consulting, Überlingen, Germany.
- [9] VDI (2010): VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13. Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsprognose. Anlagenbezogener Immissionsschutz. Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. Beuth Verlag, Berlin.
- [10] DWD (2014): DWD-Merkblatt – Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2014101714948> (abgerufen am 20. April 2015)
- [11] DWD (2004): Statistisches Windfeldmodell (SWM). https://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten/deutschland_und_bundeslaender.html (abgerufen am 06.07.2020).

- [12] VDI (2017): VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20. Umweltmeteorologie. Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. Beuth Verlag, Berlin.
- [13] Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR): https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LLUR/llur_node.html (abgerufen am 07.07.2020).
- [14] VDI (2017): VDI 3783 Blatt 8. Umweltmeteorologie. Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Beuth Verlag, Berlin.
- [15] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW (2010): Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten - Grundlage HBEFA 3.1, Freiburg.

Anhang A: LASAT - Definitionsdateien

Nachfolgend sind einige LASAT-Eingangsdaten aufgeführt. Die Dateien zur Definition der zeitabhängigen Emissionen und der meteorologischen Eingangsdaten können hier aufgrund ihres Umfangs nicht wiedergegeben werden.

param.def

```
===== param.def
.
Kennung = "Trittau"
Seed = 11111
Start = 0.00:00:00
Ende = 366.00:00:00
Intervall = 1:00:00
RefDate = 2016-01-01T00:00:00+0100
Average = 24
Series = {variable_emis.def}
Flags = MAXIMA
```

grid.def

```
= definition of calculation grids ===== grid.def
.
Sk = { 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 700.0 1000.0
1200.0 1500.0 }
ggcs = ""
nzd = 1
flags = NESTED+BODIES
-
```

```
-----
! Nm | NI Ni Nt Pt  Dd  Nx  Ny  Nz  Xmin  Ymin  Rf  Im  le  lr
-----+-----
N 01 | 1 1 3 3 16.0  126  126  22 32590617.0  5940259.0  0.5 200 1.0e-004 1.5
N 02 | 2 1 3 3  8.0  156  156  22 32591001.0  5940643.0  0.5 200 1.0e-004 1.5
N 03 | 3 1 3 3  4.0  248  248  22 32591129.0  5940771.0  0.5 200 1.0e-004 1.5
N 04 | 4 1 3 3  2.0  178  166  10 32591517.0  5941163.0  0.5 200 1.0e-004 1.5
-----
```

bodies.def

```
===== bodies.def
.
Btype = TOWER
-
!      Name |      Xb      Yb      Db      Cb
-----+-----
B      S24 | 32591624.30  5941388.60  33.0      9.0
-----
- Rechtecke:
.
Btype = BOX
-
! Name      |      Xb      Yb      Ab      Bb      Cb      Wb
-----+-----
B S20      | 32591644.10  5941256.50  31.7  15.0  10.0  10.0
B S21      | 32591626.10  5941268.90  47.0  13.0  10.0  10.0
B S22      | 32591624.00  5941280.50  40.0  68.3  7.8  10.0
B S23      | 32591614.10  5941352.00  33.0  8.0   9.5  10.0
-----
```


sources.def

```

Name = VQ
- Volumenquellen als Polygone
- L1-L4,V1-V11: Abbau, Transport, Umschlag, Separierung
Npoly = { L1    L1    L1    L1    L1    L2    L2    L2    L2    L2    L2    L2
          L2    L2    L2    L2    L2    L2    L3    L3    L3    L3    L3    L3
          L3    L3    L3    L4    L4    L4    L4    L4    L4    L4    L4    L4
          V1    V1    V1    V1    V1    V2    V2    V2    V2    V2    V3    V3
          V3    V3    V3    V4    V4    V4    V4    V4    V5    V5    V5    V5
          V5    V6    V6    V6    V6    V6    V7    V7    V7    V7    V7    V8
          V8    V8    V8    V8    V8    V9    V9    V9    V9    V9    V10   V10
          V10   V10   V11   V11   V11   V11   }
Xpoly = { 32591806.1  32591808.1  32591818.5  32591828.5  32591806.1  32591826.8
          32591767.2  32591753.9  32591692.9  32591691.3  32591681.3  32591685.1
          32591695.7  32591693.7  32591754.7  32591768.5  32591827.9  32591826.8
          32591826.9  32591767.5  32591753.9  32591757.0  32591763.6  32591760.4
          32591768.7  32591827.4  32591826.9  32591773.3  32591786.9  32591786.3
          32591772.2  32591763.6  32591744.7  32591766.9  32591764.6  32591773.3
          32591802.0  32591819.2  32591818.2  32591800.2  32591802.0  32591819.2
          32591836.0  32591833.5  32591818.0  32591819.2  32591781.0  32591795.5
          32591795.3  32591780.7  32591781.0  32591766.5  32591772.5  32591780.1
          32591775.4  32591766.5  32591742.1  32591773.4  32591770.7  32591739.6
          32591742.1  32591737.5  32591740.8  32591751.9  32591748.6  32591737.5
          32591696.7  32591693.6  32591682.0  32591685.6  32591696.7  32591713.8
          32591710.8  32591700.3  32591704.3  32591713.8  32591683.4  32591676.6
          32591670.2  32591677.3  32591683.4  32591699.3  32591701.4  32591709.1
          32591707.3  32591699.3  32591688.2  32591680.1  32591681.1  32591689.3
          32591688.2 }
Ypoly = { 5941253.0  5941242.9  5941245.4  5941268.0  5941253.0  5941270.1
          5941253.2  5941243.4  5941233.2  5941237.4  5941235.1  5941221.5
          5941223.2  5941230.7  5941241.4  5941251.1  5941268.2  5941270.1
          5941270.1  5941253.4  5941243.4  5941235.4  5941236.5  5941245.1
          5941251.4  5941268.1  5941270.1  5941249.4  5941254.3  5941255.5
          5941251.0  5941246.1  5941233.0  5941238.1  5941244.8  5941249.4
          5941230.1  5941233.1  5941245.0  5941241.1  5941230.1  5941233.1
          5941236.0  5941248.0  5941245.4  5941233.1  5941252.1  5941255.1
          5941255.6  5941252.8  5941252.1  5941249.6  5941231.3  5941232.7
          5941250.9  5941249.6  5941221.6  5941228.1  5941236.8  5941230.6
          5941221.6  5941254.6  5941244.4  5941246.2  5941256.1  5941254.6
          5941210.7  5941221.9  5941219.8  5941208.6  5941210.7  5941214.6
          5941232.5  5941230.5  5941212.8  5941214.6  5941213.0  5941235.5
          5941234.3  5941211.7  5941213.0  5941245.3  5941235.7  5941237.4
          5941246.8  5941245.3  5941243.1  5941241.4  5941237.7  5941239.1
          5941243.1 }
-
! Name | Hq Cq
-----+-----
Q L1   0.5  2.5
Q L2   0.5  2.5
Q L3   0.5  2.5
Q L4   0.5  2.5
Q V1   0.5  2.5
Q V2   0.5  2.5
Q V3   0.5  2.5
Q     V4   0.5  2.5
Q     V5   0.5  2.5
Q     V6   0.5  2.5
Q     V7   0.5  2.5
Q     V8   0.5  2.5
Q     V9   0.5  2.5
Q    V10  0.5  2.5
Q    V11  0.5  2.5
-----

```

substances.def

.
Name = gas
Einheit = g
Rate = 2.
Vsed = 0.0000

-
! Substance | Vdep Refc Refd
-----+-----
K pm-1 | 1.000e-003 4.000e-005 4.051e-006
K pm-2 | 1.000e-002 4.000e-005 4.051e-006
-----+-----

.
Name = pmu
Unit = g
Rate = 2.
Vsed = 0.0600

-
! Substance | Vdep Refc Refd
-----+-----
K pm-u | 7.000e-002 4.000e-005 4.051e-006
-----+-----

Anhang B: LASAT-Protokoll-Dateien

Loprep.log

2020-07-06 09:50:29 LOPREP_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für "p:\Projekte\19M654-B-Plan-Trittau51\work\LASAT\Rechnungen\run01"

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

Maximalwerte, Deposition

PM DEP 5,5146 g/(m²*d) (+/- 0,4%) bei x=32591686 m, y=5941240 m (1: 85, 39)
PM DRY 5,5146 g/(m²*d) (+/- 0,4%) bei x=32591686 m, y=5941240 m (1: 85, 39)
PM WET 0,0000 g/(m²*d) (+/- 0,0%)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1,5 m

PM J00 398,3 µg/m³ (+/- 0,2%) bei x=32591684 m, y=5941240 m (1: 84, 39)
PM T00 1846,4 µg/m³ (+/- 2,1%) bei x=32591686 m, y=5941242 m (1: 85, 40)
PM T35 781,8 µg/m³ (+/- 2,9%) bei x=32591684 m, y=5941240 m (1: 84, 39)

Lasat.log

[ICL version = 1700]
[compile options = /O3 /Qopenmp /fp:source]
lasat_3.4.23 2019-05-17 14:41:16
2020-07-03 19:32:59 -----
Arguments:
../LASAT/Rechnungen/run01/

TMN initialising locks, buffer count = 0
MST initializing thread 0
MST initializing thread 1
TMN_3.4.1 2019-05-09 09:41:32 3c9eb2fb
MST starting background service
MST running MstServer

Dispersion Model LASAT, Version 3.4.23-64WI17-m4
Copyright (c) L. Janicke, 30 years LASAT 1989-2019

Licence/K: METCON, Pinneberg
Working directory: ../LASAT/Rechnungen/run01/

Program is running on BATCH19
56 processors available, 56 used

Program creation date: 2019-05-17 14:41:16
MST_3.4.23 2019-05-09 09:41:17
GRD_3.4.11 2019-05-09 09:41:23
BDS_3.4.8 2019-05-09 09:41:28

```
reading grid.def ...
... grid.def evaluated
reading bodies.def ...
... bodies.def evaluated (5 bodies found)
GRD: surface of grid (1,1) : 28.50 <= 46.80 <=69.10
GRD: creating grda111.dmna ...
GRD: creating grda211.dmna ...
GRD: creating grda311.dmna ...
GRD: creating grda411.dmna ...
GRD: surface of grid (2,1) : 36.40 <= 50.73 <=67.60
GRD: creating grda121.dmna ...
GRD: creating grda221.dmna ...
GRD: creating grda321.dmna ...
GRD: creating grda421.dmna ...
GRD: surface of grid (3,1) : 36.50 <= 53.03 <=66.80
GRD: creating grda131.dmna ...
GRD: creating grda231.dmna ...
GRD: creating grda331.dmna ...
GRD: creating grda431.dmna ...
GRD: surface of grid (4,1) : 47.70 <= 57.61 <=63.70
GRD: creating grda141.dmna ...
GRD: creating grda241.dmna ...
GRD: creating grda341.dmna ...
GRD: creating grda441.dmna ...
PRM_3.4.22 2019-05-09 09:41:29
reading param.def ...
... param.def evaluated
reading substances.def|stoffe.def ...
... 3 species (2 groups) defined
reading sources.def|quellen.def ...
... 15 sources (1 groups) defined
reading emissions.def|staerke.def ...
... 15 emission definitions read
registering time series from variable_emis.def ...
... time series registered
PTL_3.4.1 2019-05-09 09:41:31
MOD_3.4.1 2019-05-09 09:41:26
PRF_3.4.16 2019-05-09 09:41:29
BLM_3.4.18 2019-05-09 09:41:19
WND_3.4.16 2019-05-09 09:41:20
DMK_3.4.8 2019-05-09 09:41:37
WLB_3.4.23 2019-05-09 09:41:35
DOS_3.4.12 2019-05-09 09:41:17
SRC_3.4.7 2019-05-09 09:41:31
WRK_3.4.20 2019-05-17 14:41:15
PPM_3.4.4 2019-05-09 09:41:28
DTB_3.4.12 2019-05-09 09:41:18
2020-07-03 19:33:00 time: [00:00:00,01:00:00]
reading meteo.def|wetter.def ...
... meteo.def evaluated
registering time series from meteo.def ...
... time series registered
BLM: Hm array set to -1.0 -1.0 -1.0 858.0 1158.0 1158.0
BLM: Hm above ground -1.0 -1.0 -1.0 815.7 1115.7 1115.7
....
....
Total Emissions:
  gas.pm-1 : 1.864406e+05 g
  gas.pm-2 : 1.254599e+06 g
  pmu.pm-u : 4.039830e+06 g

2020-07-06 03:50:29 program lasat finished
2020-07-06 03:50:29
```