

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht

Telefon +49(6051)6183 0
Telefax +49(6051)6183 11

www.mbbm-ind.com

M.Sc. Robin Weber
Telefon +49(6051)6183 223
robin.weber@mbbm-ind.com

08. März 2024
M174716/04 Version 1 WEBE/MSB

MoReTec Anlage zur Herstellung von Pyrolyseöl

Immissionsprognose Luftschadstoffe gemäß TA Luft 2021

Bericht Nr. M174716/04

Auftraggeber:	Basell Polyolefine GmbH a LyondellBasell company Brühler Straße 60 50389 Wesseling
Version:	Öffentlich
Bearbeitet von:	M.Sc. Robin Weber Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Berichtsumfang:	Insgesamt 93 Seiten, davon 59 Seiten Textteil, 4 Seiten Anhang A 23 Seiten Anhang B 7 Seiten Anhang C

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

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Situation und Aufgabenstellung	7
2 Methodik	8
3 Beurteilungsgrundlagen	9
3.1 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe	9
3.2 Geruchs-Immissionshäufigkeiten	9
3.3 Kriterien/Anhaltspunkte für Beurteilung im Einzelfall nach Anhang 7, Nr. 5 TA Luft 2021	10
3.4 Immissionswerte nach TA Luft	12
3.5 Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nach 39. BImSchV	16
3.6 Weitere Beurteilungsgrundlagen	17
4 Örtliche Situation	19
5 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung	22
5.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung	22
5.2 Verfahrenskurzbeschreibung	24
5.3 Emissionsquellen	26
6 Emission	28
6.1 Emissionsbegrenzende Anforderungen	28
6.2 Emissionen und Ableitbedingungen	29
6.3 Geruchsemissionen	31
6.4 Gasförmige Emissionen beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen Stoffen	32
6.5 Emissionen aus dem anlagenbezogenen Verkehr	32
6.6 Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände	34
6.7 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme	34
6.8 Modellierung der Emissionsquellen	35
6.9 Überhöhung	37
7 Meteorologische Eingangsdaten	38
7.1 Auswahlkriterien und Eignung	38
7.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten	39
8 Transmission	42
8.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung	42
8.2 Rauigkeitslänge	43

8.3	Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	44
8.4	Verwendetes Ausbreitungsmodell	46
8.5	Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	46
8.6	Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung	47
9	Immission	49
9.1	Beurteilungsrelevante Nutzungen/Beurteilungspunkte	49
10	Grundlagen des Berichts (Literatur)	56

Zusammenfassung

Die LyondellBasell plant auf ihrem bestehenden Werksgelände in Wesseling die Errichtung und den Betrieb einer neuartigen Pyrolyse-Anlage (MRT-1) zur Umwandlung gemischter Kunststoffe in pyrolytisches Öl und pyrolytisches Gas. Bei einer Produktionskapazität an Pyrolyseöl von 30.000 t/a sollen die Produkte den bestehenden Olefin-Crackern am Standort zur weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Prozessbedingtes Pyrolysekoks wird als Abfall betrachtet, bis eine Marktmöglichkeit/Abnehmer gefunden wird. Das Projekt sieht vor, dass das Pyrolysekoks zur weiteren Verwendung/Verarbeitung exportiert/verkauft wird.

Das Vorhaben unter dem Namen „MoReTec“ (*molecular recycling technology*) folgt der Idee einer Verwertung von Kunststoffen im Sinne einer Kreislaufwirtschaft, die Reststoffe wieder in einen hochrangigen Produktzyklus zurückführt.

Teil des Vorhabens ist zunächst die Errichtung folgender Gebäude, bzw. Anlagenteile:

- Pyrolyse-Anlage MRT-1
- Einsatzstoff-Lager/Silos (Kunststoffgranulat)
- Lagerhaus für weitere Einsatzstoffe
- Leitwarte
- Pyrolyseöl-Lagertanks
- Therm. Oxidationsanlage (TO)
- Umspannstation
- Infrastruktur (Rohrbrücke, Entwässerung, Verkehrsflächen)

und den anschließenden Betrieb der Anlage. Diese nutzt Schnittstellen zu den derzeit verfügbaren Versorgungseinrichtungen sowie sonstige sich ergebende Synergieeffekte innerhalb des Werksgeländes der LyondellBasell.

Die entstehenden Abgase beim Umfüllen und Lagern werden mit Siloaufsatzfiltern behandelt und anschließend abgeleitet. Die Abgase aus den Salzschmelzebehältern werden in die Atmosphäre abgeleitet.

Die Abgase aus dem Umwandlungsprozess werden nach Behandlung in einer thermischen Oxidationsanlage (TO) über einen neu zu errichtenden Schornstein abgeleitet, dessen nach Nr. 5.5 TA Luft erforderliche Schornsteinhöhe in Müller-BBM-Bericht Nr. M174716/01 vom 22.09.2023 mit 21 m ü. Grd. bestimmt wurde.

Die hierzu nachfolgend dokumentierte Immissionsprognose basiert auf den Anforderungen der TA Luft 2021 sowie der VDI 3783 Blatt 13 zur Qualitätssicherung bei Immissionsprognosen im anlagenbezogenen Immissionsschutz. Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 13 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM Industry Solutions GmbH Industry Solutions nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Geruchsemissionen der Anlage können aufgrund der geplanten Minderungsmaßnahmen sowie dem Abstand der Anlage zu relevanten Wohnbebauungen vernachlässigt werden.
- Die Emissionen der Luftschadstoffe Stickstoffoxide, Staub (Gesamtstaub & Partikel) sowie Fluorwasserstoff unterschreiten die jeweiligen Bagatellmassenströme nach 4.6.1.1 TA Luft 2021. Die Bestimmung von Immissionskenngrößen ist somit formal nicht erforderlich.
- In den Augen der Unterzeichner ist die Offensichtlichkeit, dass erhebliche Beeinträchtigung ausgeschlossen werden können, aufgrund der sehr geringen Emissionsmassenströme und der Entfernung der Anlage zum nächsten Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung gegeben.
Dennoch wurde eine Ausbreitungsrechnung durchgeführt, bei der die Emissionen aus dem Betrieb der TO berücksichtigt wurde. Die jeweiligen Abschneidekriterien für die betrachteten Luftschadstoffe sowie von Säure- und Stickstoffeinträgen werden im Bereich des relevanten FFH-Gebietes DE-4405-301 Rhein-Fischschutzzonen zwischen Emmerich und Bad Honnef deutlich unterschritten.

In Bezug auf die im vorliegenden Gutachten betrachteten und beurteilten Schadstoffe kann zusammenfassend davon ausgegangen werden, dass der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, insbesondere

- der Schutz der menschlichen Gesundheit,
- der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag und Gerüche,
- der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen,
- der Schutz vor negativen Auswirkungen und Beeinträchtigungen der umliegenden FFH-Gebiete durch die Einträge an Stickstoff und säurebildenden Luftschadstoffen durch das geplante Vorhaben

gemäß TA Luft 2021 bzw. den herangezogenen Beurteilungskriterien sichergestellt ist.



M. Sc. Robin Weber
Telefon +49(6051)6183-223
Projektverantwortliche(r)



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

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



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

1 Situation und Aufgabenstellung

Die LyondellBasell plant auf ihrem bestehenden Werksgelände in Wesseling die Errichtung und den Betrieb einer neuartigen Pyrolyse-Anlage (MRT-1) zur Umwandlung gemischter Kunststoffe in pyrolytisches Öl und pyrolytisches Gas. Bei einer Produktionskapazität an Pyrolyseöl von 30.000 t/a sollen die Produkte den bestehenden Olefin-Crackern am Standort zur weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Prozessbedingtes Pyrolysekoks wird als Abfall betrachtet, bis eine Marktmöglichkeit/Abnehmer gefunden wird. Das Projekt sieht vor, dass das Pyrolysekoks zur weiteren Verwendung/Verarbeitung exportiert/verkauft wird.

Das Vorhaben unter dem Namen „MoReTec“ (*molecular recycling technology*) folgt der Idee einer Verwertung von Kunststoffen im Sinne einer Kreislaufwirtschaft, die Reststoffe wieder in einen hochrangigen Produktzyklus zurückführt.

Teil des Vorhabens ist zunächst die Errichtung folgender Gebäude, bzw. Anlagenteile:

- Pyrolyse-Anlage MRT-1
- Einsatzstoff-Lager/Silos (Kunststoffgranulat)
- Lagerhaus für weitere Einsatzstoffe
- Leitwarte
- Pyrolyseöl-Lagertanks
- Therm. Oxidationsanlage (TO)
- Umspannstation
- Infrastruktur (Rohrbrücke, Entwässerung, Verkehrsflächen)

und den anschließenden Betrieb der Anlage. Diese nutzt Schnittstellen zu den derzeit verfügbaren Versorgungseinrichtungen sowie sonstige sich ergebende Synergieeffekte innerhalb des Werksgeländes der LyondellBasell.

Die geplante Anlage ist genehmigungsrechtlich wie folgt in der Anlage 1 der 4. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV) eingeordnet:

Nr. 4.1.1: Anlagen zur Herstellung von Stoffen oder Stoffgruppen durch chemische, biochemische oder biologische Umwandlung in industriellem Umfang [...] zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen (lineare oder ringförmige, gesättigte oder ungesättigte, aliphatische oder aromatische)

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens für die geplante Anlagenänderung wurde die Müller-BBM Industry Solutions GmbH mit der Erstellung einer Immissionsprognose für Luftschadstoffe nach TA Luft 2021 in Verbindung mit VDI 3783 Blatt 13 beauftragt.

Das vorliegende Gutachten enthält alle Angaben zu den spezifischen Quellen- und Ausbreitungsdaten, die der Berechnung zugrunde liegen, sowie eine Darstellung der aus der Anlage resultierenden Immissionen.

2 Methodik

Wie in Kapitel 6.7 aufgezeigt wird, unterschreiten die Emissionsmassenströme der jeweiligen Luftschadstoffe die zugehörigen Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 deutlich. Die Bestimmung von Immissionskenngrößen ist somit formal nicht erforderlich.

Auch die Emission an Stoffen, für die kein Bagatellmassenstrom vorliegt (Formaldehyd, Acetaldehyd, Chlor, Chlorwasserstoff) sind als gering zu bezeichnen.

Gemäß Anhang 8 der TA Luft gilt jedoch:

Ist eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebiets von gemeinschaftlicher Bedeutung nicht offensichtlich ausgeschlossen, so soll im Hinblick auf die Stickstoff- oder Schwefeldeposition, innerhalb des Einwirkungsbereiches der Jahresmittelwert der Zusatzbelastung nach Nummer 4.6.4 gebildet werden, wobei die Bestimmung der Immissionskenngrößen im Regelfall auch bei Erfüllung der in Nummer 4.6.1.1 genannten Bedingungen erfolgen soll.

In den Augen der Unterzeichner ist die Offensichtlichkeit, dass erhebliche Beeinträchtigung ausgeschlossen werden können aufgrund der sehr geringen Emissionsmassenströme und der Entfernung der Anlage zum nächsten Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung gegeben. Um dies zu verdeutlichen, wurde eine überschlägige Ausbreitungsrechnung durchgeführt.

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe

Im vorliegenden Fall sind als mögliche luftverunreinigende Stoffe Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Organische Schadstoffe (Acetaldehyd, Benzol, Formaldehyd), Chlor, (Staub-)Partikel (PM₁₀, PM_{2,5})¹ und Staubniederschlag, sowie Geruch zu betrachten.

Aufgrund der Nähe der Anlage zu den bebauten Gebieten der umgebenden Städte und Gemeinden sind gemäß TA Luft 2021 im Umfeld der Anlage die Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen (hier: NO_x und HF) i. d. R. nicht anzuwenden. Es kann jedoch im Interesse des Schutzes besonders schutzbedürftiger Bereiche erforderlich sein, nähergelegene Beurteilungspunkte zu betrachten.

3.2 Geruchs-Immissionshäufigkeiten

Eine Geruchsimmission ist nach TA Luft 2021 [4] zu beurteilen, wenn sie nach ihrer Herkunft aus Anlagen erkennbar, d. h. abgrenzbar gegenüber Gerüchen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrandbereich, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder ähnlichem ist.

Gemäß Anhang 7, Nr. 3.1 der TA Luft 2021 sind i. d. R. von Anlagen herrührende Geruchsimmissionen dann als erhebliche Belästigung zu werten, wenn die Gesamtbelastung die in nachfolgender Tabelle 1 aufgeführten Immissionswerte überschreitet. Bei den Immissionswerten handelt es sich um relative Häufigkeiten der Geruchsstunden als Anteil an den Jahresstunden.

Tabelle 1. Immissionswerte der TA Luft 2021.

Gebietsausweisung ¹⁾	Immissionswert
Wohn-/Mischgebiete, Kerngebiete mit Wohnen, urbane Gebiete	0,10
Gewerbe-/Industriegebiete, Kerngebiete ohne Wohnen	0,15
Dorfgebiete ²⁾	0,15

¹⁾ Sonstige Gebiete, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind entsprechend den Grundsätzen des Planungsrechtes zuzuordnen.

²⁾ Der Immissionswert der Zeile „Dorfgebiete“ gilt nur für Geruchsimmissionen verursacht durch Tierhaltungsanlagen in Verbindung mit der belästigungsrelevanten Kenngröße IG_b (s. Nr. 4.6 Anhang 7).

Sonstige Gebiete, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind gemäß Anhang 7, Nr. 3.1 der TA Luft 2021 entsprechend den Grundsätzen des Planungsrechtes den einzelnen Zeilen der Tabelle 1 zuzuordnen.

¹ PM10: Particulate Matter < 10 µm; Staubteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser d₅₀ <10 µm; PM_{2,5} analog.

Der in der TA Luft 2021 genannte Immissionswert von 0,15 für Gewerbe- und Industriegebiete bezieht sich auf Wohnnutzung im Gewerbe- bzw. Industriegebiet (z. B. Betriebswohnungen auf dem Firmengelände). Aber auch Beschäftigte eines anderen Betriebes sind Nachbarn mit einem Schutzanspruch vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsmissionen. Aufgrund der grundsätzlich kürzeren Aufenthaltsdauer (ggf. auch der Tätigkeitsart) benachbarter Arbeitnehmer können in der Regel höhere Immissionen zumutbar sein. Die Höhe der zumutbaren Immissionen ist daher im Einzelfall festzulegen. [4]

Wird das Irrelevanzkriterium (0,02) durch die Gesamtzusatzbelastung eingehalten, soll nach Anhang 7, Nr. 4.1 der TA Luft 2021 die Ermittlung der Vor- sowie der Gesamtbelastung entfallen. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass durch die Anlage keine erheblichen Belästigungen hervorgerufen werden.

Zudem soll nach Nr. 3.3 des Anhangs 7 der TA Luft 2021 die Genehmigung für eine Anlage auch bei Überschreitung der Immissionswerte des Anhangs 7 der TA Luft 2021 nicht wegen der Geruchsmissionen versagt werden, wenn der von dem zu beurteilenden Vorhaben zu erwartende Immissionsbeitrag (Kenngröße der zu erwartenden Zusatzbelastung nach Nr. 4.5 Anhang 7) auf keiner Beurteilungsfläche den Wert 0,02 überschreitet.

Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass das Vorhaben die belästigende Wirkung einer vorhandenen Belastung nicht relevant erhöht (Irrelevanz der zu erwartenden Zusatzbelastung – Irrelevanzkriterium). In Fällen, in denen übermäßige Kumulationen durch bereits vorhandene Anlagen befürchtet werden, ist zusätzlich zu den erforderlichen Berechnungen auch die Gesamtbelastung im Ist-Zustand in die Beurteilung einzubeziehen. D. h. es ist zu prüfen, ob bei der Vorbelastung noch ein zusätzlicher Beitrag von 0,02 toleriert werden kann.

Eine Gesamtzusatzbelastung (d. h. ein Immissionsbeitrag der Gesamtanlage) von 0,02 ist auch bei übermäßiger Kumulation als irrelevant anzusehen.

Nach Anhang 7, Nr. 3.3 der TA Luft 2021 ist bei übermäßiger Kumulation für nicht immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen ebenso eine negative Zusatzbelastung irrelevant, sofern die Anforderungen des § 22 Absatz 1, BImSchG eingehalten werden.

3.3 Kriterien/Anhaltspunkte für Beurteilung im Einzelfall nach Anhang 7, Nr. 5 TA Luft 2021

Nach Anhang 7, Nr. 5 der TA Luft 2021 ist für die Beurteilung, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Geruchsmissionen hervorgerufen werden, ein Vergleich der nach TA Luft 2021 zu ermittelnden Kenngrößen mit den in Tabelle 1 festgelegten Immissionswerten jedoch nicht ausreichend, wenn

- a) in Gemengelage Anhaltspunkte dafür bestehen, dass trotz Überschreitung der Immissionswerte aufgrund der Ortsüblichkeit der Gerüche keine erhebliche Belästigung zu erwarten ist, wenn zum Beispiel durch eine über lange Zeit gewachsene Gemengelage von einer Bereitschaft zur gegenseitigen Rücksichtnahme ausgegangen werden kann

oder

- b) auf einzelnen Beurteilungsflächen in besonderem Maße Geruchsimmissionen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrandbereich, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder anderen nicht nach Nummer 3.1 Absatz 1 Anhang 7 zu erfassenden Quellen auftreten

oder

- c) Anhaltspunkte dafür bestehen, dass wegen der außergewöhnlichen Verhältnisse hinsichtlich Hedonik und Intensität der Geruchswirkung, der ungewöhnlichen Nutzungen in dem betroffenen Gebiet oder sonstiger atypischer Verhältnisse
 - trotz Einhaltung der Immissionswerte schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden (zum Beispiel Ekel und Übelkeit auslösende Gerüche) oder
 - trotz Überschreitung der Immissionswerte eine erhebliche Belästigung der Nachbarschaft oder der Allgemeinheit durch Geruchsimmissionen nicht zu erwarten ist (zum Beispiel bei Vorliegen eindeutig angenehmer Gerüche).

Geruchsintensität

In Anhang 7, Nr. 1 der TA Luft 2021 wird ausgeführt, dass gemäß wissenschaftlicher Erkenntnisse „mit der Geruchshäufigkeit eine sachgerechte und hinreichend genaue Beschreibung des Belästigungsgrades von Anwohnerinnen und Anwohnern möglich ist“. Im Regelfall spielt die Geruchsintensität bei der Bewertung von Geruchsimmissionen daher keine Rolle.

Zur Beschreibung der Geruchssituation kann im begründeten Einzelfall auch eine Bewertung der Geruchsintensitäten vorgenommen werden. Hierzu können, neben der Auswertung der Geruchsstundenhäufigkeiten nach TA Luft 2021 (Standardbewertung), folgende Kenngrößen gebildet werden:

- Häufigkeiten der Stundenwerte je Intensitätsstufe > 0,
- mittlere Geruchsintensität für Intensitätsstufen > 0.

Die Intensitätsstufen werden hierbei gemäß VDI 3940 Blatt 3 [15] nach Tabelle 2 kategorisiert.

Tabelle 2. Kategorienskalerung zur Angabe der Geruchsintensität nach VDI 3940 Blatt 3.

Geruch	Intensitätsstufe
extrem stark	6
sehr stark	5
stark	4
deutlich	3
schwach	2
sehr schwach	1

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\174\MM174716_04_BER_ID_ÖFFENTLICH.DOCX:08. 03. 2024

Mit Hilfe der Ausbreitungsrechnung werden hierzu Stundenwerte der Geruchsstoffkonzentration c in GE/m³ berechnet. Die Ermittlung der Geruchsintensität erfolgt dann gemäß VDI 3940 Blatt 5 [16] über die Weber-Fechner-Gleichung nach Gleichung (1).

$$I = F_w \times \lg \frac{c}{c_0} \quad (1)$$

Dabei ist:

I = Intensität der Geruchsempfindung (siehe Tabelle 2)

F_w = Weber-Fechner-Koeffizient = 2 (Konvention nach VDI 3940 Blatt 5)

c = Geruchsstoffkonzentration am Immissionsort

c_0 = Integrationskonstante = 0,2 GE/m³ (Konvention nach VDI 3940 Blatt 5)

Die Ermittlung der mittleren Geruchsintensität erfolgt analog VDI 3940 Blatt 3 [15].

3.4 Immissionswerte nach TA Luft

Grundlage der Beurteilung ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft 2021 [4]).

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

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

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

Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung nach Buchstabe c) liegt im Hinblick auf die vorliegend untersuchten Stoffe dann vor, wenn diese in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubbiederschlag drei Prozent des Immissionswertes nicht überschreitet, die Gesamtzusatzbelastung durch Geruchsimmissionen den Wert 0,02 nicht überschreitet, die Gesamtzusatzbelastung in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen 10 Prozent des jeweiligen Immissionswertes und in Bezug auf Immissionswerte für Schadstoffdepositionen 5 Prozent des jeweiligen Immissionswertes nicht überschreitet.

Neben den auf die Gesamtzusatzbelastung (d. h. die Immissionsbeiträge der Gesamtanlage) zu beziehenden Irrelevanzkriterien der Nr. 4.1 TA Luft 2021, bei denen die Ermittlung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich ist, sind in Nrn. 4.2.2, 4.3.1.2, 4.4.3, 4.5.2 TA Luft 2021 Irrelevanzkriterien für die Zusatzbelastung (d. h. die vorhabenbedingte Änderung der Immission) gegeben, bei denen ein Vorhaben auch bei Überschreitung der Immissionswerte durch die Gesamtbelastung zulässig ist.

Die Bestimmung der Immissionskenngrößen ist im Genehmigungsverfahren für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn

- a) die nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionsmassenströme die in Tabelle 7 der TA Luft 2021 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten (s. Tabelle 3) und
- b) die nicht nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 Prozent der in Tabelle 7 der TA Luft 2021 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten (s. Tabelle 3),

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt.

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

Bei einer Änderungsgenehmigung kann darüber hinaus von der Bestimmung der Immissionskenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung abgesehen werden, wenn sich die Emissionen an einem Stoff durch die Änderung der Anlage nicht ändern oder sinken und keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass sich durch die Änderung die Immissionen erhöhen oder die Ermittlung der Zusatzbelastung ergibt, dass sich durch die Änderung die Immissionen nicht erhöhen (vernachlässigbare Zusatzbelastung).

Die im Sinne dieser Regelung zur Beurteilung potentiell zu Grunde zu legenden Emissions- und Immissionswerte sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Tabelle 3. Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021, Tabelle 7.

Stoff/Stoffgruppe	Bagatellmassenstrom, Nr. 4.6.1.1 TA Luft	
	nach Nr. 5.5 TA Luft (=„gefasst“) abgeleitet	nicht nach Nr. 5.5 TA Luft (=„diffus“) abgeleitet
Benzol	0,05 kg/h	0,005 kg/h
Fluor und seine gasförmigen anorganischen Verbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	0,018 kg/h	0,0018 kg/h
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	1,0 kg/h	0,10 kg/h
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8 kg/h	0,08 kg/h
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5 kg/h	0,05 kg/h
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als NO ₂	15 kg/h	1,5 kg/h

Tabelle 4. Immissionswerte (Mittelung über 1 Jahr) und Irrelevanzkriterien nach TA Luft 2021.

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert IJW	Irrelevanzkriterium, Gesamtzusatzbelas- tung	Kriterium für Geneh- migungsfähigkeit bei Überschreitung, Zusatzbelastung
<i>Schutz der menschlichen Gesundheit</i>			
<i>gemäß Nr.</i>	<i>4.2.1</i>	<i>4.1</i>	<i>4.2.2</i>
	µg/m ³	% des IJW	% des IJW
Benzol (C ₆ H ₆)	5	3	3,0
Partikel (PM ₁₀)	40	3	3,0
Partikel (PM _{2,5})	25	3	3,0
Schwefeldioxid (SO ₂)	50	3	3,0
<i>Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen</i>			
<i>gemäß Nr.</i>	<i>4.3.1.1</i>	<i>4.1</i>	<i>4.3.1.2</i>
	g/(m ² d)	% des IJW	mg/(m ² d)
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35	3	10,5
<i>Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen</i>			
<i>gemäß Nr.</i>	<i>4.4.1 u. 4.4.2</i>	<i>4.1</i>	<i>4.4.3</i>
	µg/m ³	% des IJW	µg/m ³
Fluor und Fluorverb. (angegeben als F) ⁽⁴⁾	0,4 ⁽⁴⁾	10	0,04
Stickstoffoxide (NO _x ,	30 ⁽¹⁾	10	3

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

Tabelle 5. Immissionswerte (Mittelung über 24 Stunden) nach TA Luft 2021.

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert ITW	zulässige Überschreitungs- häufigkeit im Jahr
<i>Schutz der menschlichen Gesundheit</i>		
<i>gemäß Nr.</i>	<i>4.2.1</i>	<i>4.2.1</i>
	µg/m ³	
Partikel (PM ₁₀)	50	35 ¹⁾

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

Tabelle 6. Immissionswerte (Mittelung über 1 Stunde) nach TA Luft 2021.

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert ITW	zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
<i>Schutz der menschlichen Gesundheit</i>		
<i>gemäß Nr.</i>	4.2.1	4.2.1
	µg/m ³	
Stickstoffdioxid (NO ₂)	200	18

3.5 Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nach 39. BImSchV

Die Immissionswerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie sind mit der 39. BImSchV [3] in nationales Recht überführt worden. Mehrheitlich sind die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe auch in die TA Luft 2021 [4] (hier: Partikel PM₁₀ sowie PM_{2,5}, Stickstoffoxide) übernommen worden, so dass immissionsseitig sowohl mit als auch ohne Anlagenbezug eine im Wesentlichen homogene Beurteilungsgrundlage existiert.

Die derzeit gültigen nationalen und europäischen Grenz- und Zielwerte, bezogen auf den Schutz der menschlichen Gesundheit, sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7. Immissionsgrenz- und Zielwerte der 39. BImSchV.

Stoffe/Stoffgruppe	Mittelungszeitraum	Grenzwert	zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahr	40	µg/m ³
	Stunde	200	18
Partikel (PM ₁₀)	Jahr	40	µg/m ³
	Tag	50	35
Partikel (PM _{2,5})	Jahr	25	µg/m ³
Kohlenmonoxid (CO)	max. 8h-Mittel/Tag	10	mg/m ³

*) Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV [3] sowie Orientierungswert gemäß LAI 2004 [28].

Vorgeschlagenes Irrelevanzkriterium

Ein Irrelevanzkriterium ist in der 39. BImSchV nicht festgelegt. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach Kriterien der 39. BImSchV zum Schutz der menschlichen Gesundheit wird analog TA Luft 2021 ein Irrelevanzkriterium von 3 % (Gesamtzusatzbelastung) bzw. 3,0 % (Zusatzbelastung) des jeweiligen Immissionswertes vorgeschlagen.

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

3.6 Weitere Beurteilungsgrundlagen

Abschneidekriterium für Stickstoffeinträge

Für Stickstoffeinträge ist gemäß einem BAST-Forschungsvorhaben [19], dem Stickstoffleitfaden Straße der FGSV [27], dem Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen [29] sowie gemäß der Neufassung der TA Luft 2021 [4] ein Abschneidekriterium von 0,3 kg N/(ha·a) definiert. Wird das Abschneidekriterium unterschritten, so sind gemäß Definition erhebliche Beeinträchtigungen ausgeschlossen.

Das Abschneidekriterium von 0,3 kg N/(ha·a) ist als Konvention höchstrichterlich durch das BVerwG [30] anerkannt. Das Abschneidekriterium wurde zuletzt durch die Urteile des BVerwG vom 15.05.2019 (7 C 27.17) [31] und vom 12.06.2019 Az. 9 A 2.18 (9 A 25.05) [32] ausdrücklich und als beste fachwissenschaftliche Erkenntnis für eutrophierende Stickstoffeinträge bestätigt. Es wurde in die Neufassung der TA Luft 2021 [4], Anhang 8 aufgenommen und ist somit Bestandteil einer Rechtsnorm.

Abschneidekriterium für Säureeinträge

Für Säureeinträge wird gemäß der Neufassung der TA Luft 2021 [4], Anhang 8 als Abschneidekriterium ein Wert von 0,04 keq/(ha·a) angewendet. Dieses Abschneidekriterium berücksichtigt stickstoff- und schwefelbürtige versauernde Stoffeinträge in Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung. Dieses Abschneidekriterium ist als aktueller wissenschaftlicher Kenntnisstand zur Bewertung von Säureeinträgen einzustufen.

Critical Level Stickstoffoxid

Für die Bewertung von Stickstoffoxiden wird der ein Beurteilungswert von 30 µg/m³(Critical Levels) gemäß der „Vollzugshilfe zur Ermittlung erheblicher und irrelevanter Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete“ [33] herangezogen. Es handelt sich um die Schadstoffkonzentration, bei deren Überschreitung nachteilige Effekte u. a. bei Pflanzen und Ökosystemen eintreten können. Bei Unterschreitung des Abschneidekriteriums (1 % der Critical Level) oder bei Unterschreitung der Critical Level in der Gesamtbelastung sind keine grundlegenden stoffbedingten Störungen und damit keine erheblichen Beeinträchtigungen eines FFH-Gebietes zu erwarten.

Formaldehyd

Für Formaldehyd liegt kein Immissionswert in der TA Luft, 39. BImSchV oder anderen Rechtsgrundlagen vor. Von Seiten des LAI wird ebenfalls kein expliziter Orientierungswert für die Sonderfallprüfung genannt.

Als Arbeitsplatzgrenzwert wird in der TRGS 900 [20] eine Luftkonzentration von 0,37 mg/m³ (bzw. 0,3 ml/m³ festgelegt, dies entspricht auch der Empfehlung der MAK- Kommission der DFG [21].

Im Rahmen eines Projektes des UBA zur Bewertung von krebserzeugenden Stoffen für die TA Luft wurde aus diesem Arbeitsplatzgrenzwert [19] ein Immissionswert für die Außenluft von gerundet $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet, bei dem eine Lebenszeitexposition nicht mehr mit einem erhöhten Krebsrisiko verbunden ist. Im Hinblick auf die im UBA-Bericht enthaltenen Ausführungen, wird vorgeschlagen, im Zuge der Sonderfallprüfung diesen Wert bzw. ein an diesem orientiertes Irrelevanzkriterium von 3 % dieses Werts (entsprechend ca. $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) heranzuziehen.

Acetaldehyd

Für Acetaldehyd liegt kein Immissionswert in der TA Luft, 39. BImSchV oder anderen Rechtsgrundlagen vor. Von Seiten des LAI wird ebenfalls kein expliziter Orientierungswert für die Sonderfallprüfung genannt.

Als Arbeitsplatzgrenzwert wird in der TRGS 900 [20] eine Luftkonzentration von $91 \text{ mg}/\text{m}^3$ (bzw. $50 \text{ ml}/\text{m}^3$) festgelegt, dies entspricht auch der Empfehlung der MAK-Kommission der DFG [21].

Entsprechend [28] wird ein Hundertstel dieses Arbeitsplatzgrenzwertes, also $910 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Beurteilungswert herangezogen.

Abschneidekriterium für sonstige Stoffe (Gasförmige Luftschadstoffe)

Für alle anderen Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete wird gemäß dem o. g. Fachkonventionsvorschlag [23] [25] und gemäß der „Vollzugshilfe zur Ermittlung erheblicher und irrelevanter Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete“ des Landesamtes für Umwelt Brandenburg [33] als Regelannahme die Anwendung eines Abschneidewertes von 1 % des jeweiligen Beurteilungswertes empfohlen. In Analogie zu den Einträgen von Stickstoff und Säure in Natura 2000-Gebiete können Stoffeinträge unter 1 % eines Beurteilungswertes nicht mehr kausal einem bestimmten Vorhaben zugerechnet werden (so auch OVG Münster, Urteil vom 09.12.2009, Az. 8 D 12/08.AK, Rn. 273, 292). Ferner hat eine beispielhafte Betrachtung von einigen sehr umweltgefährlichen Stoffen gezeigt, dass sich dieses 1 %-Abschneidekriterium auch mit einem am Chemikalienrecht orientierten Ansatz begründen lässt. [23] [33].

4 Örtliche Situation

Der Standort des geplanten Vorhabens zur Errichtung und zum Betrieb der MRT-1 befindet sich innerhalb des bestehenden, ca. 250 ha großen Werksgeländes der LyondellBasell innerhalb der kommunalen Grenzen der Städte Köln und Wesseling. Zwischen den einzelnen Anlagen verlaufen regelmäßig angeordnete Verkehrsflächen sowie Rohrbrücken zur Versorgung der einzelnen Baufelder. Zwischen den einzelnen Anlagen sind neben Lager- und Werkstattflächen auch ungenutzte Frei- bzw. Grün oder Schotterflächen gelegen, die in Einzelfällen Strauch- oder Baumbestände aufweisen. Insb. im westlichen und südlichen Werksteil befinden sich auch landwirtschaftliche Nutzungen.

Unmittelbar an die Werksgrenzen schließen teils Nutzungen des Handelsgewerbes, sonstige Dienstleistungsbetriebe sowie weitere landwirtschaftliche Nutzungen, vornehmlich Ackerbau, an. Eine Übersicht über die Lage der geplanten MRT-1 innerhalb des Industriegebietes geben die nachfolgenden Abbildungen.

Die nächstgelegenen Wohngebiete umliegender Gemeinden befinden sich in Godorf, (ca. 900 m nordöstlich des Vorhabenstandortes) sowie Wesseling und Berzdorf (ca. 1 km südlich/südwestlich). Etwa 80 m östlich des Pyrolyseöl-Tanklagers und ca. 240 m östlich der MRT-1 verläuft in Nord-Süd-Richtung die Autobahn 555, inkl. der Abfahrt Köln-Godorf (ca. 500 m nordnordöstlich) durch das Industriegebiet. Jenseits sind weitere industrielle Nutzungen, Schienenstränge, großflächige Hafenanlagen und schließlich der Rheinverlauf inkl. bewaldetem Ostufer sowie weiterer landwirtschaftlicher Nutzungen gelegen.

Unmittelbar an die Werksgrenzen schließen teils Nutzungen des Handelsgewerbes, sonstige Dienstleistungsbetriebe sowie weitere landwirtschaftliche Nutzungen, vornehmlich Ackerbau, an. Eine Übersicht über die Lage der geplanten MRT-1 innerhalb des Industriegebietes geben die nachfolgenden Abbildungen.

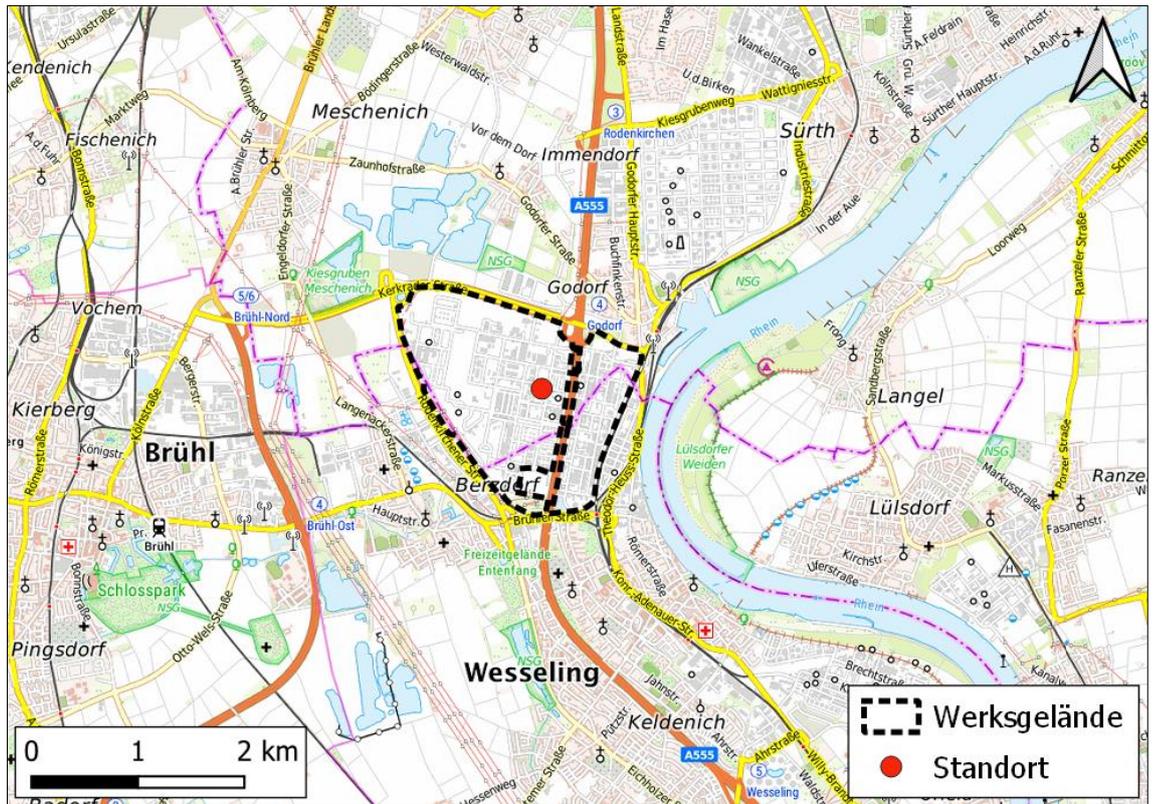


Abbildung 1. Auszug aus der Karte im Bereich der Anlage. Der Standort der Anlage ist rot markiert. Hintergrund: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, TopPlusOpen (2023) [39] [46].

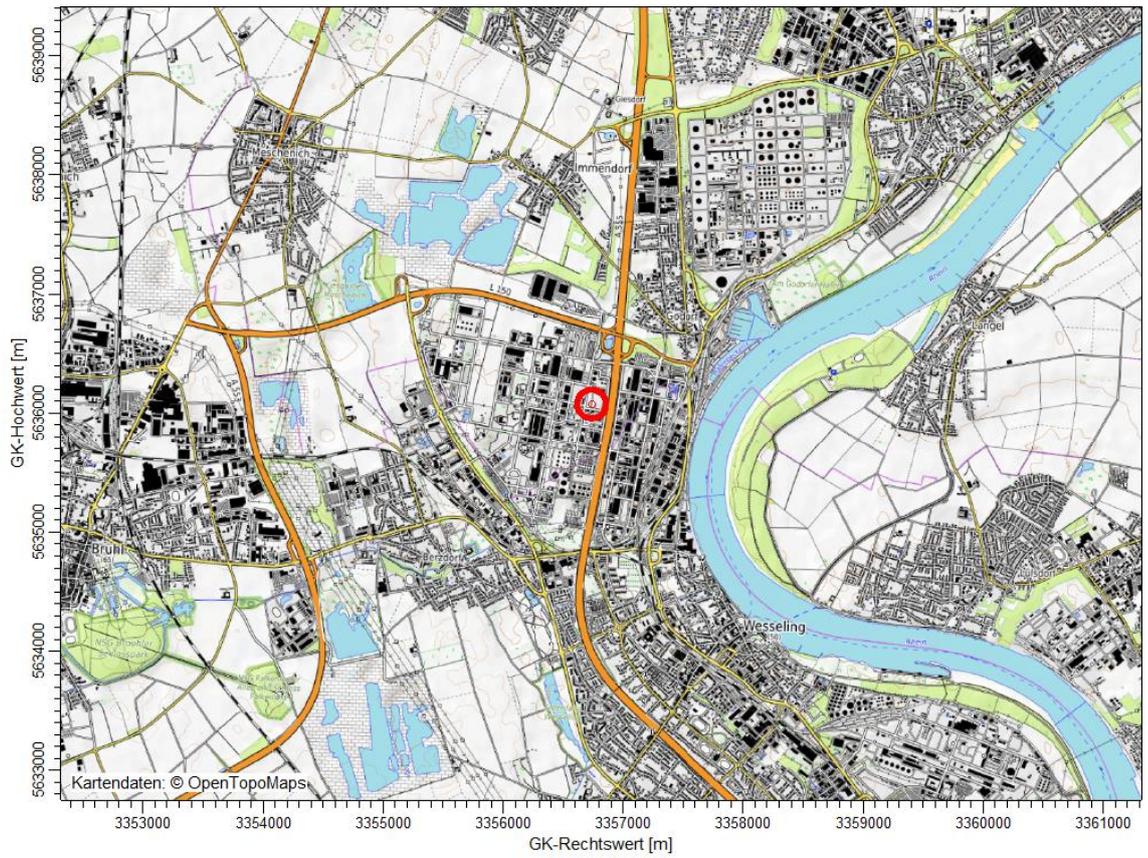


Abbildung 2. Auszug aus der Topographischen Karte im Bereich der Anlage. Der Standort der Anlage ist rot markiert. Kartengrundlage: © OpenTopoMap [42].

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\174\MM174716\04_BER_1D_ÖFFENTLICH.DOCX:08. 03. 2024

5 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

5.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

Im Gebäude der MRT-1 laufen die Umwandlungsprozesse zur Produktion von ca. 30.000 t/a Pyrolyseöl ab.

Die geplante Anlage besteht aus:

- Pyrolyse-Anlage MRT-1 (Baufeld E354)
- Einsatzstoff-Handling/-Lager/Silos (gemischte Kunststoffgranulate, 4 Silos, Baufeld E355)
- Lagerung/Handling für Co-Produkt Pyrolysekoks (1 Silo, Baufeld E335)
- Therm. Oxidationsanlage (Baufeld D300)
- Pyrolyseöl-Lagertanks (2 x 190 t; Baufeld D304)
- Lagerhaus für weitere Einsatzstoffe (Baufeld E325),
- Leitwarte (Baufeld E345)
- Infrastruktur (Rohrbrücke, Entwässerung, Verkehrsflächen)

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Lage der einzelnen Anlagenteile im Aufstellungsplan und eine Visualisierung der Anlage.

Im Gebäude der MRT-1 laufen die Umwandlungsprozesse zur Produktion von ca. 30.000 t/a Pyrolyseöl ab. Das Gebäude wird eine Höhe von ca. 46 m ü. Grund erreichen. Die thermische Oxidationsanlage, im Folgenden TO (für Thermal Oxidizer; Thermische Oxidationsanlage) wird im Baufeld D300 errichtet.

Das Einsatzstoff-Lager wird unmittelbar westlich der MRT-1 errichtet und besteht aus 4 einzelnen Silos, von denen 3 für die Lagerung der Eingangsware genutzt werden (3×280 t) und ein Silo zur Mischung der Einsatzstoffe bereitgehalten wird.

Südlich der MRT-1 werden die Leitwarte und das Lagerhaus in Form ein- bis zweistöckiger Gebäude errichtet. Östlich dieser beiden Gebäude wird zudem eine neue Umspannstation (modulare Containerbauweise) errichtet, die in das elektrische Netz des Werksgeländes eingebunden wird.

Das Pyrolyseöl-Tanklager wird auf dem Baufeld D304 etwa 100 m östlich der MRT-1 errichtet. Es wird aus zwei doppelwandigen, leckageüberwachten, erdgedeckten zylindrischen Lagertanks (B-8001/B-8002; Druckbehälter) mit einer Lagerkapazität von je ca. 190 t bestehen und über Rohrbrückenverbindungen an die MRT-1 angebunden sein. Westlich anschließend wird ein Abfüllplatz für Tankwagen eingerichtet.

5.2 Verfahrenskurzbeschreibung

Das Ziel der MRT 1 besteht darin, aufbereitete gemischte Kunststoffe aus dem Endverbraucherbereich für die Produktion von Pyrolyseöl zu verarbeiten. Dieser vorbehandelte Einsatzstoff (gemischte Kunststoffe in Form von Agglomeraten oder Pellets) wird dafür einer Pyrolyse unterzogen.

Das im Prozess erzeugte Pyrolyseöl wird in erdgedeckten, doppelwandigen und leckageüberwachten Druckbehältern gelagert und dann entweder an die Dampfcraacker-Einheiten des Standortes als Einsatzmaterial weitergeleitet oder exportiert. Das Nebenprodukt Pyrolysegas wird in die Dampfcraacker-Einheiten zur Rückgewinnung von Kohlenwasserstoffen geleitet. Das Nebenprodukt Pyrolysekoks wird zum derzeitigen Stand als Abfall entsorgt, bis eine Marktmöglichkeit / ein Abnehmer gefunden wird.

Der Einsatzstoff wird per LKW an die MRT 1 geliefert, wo er zunächst in Silos gelagert wird. Vor der Weiterverarbeitung in der Extrudereinheit wird der Einsatzstoff in einem Mischsilo vereinheitlicht und im Nachgang mit den Extrusionsadditiven versetzt. Potenzielle metallische Bestandteile, die noch im Einsatzstoff enthalten sind, werden mit Hilfe eines Metallabscheiders abgetrennt werden. Der Einsatzstoff (inkl. der zugesetzten Extrusionsadditive) wird dann der Extrusion zugeführt, wo es für den anschließenden Einsatz im Pyrolysereaktor vorbereitet wird.

Für die spätere Pyrolysereaktion werden aus einem feststoffförmigen Katalysator und einem Additiv eine Katalysatorsuspension sowie Additivsuspension hergestellt. Zur Herstellung beider Suspensionen werden der Katalysator bzw. das Additiv in Bigbags an den Standort geliefert.

In der Pyrolyseeinheit werden sowohl der Einsatzstoff aus den Extrudern als auch die Katalysator-/Additivsuspensionen in die Reaktoreinheit geleitet. Die Einsatzstoffschmelze wird bei hoher Temperatur schnell in relativ schwere Verbindungen aufgespalten, die weiter in kleinere Moleküle zerlegt werden. Wenn diese kleineren Moleküle leicht genug sind, um unter den bestehenden Betriebsbedingungen zu siedeln, werden die Dämpfe aus dem Reaktor abgeleitet und teilweise kondensiert. Die verbleibende Reaktorsuspension besteht dann hauptsächlich aus Pyrolyseöl und dem Pyrolysekoks.

Pyrolysekoks entsteht als Nebenprodukt. Dieses wird ausgeschleust aus der Reaktoreinheit und in einen Pyrolysekoksbehälter gefördert, in dem bei hohen Temperaturen und niedrigem Druck die Trocknung des Pyrolysekoks erfolgt. Bei diesem Vorgang werden aus dem Koks verbliebene Kohlenwasserstoffe freigesetzt, die dann in flüssiger Form zur Wiederaufbereitung zurück in die Pyrolyseeinheit geführt werden.

Danach wird das Pyrolysekoks abgekühlt und in einen Lagerbehälter gefördert. Von dort aus wird es in LKW verladen und, wie eingangs bereits erwähnt, zum derzeitigen Zeitpunkt primär der Entsorgung zugeführt.

Der Pyrolysereaktoreinheit ist eine Kondensationseinheit nachgeschaltet. Dort wird der heiße Dampf aus der Pyrolysereaktoreinheit abgekühlt und teilweise kondensiert. Die schwereren Fraktionen, die sich am Boden der Kondensationseinheit sammeln, bilden das Hauptprodukt der Anlage: das Pyrolyseöl.

Die nicht kondensierten leichteren Komponenten des Gasgemischs werden als Pyrolysegas zu den bestehenden Dampfcraacker-Anlagen am Standort geleitet.

Das Pyrolyseöl wird in den Pyrolyseöl-Lagertanks bis zum Einsatz in den Dampfcraackern oder einem möglichen Export zwischengelagert.

Kontinuierlich anfallende Abgase aus dem Anlagenprozess (bspw. aus der Extrudereinheit) werden in einer thermischen Oxidationsanlage behandelt.

Die thermische Oxidation ist ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen, bei dem im vorliegenden Fall die brennbaren Anteile (organische Substanzen) und Abgase unter Brenngas- (Methan (hier insbesondere MFM = Methan-Fraktion-Monomere)) und Luftzugabe in einer Brennkammer nahezu vollständig in Kohlendioxid und Wasser umgewandelt. Die Brenngaszugabe ist aufgrund des geringen Kohlenwasserstoffanteils sowie des hohen Stickstoffanteils im Rohgas erforderlich, da ansonsten keine autotherme Verbrennung möglich ist.

Die Verweilzeit und die Temperatur in der Brennkammer werden kontrolliert, um eine vollständige Oxidation zu gewährleisten.

Die Anlage nutzt Schnittstellen zu den derzeit verfügbaren Versorgungseinrichtungen sowie sonstige sich ergebende Synergieeffekte innerhalb des Werksgeländes der Basell Polyolefine GmbH in Wesseling.

Kontinuierlich anfallende Roh- und Abgase aus dem Anlagenprozess (bspw. aus der Extrudereinheit) werden in einer thermischen Oxidationsanlage behandelt.

Die thermische Oxidation ist ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen, bei dem im vorliegenden Fall die brennbaren Anteile (organische Substanzen) und Abgase unter Brenngas- (MFM) und Luftzugabe in einer Brennkammer nahezu vollständig in Kohlendioxid und Wasser umgewandelt. Die Brenngaszugabe ist aufgrund des geringen Kohlenwasserstoffanteils sowie des hohen Stickstoffanteils im Rohgas erforderlich, da ansonsten keine autotherme Verbrennung möglich ist.

Die Verweilzeit in der Brennkammer wird kontrolliert, um eine vollständige Oxidation zu gewährleisten.

5.3 Emissionsquellen

Emissionen von Luftschadstoffen entstehen

- durch den Betrieb der thermischen Oxidationsanlage (TO)
- aus den Salzschnmelzebehältern
- den diversen Siloanlagen
„Process Vents“
- und dem anlagenbezogenen Verkehr.
- Es ergeben sich die folgenden (gefassten) Emissionsquellen der Anlage:

Hinweis:

Da aktuell nicht alle Volumenströme bekannt, wird im Sinne einer worst-case Betrachtung davon ausgegangen, dass die unbekanntes Volumenströme jeweils 600 Nm³/h betragen.

Tabelle 8. Gefasste Emissionsquellen der Anlage.

Prozess / Herkunft	Beschreibung	Betriebszeit	Volumenstrom	Luftschadstoffe
Rohstoffan-nahme und -lagerung	Abluft Silos Rohstoffannahme und -lagerung	Kont.	n. bek. 600 Nm ³ /h	Staub, ggf. Geruch
Rohstoffan-nahme und -lagerung	Abluft Rohstoff-annahme und -lagerung	Kont.	n. bek. 600 Nm ³ /h	Staub, ggf. Geruch
Pyrolysekoks Lager und Verladung	Abluft Pyrolysekoks Silo	Kont.	600 m ³ /h	Staub (Pyrolysekoks)
Katalysator-Vorbereitung und -Dosierung	Abluft Katalysator	Kont.	17,2 m ³ /h	Staub (Katalysator)
Einsatzstoff- und Additiv-Dosierung	Abluft Extruder und Additive	Kont.	20 m ³ /h	Staub (Additive)
Extrusion	Abluft Extruder Eingang	Kont.	n. bek. 600 Nm ³ /h	Staub (Feedstock & Additive)
Salzschmelz-kreislauf	Stickstoff sowie Stoffe aus der Zersetzung der Salze	Kont.	ca. 10 Nm ³ /h je Kreislauf	NO _x
TO	Verbrennungs-abgase	Kont.	3.000 Nm ³ /h	Organische Stoffe NO _x CO HF HCl

6 Emission

6.1 Emissionsbegrenzende Anforderungen

6.1.1 Thermische Oxidationsanlage (Thermal Oxidizer)

Die beantragten Emissionsgrenzwerte für die TO sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 9. Beantragte Emissionsgrenzwerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb; TO [39].

Stoff	Emissionsgrenzwert	Fundstelle
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als NO ₂	0,10 g/m ³	Nr. 5.2.4 TA Luft 2021
Kohlenmonoxid, CO	0,10 g/m ³	Nr. 5.2.4 TA Luft 2021
Organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff,	20 mg/m ³	Nr. 5.2.5 TA Luft 2021
Fluor und seinen gasförmigen anorganischen Verbindungen als Fluorwasserstoff ²	3 mg/m ³	Nr. 5.2.4 TA Luft 2021
Anorganische Chlorverbindungen angegeben als Chlorwasserstoff	30 mg/m ³	Nr. 5.2.4 TA Luft 2021
Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1 Kl. I (Acetaldehyd)	0,05 mg/m ³	Nr. 5.2.7.1.1, TA Luft 2021
Organ. Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1 Kl. II (Benzol) ³	0,5 mg/m ³	Nr. 5.2.7.1.1, TA Luft 2021
Chlor ⁴	3 mg/m ³	Nr. 5.2.4, TA Luft 2021
Formaldehyd	5 mg/m ³	Nr. 5.2.7.1.1, TA Luft 2021

² Im Rohgas sind ca. 0,0003 kg/h Fluor enthalten. Daraus ergibt sich eine realistisch zu erwartende Konzentration im Reingas von ca. 0,1 mg/m³.

³ Im Rohgas sind ca. 0,0003 kg/h Benzol enthalten. Daraus ergibt sich eine realistisch zu erwartende Konzentration im Reingas von ca. 0,1 mg/m³.

⁴ Im Rohgas sind ca. 0,0003 kg/h Chlor enthalten. Daraus ergibt sich eine realistisch zu erwartende Konzentration im Reingas von ca. 0,1 mg/m³.

6.1.2 Entstaubungen

Die beantragten Emissionsgrenzwerte für die Entstaubungsaggregate sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10. Beantragte Emissionsgrenzwerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb; Entstaubungsaggregate [39].

Stoff	Emissionsgrenzwert	Fundstelle
Gesamtstaub	10 mg/m ³	Nr. 5.2.1 TA Luft 2021

6.1.3 Salzsammelbehälter

Gemäß Nr. 5.2.4 TA Luft ist für gasförmige anorganische Stoffe der Klasse IV, zu der Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als Stickstoffdioxid, gehören, ein Massenstrom von 1,8 kg/h zulässig.

6.2 Emissionen und Ableitbedingungen

Die Ableitbedingungen (Abgastemperatur, Abgasfeuchte, Abgasvolumenstrom, Innendurchmesser der Schornsteinmündung) können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.

Die jeweiligen Anteile an NO bzw. NO₂ im Abgas der TO wurden auf der Basis von typischen Werten für derartige Feuerungsanlagen zu 25 % NO₂ und 75 % NO angenommen.

Die beantragten Emissionswerte für die Salzsammelbehälter ergeben sich aus einer konservativen Abschätzung der NO_x-Emission. Ausgehend von einem Salzkonsum von 0,4 t/a (je Kreislauf) [39] und einer Salzzusammensetzung von 60 Gew.-% NaNO₃ und 40 Gew.-% KNO₃ ergibt sich ein Stickstoffverlust von 0,06 t_N/a je Kreislauf.

Unter der worst-case Annahme, dass der gesamte Stickstoff als Stickstoffoxid emittiert wird (und nicht etwa, wie zu erwarten, ein Anteil elementarer Stickstoff gebildet wird) ergibt sich mit einer Betriebszeit von ca. 8.760 h/a eine NO_x-Emission von ca. 0,023 kg/h je Kreislauf. Bei drei Salzsammelbehälter ergibt sich eine Emission von ca. 0,07 kg/h. Die Anteile an NO bzw. NO₂ im Abgas sind nicht bekannt und werden im Sinne einer worst-case Betrachtung zu 100 % NO₂ und 0 % NO angenommen.

Tabelle 11. Ableitbedingungen (Abgastemperatur, Abgasvolumenstrom, Innendurchmesser der Schornsteinmündung) der TO [39].

Thermal Oxidizer		
Schornstein		
Schornsteinhöhe nach TA Luft	m	zu ermitteln
Innendurchmesser	m	0,50
Querschnittfläche	m ²	0,20
Abgaskenngrößen im Schornstein		
Austrittsgeschwindigkeit (bei Betriebsbed. und Betriebs-O ₂)	m/s	23,6
Temperatur an der Mündung	°C	650
Wasserdampfgehalt	kg/m ³	0,081
Wasserbeladung	kg/kg _{RG, tr.}	0,063
Volumenstrom fe., Betriebsbed., mit Kühlungsluft	m ³ /h	16.700
Volumenstrom tr., Betriebsbed., mit Kühlungsluft	m ³ /h	15.200
Volumenstrom fe., Normbed., mit Kühlungsluft	m ³ /h	4.950
Volumenstrom tr., Normbed., mit Kühlungsluft	m ³ /h	4.500
Volumenstrom tr., Normbed., ohne Kühlungsluft	m ³ /h	3.000
Stickstoffoxide		
- NO ₂ -Anteil im Abgas (Erfahrungswerte / Messdaten)	%	25
- max. NO _x -Konzentration (als NO ₂) ¹⁾	g/m ³	0,10
- maximaler NO-Massenstrom	kg/h	0,147
- maximaler NO ₂ -Massenstrom	kg/h	0,075
- maximaler NO _x -Gesamtmassenstrom (als NO ₂)	kg/h	0,300
- maximaler NO ₂ -Massenstrom (mit 60%-Konvention) ²⁾	kg/h	0,210
S-Wert		0,100
Q/S		2,1
- maximaler NO _x -Gesamtmassenstrom (als NO ₂)	kg/h	0,30
Kohlenmonoxid (CO)		
- maximale Konzentration ¹⁾	g/m ³	0,10
S-Wert	mg/m ³	7,5
Q/S	Mio. m ³ /h	0,04
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,3
Gesamt C		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	20
S-Wert	mg/m ³	0,10
Q/S	Mio. m ³ /h	0,60
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,06
Formaldehyd		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	5
S-Wert	mg/m ³	0,025
Q/S	Mio. m ³ /h	0,60
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,02
gasf. anorg. Chlorverbindungen als HCl		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	30
S-Wert	mg/m ³	0,10
Q/S	Mio. m ³ /h	0,90
- maximaler Massenstrom	kg/h	9,00E-02
gasf. anorg. Fluorverbindungen als HF		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	3
S-Wert	mg/m ³	0,0018
Q/S	Mio. m ³ /h	5,00
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,009
Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1 Kl. I		
(Acetaldehyd)		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	0,05
S-Wert	mg/m ³	5,00E-05
Q/S	Mio. m ³ /h	3,0
- maximaler Massenstrom	kg/h	1,50E-04
Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1 Kl. II		
(Benzol)		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	0,5
S-Wert	mg/m ³	0,005
Q/S	Mio. m ³ /h	0,30
- maximaler Massenstrom	kg/h	1,50E-03
Chlor		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	3,0
S-Wert	mg/m ³	0,09
Q/S	Mio. m ³ /h	0,10
- maximaler Massenstrom	kg/h	9,00E-03

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

²⁾ Massenstromberechnung unter Berücksichtigung eines NO₂-Anteils von 25% und eines Umwandlungsgrades von NO zu NO₂ von 60 % (TA Luft Nr. 5.5.2.2)

Tabelle 12. Ableitbedingungen (Abgastemperatur, Abgasvolumenstrom, Innendurchmesser der Schornsteinmündung) der Quellen „Process Vents“ [39].

		Abluft Silo Feedstock Storage & Blending	Abluft Feedstock Hopper	Abluft Char Storage Silo	Abluft solid catalyst hopper	Abluft extrusion additives	Abluft Extruder Eingang
Betriebsart		Vollast	Vollast	Vollast	Vollast	Vollast	Vollast
Äquivalenter Innendurchmesser	m						
Volumenstrom fe., Betriebsbed.	m ³ /h	650	650	650	10	20	650
Volumenstrom tr., Normbed.	m ³ /h	600	600	600	10	20	600
Staub							
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	10	10	10	10	10	10
S-Wert	mg/m ³	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Q/S	10 ⁵ × m ³ /h	0,08	0,08	0,08	0,0013	0,0025	0,08
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,006	0,006	0,006	1,00E-04	2,00E-04	0,006

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

Für die Salzsammelbehälter sind die Ableitbedingungen im Detail nicht bekannt.

6.3 Geruchsemissionen

Geruchsimmissionen können grundsätzlich durch die im Prozess entstehenden Kohlenwasserstoffe hervorgerufen werden. Ggf. kann auch der angelieferte Feedstock (Kunststoffgranulat) im geringen Umfang Geruchsemissionen hervorrufen.

Es sind folgende emissionsmindernde Maßnahmen zu berücksichtigen:

- Die Anlage ist technisch dicht ausgeführt (keine diffusen Emissionen)
- Die Befüllung/Entleerung der Tanks für Pyrolytisches Öl erfolgt per Gaspendelverfahren)
- An den folgenden Siloaufsatzfiltern sind Aktivkohleelemente zur Minderung von Kohlenwasserstoffemissionen angebracht
 - Einsatzstoffverarbeitung
 - Extruder
 - Silo Pyrolysekoks
- Mit Kohlenwasserstoffen beladene Abluft (Extruder, Scrubber) werden Verbrennungseinrichtungen zugeführt

Zudem ist zu beachten, dass sich die nächste Wohnbebauung ca. 650 m nördlich der Anlage befindet. In den Hauptwindrichtungen (Südost und West) ist der Abstand zu Wohnbebauungen noch größer (ca. 1,5 bzw. 2,5 km).

Unter Berücksichtigung der Minderung bzw. Vermeidung von möglichen Geruchsemissionen (Gaspendelverfahren, Aktivkohlefilter, Verbrennung) sowie der Entfernung der nächsten Wohnnutzungen zur Anlage können Geruchsimmissionen aus dem Anlagenbetrieb im Weiteren vernachlässigt werden.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\174\MM174716\04_BER_1D_ÖFFENTLICH.DOCX:08. 03. 2024

6.4 Gasförmige Emissionen beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen Stoffen

Die Detailausführung der Anlage ist derzeit noch nicht abgeschlossen. Hinsichtlich diffuser Emissionen wird das Vorhaben allen Anforderungen der Nr. 5.2.6 TA Luft entsprechen, die u. a. für Pumpen, Behälter, Tanks und Rührwerke, Ventile, Flansche, Verdichter und Probenahmestellen gilt.

6.5 Emissionen aus dem anlagenbezogenen Verkehr

Im Betrieb der MRT-1 ergeben sich verschiedene Lieferverkehre, die mit folgenden Umfängen werktags zwischen 06:00 und 22:00 Uhr erwartet werden:

- Anlieferung des Einsatzstoffes: 13 LKW/Tag (20 t je LKW)
- Ablieferung Pyrolysekoks: 2 LKW/Tag
- Anlieferung Katalysatoren/Additive 1 LKW/Tag

Als Emissionen, in Form von motorbedingten Abgasen, treten im Wesentlichen Stickstoffoxide und Partikel).

Die mittlere Streckenlänge der einzelnen Fahrbewegungen auf dem Betriebsgelände wird konservativ mit 3 km angesetzt⁵.

Da auf dem Betriebsgelände keine staubenden Güter gehandhabt werden, wird davon ausgegangen, dass die Werkstraßen durch entsprechende Wartung und Reinigung in ihrem Verschmutzungsgrad mit öffentlichen Straßen vergleichbar sind. Die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen auf befestigten Fahrwegen verursacht werden, können gemäß der Richtlinie VDI 3790 Blatt 4 [43] wie folgt abgeschätzt werden:

$$q_{bF} = k_{Kgv} \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{p}{3 \cdot 365}\right) \cdot (1 - k_M) \quad (2)$$

Es bedeuten:

q_{bF}	Emissionsfaktor in g/(km × Fahrzeug)
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, s. Tabelle 13
sL	Flächenbeladung des Fahrwegs in g/m ² , vorliegend 1 g/m ²
W	mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t; vorliegend 28 t
p	Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag; vorliegend 131
k_M	Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

⁵ Hierbei wird die Fahrt der LKW auf dem Werksgelände mitberücksichtigt. Der eigentliche anlagenbezogene Verkehr findet nur auf dem Anlagengelände (Gelände MoReTec) selbst statt.

Die nachfolgende Tabelle 13 enthält Berechnungsgrößen zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung nach VDI 3790 Blatt 4.

Tabelle 13. Faktor k_{Kgv} zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung für befestigte Fahrwege [43].

Korngröße [μm]	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM ₃₀
k_{Kgv}	0,15	0,62	3,23

Es ergibt sich ein Emissionsfaktor von 18 g/km für Partikelemissionen (PM₁₀) aus dem Fahrtverkehr (Staubaufwirbelungen).

Für die während der Fahrbewegungen von den Motoren ausgehenden Partikelemissionen wurde ein Emissionsfaktor von 0,081 g/(km × Fahrzeug) für LKW angenommen. Für die Stickoxidemissionen wurde ein Emissionsfaktor von 11,3 g/(km × Fahrzeug) für LKW angenommen.

Diese entsprechen den Angaben des *Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.22 (HBEFA)* für das Jahr 2022 bzw. 2023 für den schweren Nutzverkehr in innerörtlichen Stop-and-go-Situationen („stop+go2“) und ebenem Gelände [44]. Innerörtliche Stop-and-go-Situationen mit einer Fahrgeschwindigkeit von ca. 6 km/h stellen das vom HBEFA vorgesehene worst-case-Verkehrs-Szenario dar; die so berechnete Staubemission kann damit als konservative Abschätzung angesehen werden.

Auf Basis dieser Emissionsfaktoren sowie der oben aufgeführten Wegstrecken und Anzahlen an Fahrzeugen resultieren für die betrachteten Schadstoffparameter die folgenden Emissionsmassenströme (gemittelt über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche).

Tabelle 14. Gesamtemission aus dem anlagenbezogenen Fahrverkehr; Vergleich mit den Bagatellmassenströmen für nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen.

Emissionskomponente	Gesamtemission	Emissionsmassenstrom je Betriebsstunde	Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft diffuse Quellen
	[kg/a]	[kg/h]	[kg/h]
Partikel (PM ₁₀)	272	0,05	0,1
Stickstoffoxide (NO _x)	170	0,03	1,5

Die obige Tabelle verdeutlicht, dass die verkehrsbedingten Emissionsmassenströme der Anlage 10 % der Bagatellmassenströmen mit Bezug auf Nr. 4.6.1.1 b) der TA Luft für diffuse Emissionen deutlich unterschreiten.

Ferner erfolgt die Freisetzung dieser Schadstoffe bodennah über die Auspuffanlagen der Fahrzeuge bzw. über Aufwirbelung, so dass der resultierende Immissionsbeitrag nur im näheren Umfeld der Fahrstrecke (Werksgelände Wesseling) feststellbar ist. Aufgrund der bodennahen Schadstofffreisetzung und der geringen Frachten können die Emissionen durch den anlagenbezogenen Verkehr im Weiteren vernachlässigt werden.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\174\16\M174716_04_BER_ID_ÖFFENTLICH.DOCX:08.03.2024

6.6 Angesezte Betriebszeiten und Betriebszustände

Der Betrieb der MRT-1 erfolgt durchgängig, die logistischen Tätigkeiten (Anlieferung etc.) sind auf einen werktägigen Betrieb von 06:00 bis 22:00 Uhr beschränkt.

6.7 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme

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

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

Als solche ist eine Woche mit durchgängigem Normalbetrieb in Volllast bei Ausschöpfung der Emissionsgrenzwerte (Tagesmittelwerte), aufzufassen. In diesem Fall entsprechen die mittleren stündlichen Emissionen den maximal zulässigen stündlichen Emissionsfrachten.

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

Tabelle 15. Mittlere stündliche Emissionen der Gesamtanlage (Vorhaben) in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen im Vergleich mit den Bagatellmassenströmen nach Tabelle 7 Nr. 4.6.1.1 der TA Luft 2021.

Komponente	Bagatell- massenstrom [kg/h]	Emissions- massenstrom Gesamtanlage [kg/h]
Nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen		
Fluor und seine gasförmigen anorganischen Verbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	0,018	0,009
Benzol	0,05	0,0003
Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO ₂	15	0,3
Nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen		
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,10	0,02
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,08	0,02
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,05	0,02
Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO ₂	1,5	0,07

Die jeweiligen Bagatellmassenströme werden durch die Emissionen der Gesamtanlage nicht überschritten; für diese ist daher eine Betrachtung der Zusatzbelastung durch das geplante Vorhaben formal nicht erforderlich.

Eine besondere örtliche Lage oder besondere Umstände sind aus gutachtlicher Sicht nicht erkennbar.

Wie in Kapitel 2 beschrieben, wird zur Veranschaulichung, dass erhebliche Beeinträchtigungen von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung offensichtlich ausgeschlossen werden können, dennoch eine Betrachtung der Zusatzbelastung durch das geplante Vorhaben durchgeführt. Dabei wird die TO (NO_x, Acetaldehyd, Benzol, Formaldehyd und HF) sowie die Salzsäurekreisläufe (NO_x) als relevante Quellen angesehen.

6.8 Modellierung der Emissionsquellen

Es werden folgende Emissionsquellen definiert:

Tabelle 16. Emissionsquellen.

Nr.	Bezeichnung	Bemerkung
1	TO	-
2	MSD	-

In den nachfolgenden Tabellen sind die Eingabedaten der Quellen für die Ausbreitungsberechnung zusammengefasst.

Tabelle 17. Eingabedaten geführte Quelle für die Ausbreitungsrechnung.

id	xq	yq	hq	dq	vq	tq	lq	rq	zq	sq
TO	356707	5634274	21,0	0,5	23,6	650	0,0000	0,0	0,0630	0,0000

- id = Quelle Nr.
- xq = x-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U
- yq = y-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U
- hq = Höhe der Quelle (m)
- dq = Durchmesser der Quelle (m)
- vq = Abgasgeschw. der Quelle (m/s)
- tq = Austrittstemperatur (°C)
- lq = Flüssigwassergehalt (kg Wasser/kg feuchte Luft)
- rq = Relative Feuchte des Schwadens (%)
- zq = Wasserbeladung [kg Wasser/kg trockene Luft]
- sq = Spezifische Feuchte [kg Wasserdampf/kg feuchte Luft]

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\174\MM174716\04_BER_ID_ÖFFENTLICH.DOCX:08. 03. 2024

Tabelle 18. Eingabedaten diffuse Quelle für die Ausbreitungsrechnung.

Id	xq	yq	hq	aq	bq	cq	wq
MSD	356587	5634236	1	6	0	0	345

- id = Quelle Nr.
- xq = x-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U
- yq = y-Koordinate der Quelle (m) im Koordinatensystem UTM 32U
- hq = Höhe der Quelle (m)
- aq = Länge in X-Richtung (m)
- bq = Länge in Y-Richtung (m)
- cq = Länge in Z-Richtung (m)
- wq = Drehwinkel der Quelle (Grad)

Detailangaben zu den Emissionsquellen können der Austal.log-Datei im Anhang entnommen werden.

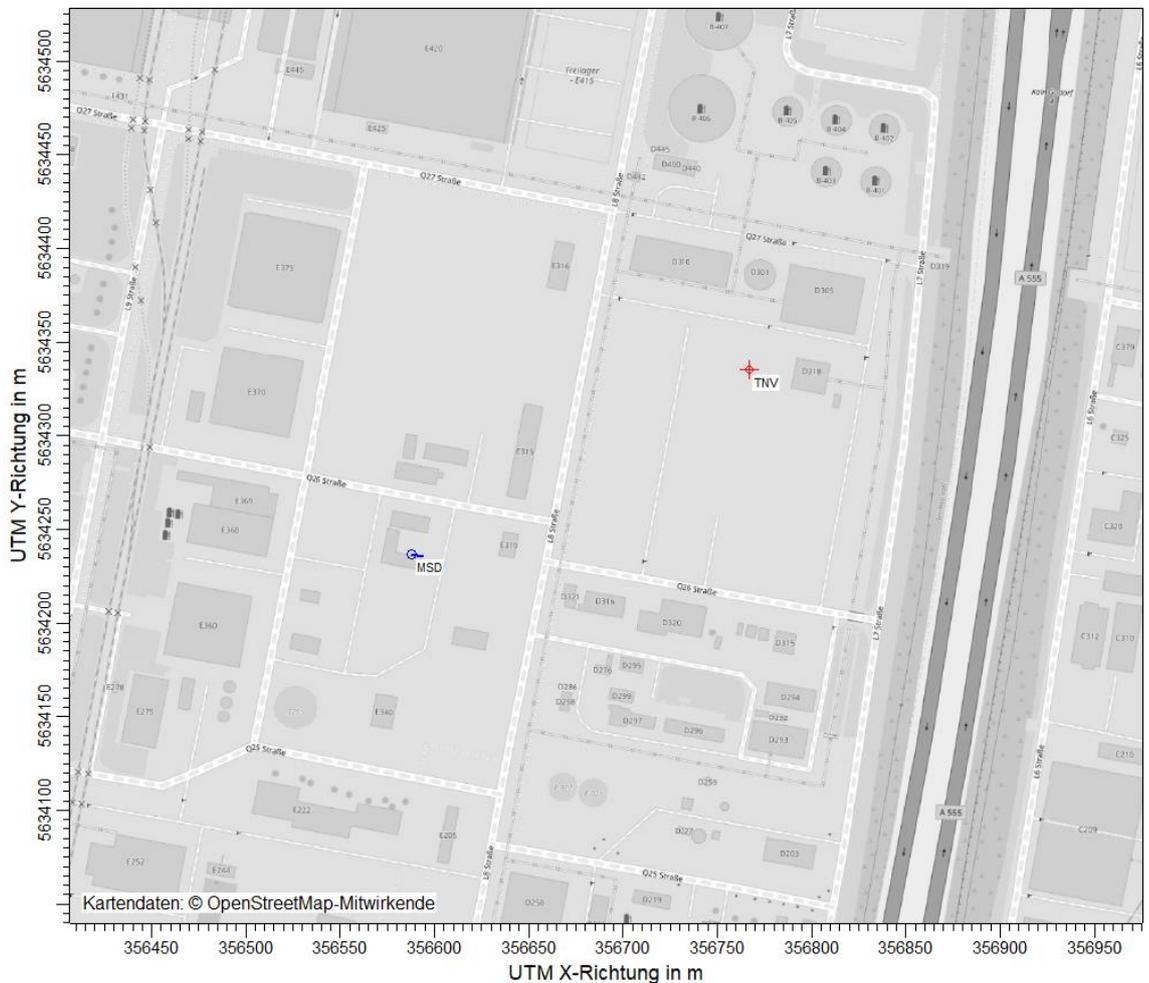


Abbildung 5. Emissionsquellen im Bereich der Anlage.

6.9 Überhöhung

Die Emissionen der TO werden gefasst über eine nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 und damit auch nach VDI 3781 Blatt 4 dimensionierte Quelle abgeleitet. Die Abgasfahnenüberhöhung wurde entsprechend den Anforderungen der neugefassten TA Luft mit einem dreidimensionalen Überhöhungsmodell [9] berücksichtigt.

7 Meteorologische Eingangsdaten

7.1 Auswahlkriterien und Eignung

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

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

- a) Daten einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes oder einer anderen nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 21 (Ausgabe März 2017) ausgerüsteten und betriebenen Messstation, deren Übertragbarkeit auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) geprüft wurde,
oder
- b) Daten, die mit Hilfe von Modellen erzeugt wurden. Die Eignung und Qualität der eingesetzten Modelle sowie die Repräsentativität des Datensatzes für den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten sind nachzuweisen.

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

Die meteorologischen Daten der Station in Köln-Bonn (DWD-Station Nr. 02667.) können im vorliegenden Fall nach der durchgeführten Übertragbarkeitsprüfung ([34], im Anhang beiliegend) auf den Standort übertragen werden.

Aus gutachtlicher Sicht ist der verwendete Datensatz für das aktuelle repräsentative Jahr 2013 (Bezugszeitraum: 2012-2021 , im Anhang beiliegend) in Verbindung mit der diagnostischen Windfeldbibliothek eine geeignete Datenbasis für die vorliegende gutachtliche Untersuchung.

7.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten

Abbildung 6 zeigt die Windrichtungshäufigkeitsverteilung der DWD-Station Köln-Bonn. Die Windrose weist ein Maximum für Winde aus südöstlicher Richtung auf, ein Minimum besteht für Winde aus nördlicher und nordöstlicher Richtung. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit im repräsentativen Jahr beträgt ca. 3,0 m/s.

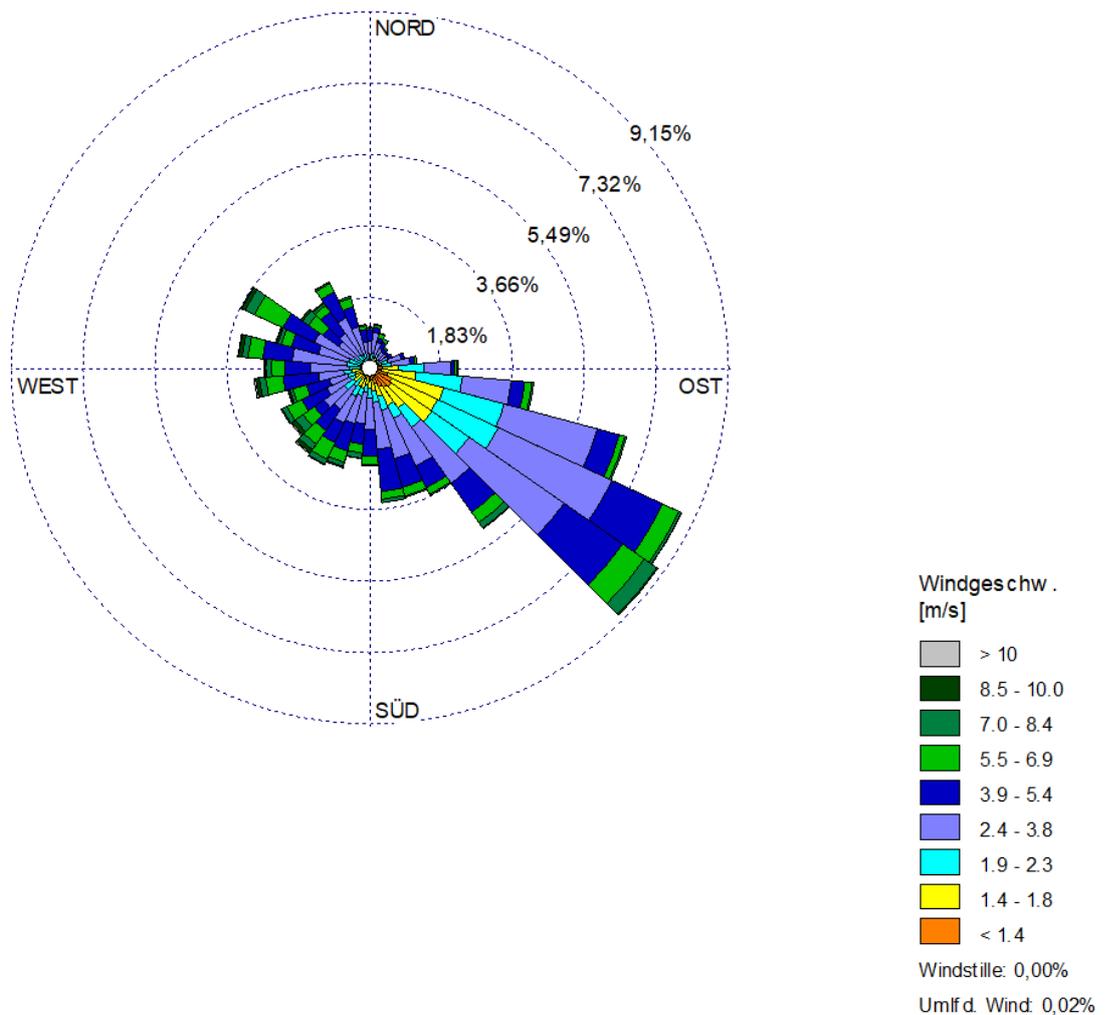


Abbildung 6. Windrichtungshäufigkeitsverteilung, Köln-Bonn, 2013 [35].

Abbildung 7 zeigt die Windgeschwindigkeitsverteilung sowie die Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach TA Luft 2021 für das Jahr 2013. Stabile Schichtungen der Atmosphäre (Klasse I und Klasse II) treten in 70,2 % der Jahresstunden auf. Die Häufigkeit von Windstillen und Schwachwinden (Windgeschwindigkeit < 1,4 m/s) sowie umlaufender Winde beläuft sich auf ca. 8,6 % der Jahresstunden.

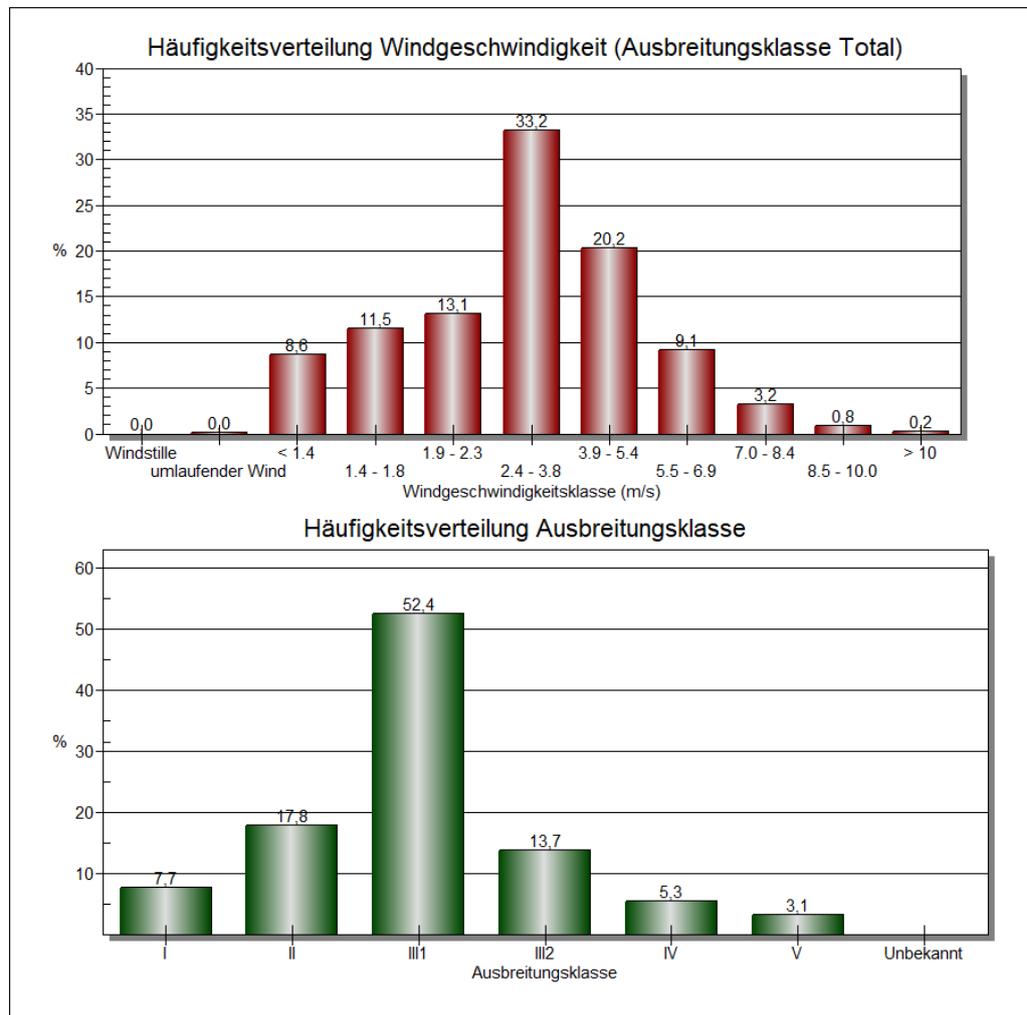


Abbildung 7. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und der Ausbreitungsklassen, Köln-Bonn, 2013 [35].

Die Anemometerposition wurde auf die folgenden Koordinaten platziert:

x-Koordinate: 32U 355 860, y-Koordinate: 56 33 317.

Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen wurden durch das Modell AUSTAL gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [7] bestimmt.

Niederschlagsdaten

Für die Berechnung der „nassen“ Deposition wurde eine standortspezifische Niederschlagszeitreihe für das repräsentative Jahr 2013 über das Programm AustalView von dem Umweltbundesamt bezogen. Der damit effektiv in den Ausbreitungsrechnungen abgebildete Jahresniederschlag beträgt 744 mm in 904 Stunden.

Einfluss möglicher Kaltluftabflüsse

Während austauscharmer Strahlungsnächte ist im Bereich insbesondere landwirtschaftlich genutzter Freiflächen mit der Entstehung von Kaltluft zu rechnen. Relevanter Einfluss von Kaltluftabflüsse ist aufgrund der gebäudebedingten Geländerauigkeit sowie mangels Reliefenergie nicht zu erwarten.

8 Transmission

8.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Als Rechengebiet wurde ein Rechteck mit Kantenlängen von 2,2 km x 2,4 km (UTM-Koordinaten Mitte: 32 U 356 744 m E 56 34 234 m N) festgelegt. Es genügt damit den Anforderungen der TA Luft 2021, wonach das Rechengebiet einen Radius vom 50-fachen der Schornsteinhöhe haben muss. Bei Quellhöhen < 20 m empfiehlt sich ein Radius entsprechend der Mindestgröße des Beurteilungsgebiets und damit nach Nr. 4.6.2.5 der TA Luft 2021 von mindestens 1 km.

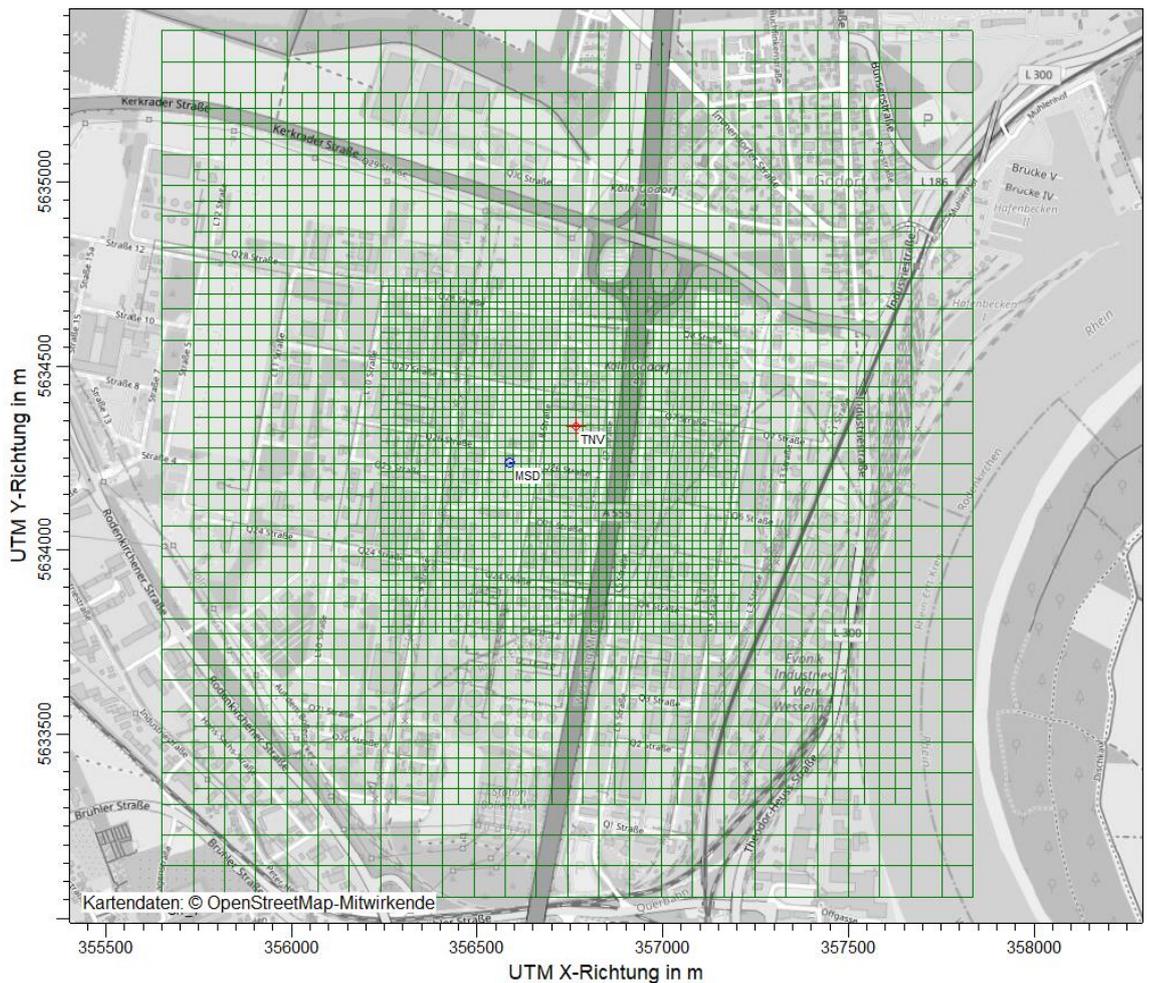


Abbildung 8. Rechengitter der Ausbreitungsrechnung; Anlagenstandort (rot umrandet). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap [39].

Es wurde ein 3fach geschichtetes Rechengitter mit Gitterweiten von 21 m bis 84 m verwendet. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

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

8.2 Rauigkeitslänge

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

Die Rauigkeitslänge wurde gemäß TA Luft 2021 für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festgelegt, dessen Radius das 15 fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt. Die automatische Berechnung der Rauigkeitslänge durch das Modell AUSTAL ergibt bei der Schornsteinhöhe 21 m und weiteren vertikal bzw. horizontal ausgedehnten Quellen⁶ einen Wert von $z_0 = 1,00$ m (gerundet auf den nächstgelegenen Tabellenwert). Eine wesentliche Änderung in der Landnutzung gegenüber der Erhebung des Katasters kann nicht festgestellt werden.

Eine Rauigkeitslänge von $z_0 = 1,00$ m entspricht einer Landnutzung durch Industrie- und Gewerbeflächen und erscheint für das Gelände als plausibel und sachgerecht.

⁶ Gemäß Nr. 6 Anhang 2 der TA Luft 2021 wird bei vertikal ausgedehnten Quellen die mittlere Höhe und bei horizontal ausgedehnten Quellen der Schwerpunkt der Grundfläche verwendet. Bei mehreren Quellen ist für jede ein eigener Wert der Rauigkeitslänge und daraus der Mittelwert zu berechnen, wobei die Einzelwerte mit dem Quadrat der Freisetzungshöhe gewichtet werden.

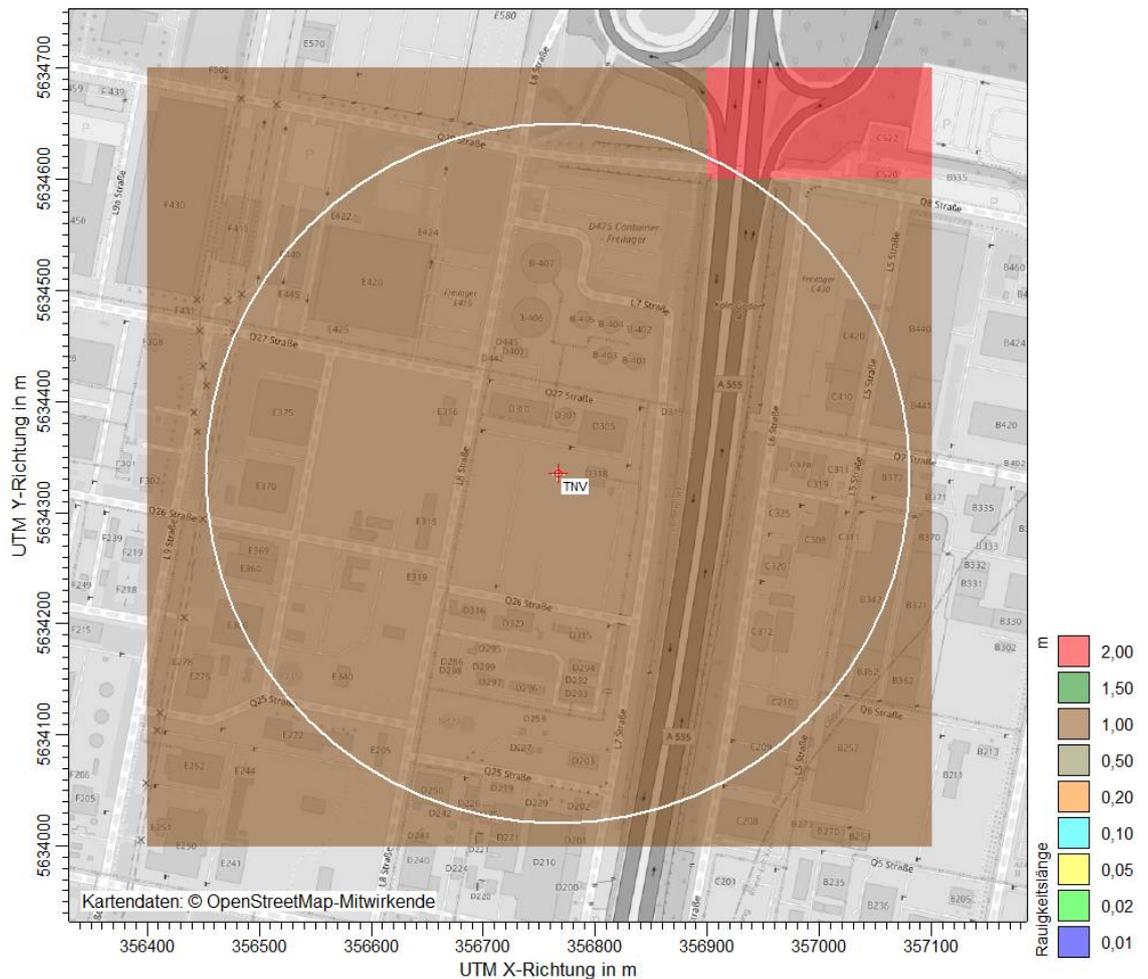


Abbildung 9. Raugkeitslänge im Umkreis der Anlage (Radius 310 m um den Schornstein; weißer Kreis; Radius), Standort der TO rot markiert.

8.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

8.3.1 Bebauung

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

Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der quellnahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen, siehe Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mithilfe des im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 [14] dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden.

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

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

Im Rahmen der durchgeführten Ausbreitungsrechnungen wurden keine Gebäude und Strömungshindernisse im direkten Anlagenumfeld berücksichtigt, da die umliegende Bebauung aus gut um- oder durchströmbaren anlagentechnischen Strukturen besteht.

8.3.2 Gelände

Einflüsse von Geländeunebenheiten auf die Ausbreitungsbedingungen sind gemäß TA Luft 2021 (Anhang 2, Nr. 12) zu berücksichtigen, wenn im Rechengebiet Geländesteigungen von mehr als 1 : 20 und Höhendifferenzen von mehr als der 0,7fachen Schornsteinbauhöhe auftreten. Hierzu kann i. d. R. dass im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 200 43 256 [14] dokumentierte mesoskalige diagnostische Windfeldmodell eingesetzt werden, solange die Steigungen Werte von 1 : 5 nicht überschreiten und Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können. Sind die genannten Bedingungen nicht erfüllt, können die Geländeunebenheiten in der Regel mit Hilfe eines prognostischen mesoskaligen Windfeldmodells berücksichtigt werden, das den Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 (Ausgabe Mai 2017) entspricht. Dabei sind die Verfahrensregeln der Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 (Ausgabe Juni 2015)⁷ zu beachten.

Im gesamten Rechengebiet dominieren geringe Steigungen von weniger als 1 : 20 (95,5 %). Moderate Steigungen zwischen 1 : 20 und 1 : 5 treten auf ca. 4,4 % der Gesamtfläche auf. Stärkere Steigungen über 1 : 5 sind im Rechengebiet nicht zu finden.

Ergänzend werden die Restdivergenzen der berechneten Windfelder geprüft: Bei der Berechnung der Windfelder wird in der Protokolldatei ein maximaler Divergenzfehler ausgewiesen. Übersteigt dieser den Wert von 0,2, so ist das Windfeld im Allgemeinen nicht verwendbar, ein Wert von unter 0,05 sollte angestrebt werden (Richtlinie VDI 3783 Blatt 13). Da im vorliegenden Fall der Divergenzfehler bei maximal 0,004 liegt, ist auch in diesem kein Ausschlusskriterium für das diagnostische Windfeldmodell gegeben.

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

⁷ Diese Ausgabe wurde zurückgezogen und ersetzt durch Ausgabe Oktober 2020.

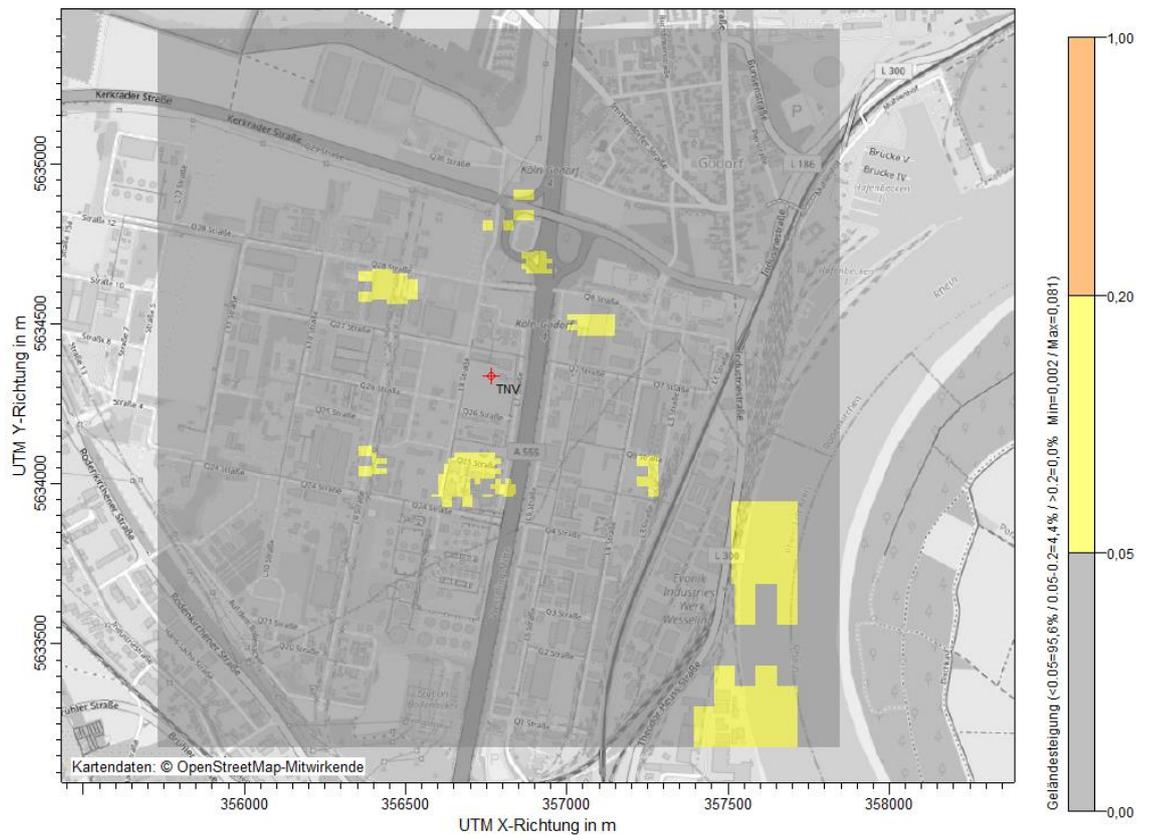


Abbildung 10. Geländesteigungen im Rechengebiet auf Basis von [45]; Anlagenstandort (rot umrandet). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap.

8.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm AUSTAL [11] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft 2021 (Anhang 2) [4] sowie der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 [10] genügt.

8.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

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

8.6 Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung

8.6.1 Chemische Umwandlung von NO zu NO₂

Bei der Berechnung der Konzentration von NO₂ ist die chemische Umsetzung von NO zu NO₂ über die Umsetzungsraten von VDI 3782 Blatt 1 [5] zu berücksichtigen. Hierzu wurden für die Ausbreitungsrechnung die Emissionsmassenströme von NO und NO₂ getrennt vorgegeben.

8.6.2 Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten

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

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

Die Auswaschrates Λ wird wie folgt parametrisiert:

$$\Lambda = \lambda \times \left(\frac{l}{l_0} \right)^\kappa \quad (3)$$

Es bedeuten:

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

Zur Berechnung der resultierenden Depositionen sowie Stoffeinträge werden entsprechend der TA Luft 2021 die folgenden stoffspezifischen Parametrisierungen und Eingangsdaten angesetzt:

Tabelle 19. Stoffspezifische Parametrisierungen des trockenen Depositions-, Sedimentations- und Auswaschverhaltens in der Ausbreitungsrechnung.

Stoff	Auswasch- faktor λ in 1/s	Auswasch- exponent κ	Depositions- geschwindigkeit v_d in m/s	Sedimentations- geschwindigkeit v_s in m/s
Gase				
Stickstoffmonoxid NO	-	-	0,0005	-
Stickstoffdioxid NO ₂	$1,0 \times 10^{-7}$	1,0	0,003	-

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

9 Immission

9.1 Beurteilungsrelevante Nutzungen/Beurteilungspunkte

Da, wie in Kapitel 2 und 6.7 ausgeführt die Ermittlung von Immissionskenngrößen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021 nicht erforderlich ist. Informativ wird dennoch neben der Beurteilung am nächsten gelegenen Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung auch das Maximum außerhalb der Werksgrenze betrachtet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Natura 2000-Gebiete (FFH-Gebiete) im Umfeld des Vorhabenstandortes.

Im Bereich des FFH-Gebietes DE-4405-301 Rhein-Fischschutzzonen zwischen Emmerich und Bad Honnef wurde die Zusatzbelastung am folgenden Aufpunkt (ANP_1) ausgewertet (vgl. Abbildung 12):

x-Koordinate: 32U 357 803, y-Koordinate: 56 34 087

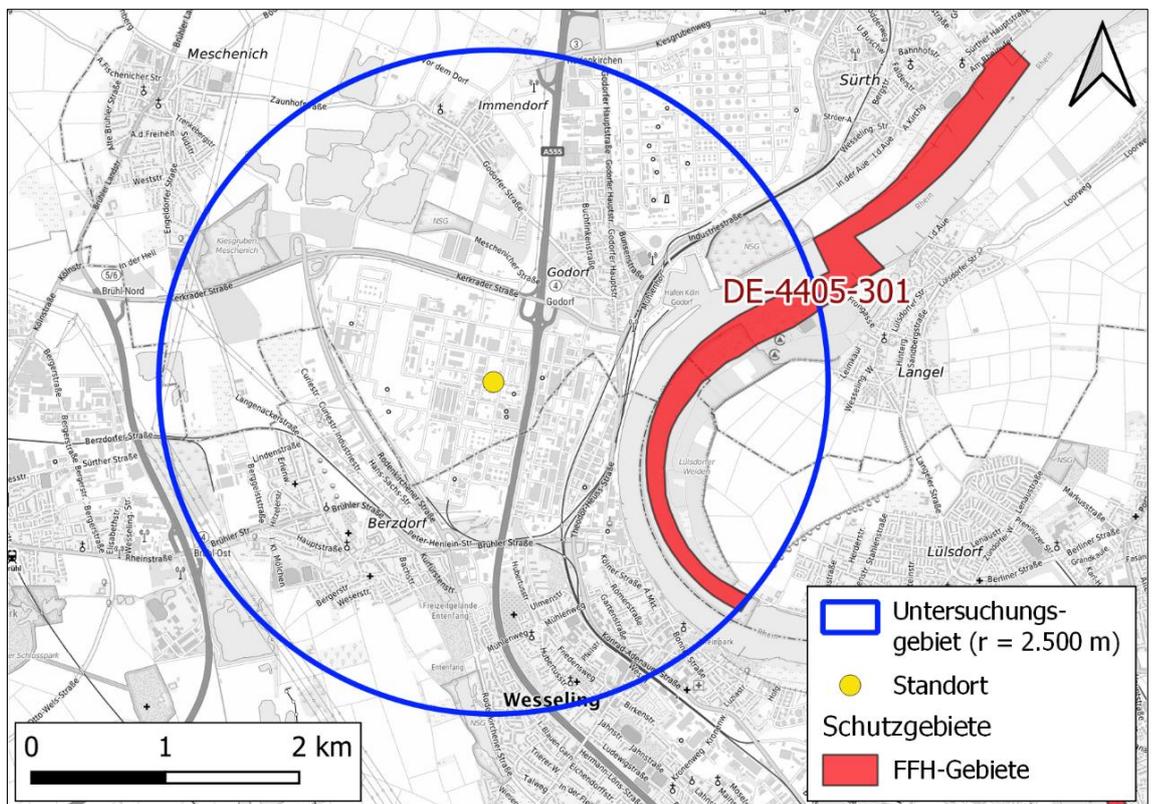


Abbildung 11. Natura 2000-Gebiete (FFH-Gebiete) im Umfeld des Vorhabenstandortes.

Datenquelle: LANUV [47]

Hintergrund: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, TopPlusOpen (2023) [39] [46]

Hinweis: Untersuchungsgebiet im Sinne des UVP-Berichtes.

Zur Beurteilung des Maximums außerhalb der Werksgrenze wird der folgende Aufpunkt (ANP_2) ausgewertet (vgl. Abbildung 12):

x-Koordinate: 32U 356 809, y-Koordinate: 56 34 700

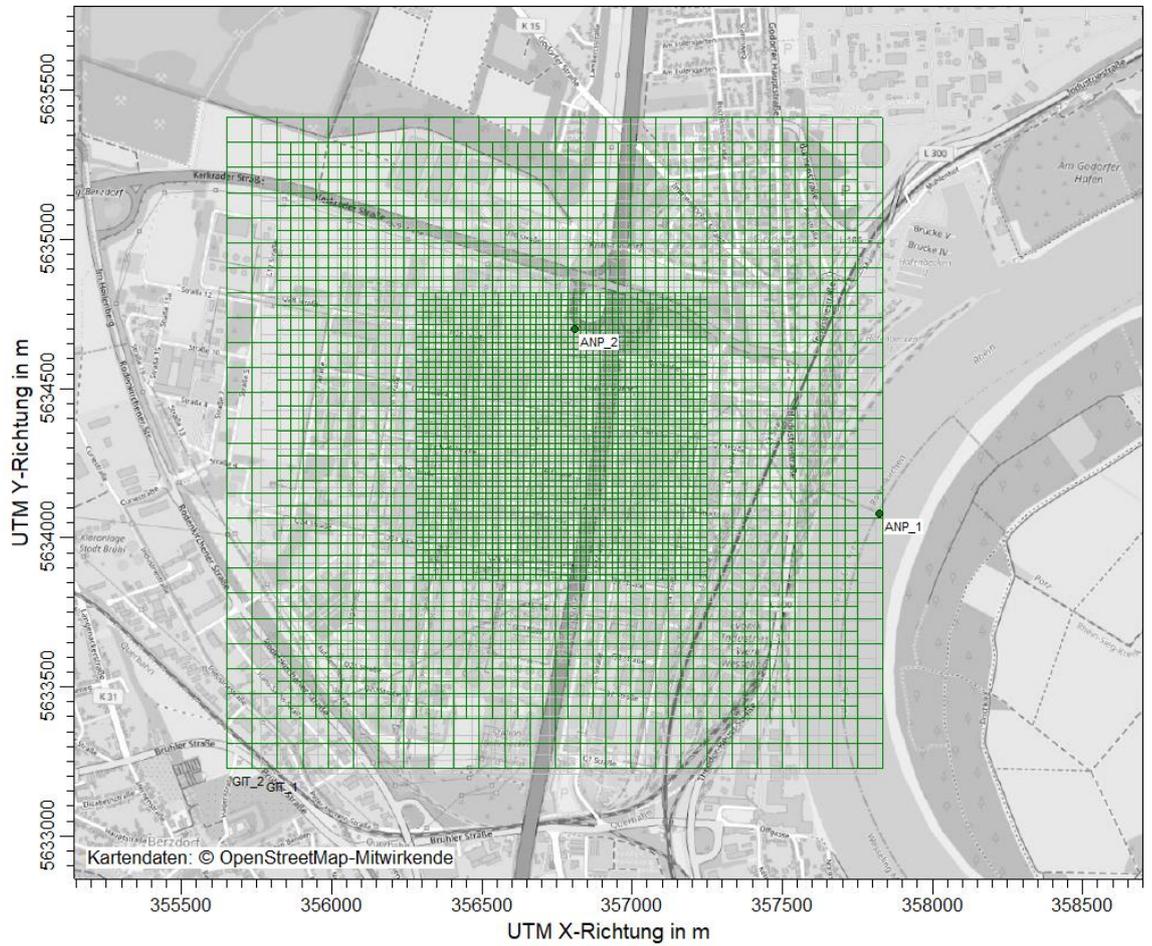


Abbildung 12. Lage der Aufpunkte (ANP_1 & ANP2) an der Grenze des FFH-Gebietes DE-4405-301 sowie im Bereich des Maximums an der Werksgrenze.

9.1.1 Verteilung der Gesamtzusatzbelastung

Die Verteilung der Gesamtzusatzbelastung ist maßgeblich durch die zu Windrichtungverteilung sowie die Quellgeometrie geprägt. Insbesondere für die Stickstoffoxidemissionen gilt anzumerken, dass die Konzentrationsverteilung stark durch die diffuse Emission der Salzschmelzebehälter geprägt ist.

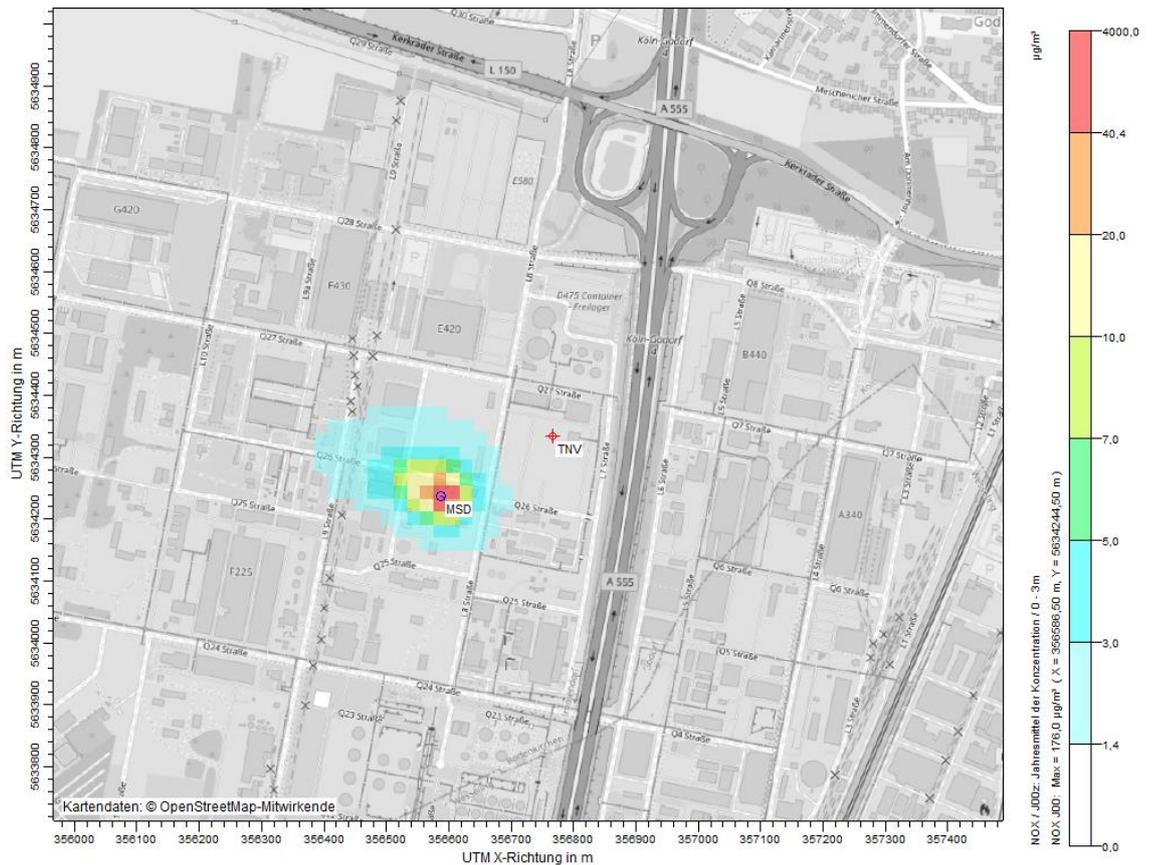


Abbildung 13. Räumliche Verteilung der Immissionsgesamtzusatzbelastung (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) für **Stickstoffoxide (NO_x; NO und NO₂ als NO₂)**.

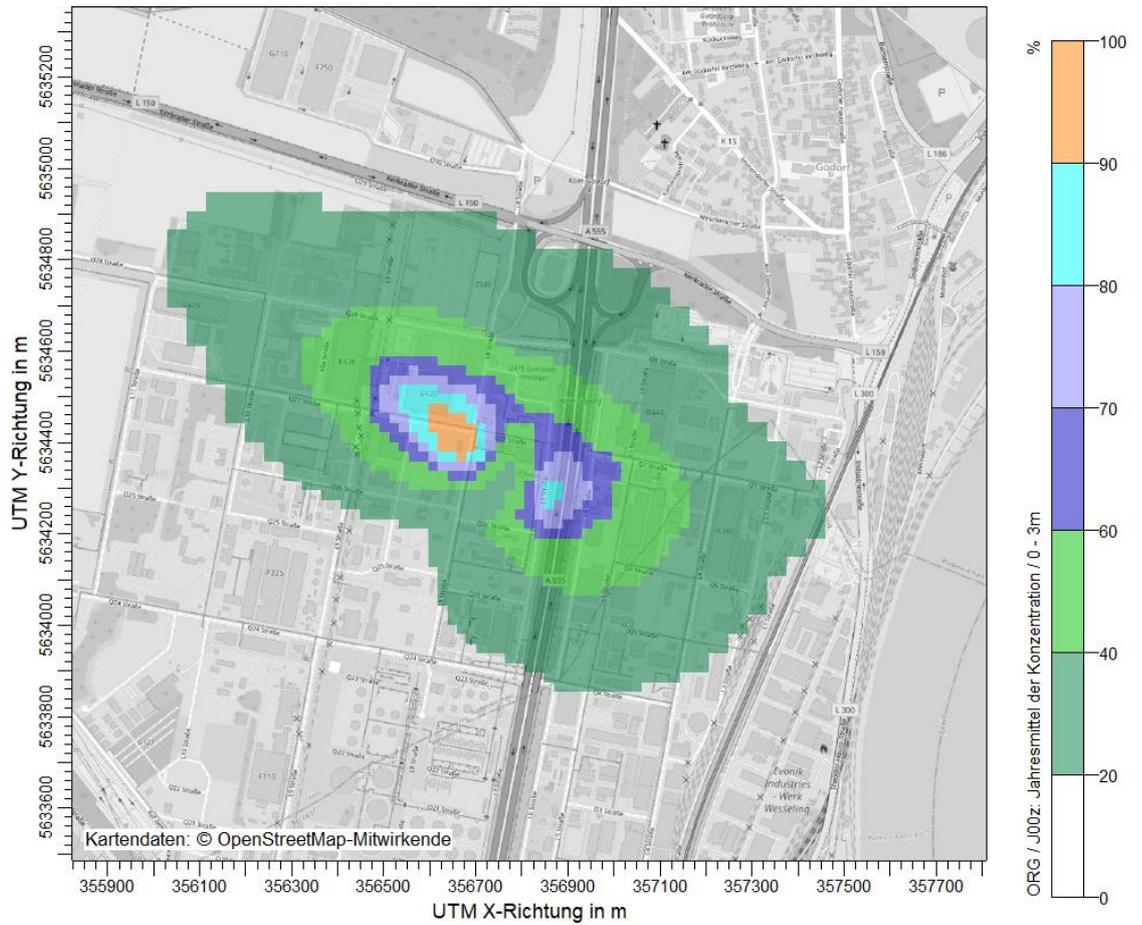


Abbildung 14. Räumliche Verteilung der Immissionsgesamtzusatzbelastung (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) für **Organische Stoffe**. Die gezeigte Verteilung wurde mit einem Tracer mit dem Massenstrom von 1 kg/h erzeugt. Aus diesem Massenstrom resultiert eine Konzentration von $0,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$, diese ist jeweils mit dem tatsächlichen Massenstrom eines organischen Stoffes zu normieren.

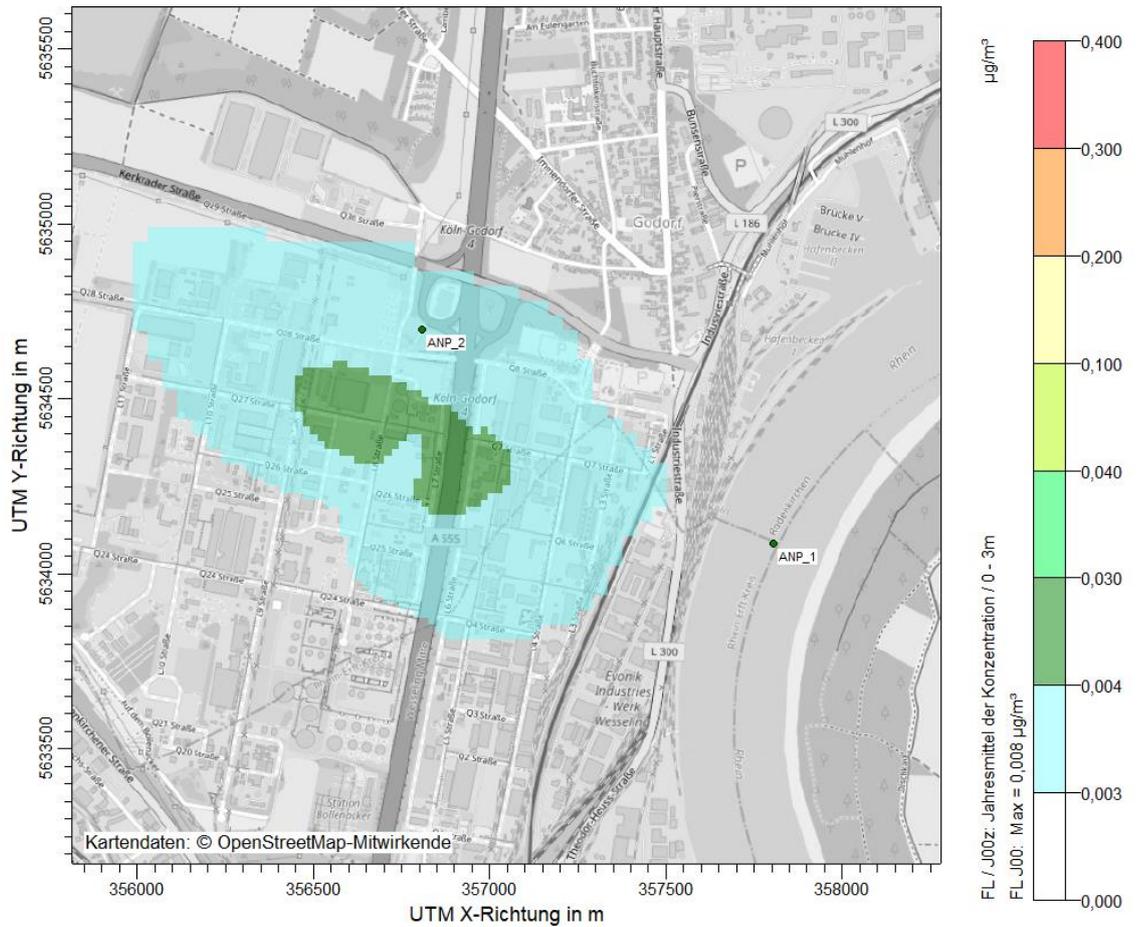


Abbildung 15. Räumliche Verteilung der Immissionsgesamtzusatzbelastung (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) für **Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluor**.

Türkis, Dunkelgrün sowie farblos dargestellte Flächen weisen eine im Sinne der TA Luft irrelevante Gesamtzusatzbelastung von kleiner 10 % des Immissionswerts für Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter auf.

Farblos dargestellte Flächen weisen darüber hinaus eine Belastung kleiner 1 % des Immissionswerts für Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter auf.

9.1.2 Maximum der Immissions-Gesamtzusatzbelastung

Es ergeben sich folgende Belastungen (als Konzentration im Jahresmittel) im Immissionsmaximum, das sich jeweils auf dem Werksgelände befindet:

- NO₂: 170 µg/m³
- NO_x (NO und NO₂) als NO₂: 176 µg/m³
- F: 0,008 µg/m³
- Tracer org. Schadstoffe 0,91 µg/m³
 - o Formaldehyd⁸ < 0,02 µg/m³
 - o Benzol⁹ < 0,01 µg/m³
 - o Acetaldehyd¹⁰ < 0,01 µg/m³
- Stickstoffdeposition < 0,1 kgStickstoff/(ha × a)
- Säuredeposition < 0,01 keq/(ha × a).

9.1.3 Immissions-Gesamtzusatzbelastung im Bereich der beurteilungsrelevanten Nutzungen/Beurteilungspunkte

9.1.3.1 FFH-Gebiet DE-4405-301 (ANP_1)

An dem in Kapitel 9.1 definierten Aufpunkt ANP_1 ergibt sich die folgende Gesamtzusatzbelastung:

Tabelle 20. Gesamtzusatzbelastungen durch Luftschadstoffe am Aufpunkt ANP_1.

Stoff	IJZ in µg/m ³	IW in µg/m ³	Anteil IW
NO _x als NO ₂	< 0,2	30	< 1%
F	< 0,001	0,3	< 1%
Formaldehyd	1,8 × 10 ⁻³	70	<< 1%
Acetaldehyd	1,4 × 10 ⁻⁵	910	<< 1%
Benzol	2,7 × 10 ⁻⁵	5	<< 1%

Die maximale Deposition von Säure bzw. Stickstoff beträgt ca.

- > 0,001 kg_{Stickstoff}/(ha × a) bzw.
- > 0,001 keq/(ha × a).

⁸ Bei einem Emissionsmassenstrom an Formaldehyd von 0,02 kg/h

⁹ Bei einem Emissionsmassenstrom an Benzol von 1,5 × 10⁻³ kg/h

¹⁰ Bei einem Emissionsmassenstrom an Acetaldehyd von 1,5 × 10⁻⁴ kg/h

9.1.3.2 Maximum an der Werksgrenze (ANP_2)

An dem in Kapitel 9.1 definierten Aufpunkt ANP_2 ergibt sich die folgende Gesamtzusatzbelastung:

Tabelle 21. Gesamtzusatzbelastungen durch Luftschadstoffe am Aufpunkt ANP_2.

Stoff	IJGZ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	IW in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anteil IW
NO _x als NO ₂	0,1	30	< 1%
F	0,003	0,4	< 1%
Formaldehyd	$5,6 \times 10^{-3}$	70	<< 1%
Acetaldehyd	$4,2 \times 10^{-5}$	910	<< 1%
Benzol	$8,4 \times 10^{-5}$	5	<< 1%

Die Maximale Deposition von Säure bzw. Stickstoff beträgt ca.

- < 0,03 kg_{Stickstoff}/(ha × a) bzw.
- < 0,002 keq/(ha × a).

9.1.4 Zusammenfassende Beurteilung der Immissions-Zusatzbelastung

Die Stoffdeposition (Säure und Stickstoff) liegt bereits im Immissionsmaximum auf dem Anlagengelände deutlich unterhalb der in Anhang 8 der TA Luft formulierten Abschneidekriterien von 0,3 kg_{Stickstoff}/(ha × a) bzw. 0,04 keq/(ha × a).

Die Gesamtzusatzbelastung der betrachteten Luftschadstoffe liegt, sowohl am Maximum an der Werksgrenze als auch im Bereich des FFH-Gebietes, deutlich unter den herangezogenen Abschneidekriterien (1 % der Beurteilungswerte).

10 Grundlagen des Berichts (Literatur)

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

Immissionsschutzrecht

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der aktuellen Fassung.
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen 39. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [4] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 48-54, S. 1049; vom 14. September 2021.

Immissionsprognose

- [5] VDI 3782 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gaußsches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. 2016-01.
- [6] VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter. 2006-04.
- [7] VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie – Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. 2017-04.
- [8] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [9] Janicke, U. (2019): Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung von Schornsteinen und Kühltürmen, Berichte zur Umweltphysik, Nummer 10, ISSN 1439-8303, Hrsg. Ing.-Büro Janicke, Überlingen.
- [10] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [11] Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.
- [12] AUSTAL, Programmbeschreibung zu Version 3.1, Ing.-Büro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes, 9. August 2021.

- [13] AUSTALView (TG): Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL (TA Luft), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 10.2.12).
- [14] Janicke, L.; Janicke, U. (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft), UFOPLAN Förderkennzeichen 203 43 256, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.

Immissionswerte, Schwebstaub, Staubniederschlag

- [15] VDI 3940 Blatt 3: Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung im Feld. 2010-01 einschließlich Berichtigung vom 2011-08.
- [16] VDI 3940 Blatt 5: Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung im Feld – Hinweise und Anwendungsbeispiele. 2013-11.
- [17] Kortner, M., Braunmiller, K. und Zimmermann, B. (2015): Ansätze zur Bestimmung und Beurteilung der Wahrnehmungsintensität in der Geruchsimmissionsprognose; 6. VDI Tagung Gerüche in der Umwelt, Karlsruhe, 18. und 19. November 2015, VDI-Berichte 2252.
- [18] Zimmermann, B., Stöcklein, F., Braunmiller, K. (2018): Emissions- und Immissionsmessungen von Gerüchen in einer Anlage der Holzwerkstoffindustrie. VDI-Berichte Nr. 2315, Abschlussbericht, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (UBA), Forschungskennzahl 3715 51 307 0, UBA-FB 002649, Texte 61/2018.
- [19] Hassauer, M., Kaberlah, F., Voß, J.-U. (2015): Bewertung für die TA Luft Nr.5.2.7.1.1, Umweltbundesamt (UBA), Projekt-Nr.: 43064, UBA-FB 02095, Texte 88/2015.
- [20] Weitere Beurteilungsgrundlagen/Formaldehyd: TRGS 900 (2006): Technische Regeln für Gefahrstoffe. Arbeitsplatzgrenzwerte. Ausgabe: Januar 2006, zul. geändert im März 2020. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.
- [21] DFG (2020): MAK- und BAT-Werte-Liste 2020. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Mitteilung 56 der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe vom 01. Juli 2020. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn.
- [22] Balla/Becker/Düring/Förster/Herzog/Kiebel/Lorentz/Lüttmann/Müller-Pfannenstiel/Schlutow (2014): BAST-Endbericht, Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope.
- [23] Bernd Hanisch und Ronald Jordan (2017): Vorschlag für eine Fachkonvention zur Beurteilung von Stoffeinträgen in Natura 2000-Gebieten; veröffentlicht in [25], Seite 259 ff.

- [24] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2004): Leitfaden zur FFH-Verträglichkeitsprüfung im Bundesfernstraßenbau.
- [25] Bundesamt für Naturschutz (2017): Naturschutz und Biologische Vielfalt - Bestimmung der Erheblichkeit und Beachtung von Kumulationswirkungen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung, Ergebnisse des F+E -Vorhabens (FKZ 3513 80 1000) „Aktueller Stand der Bewertung der Erheblichkeit von Beeinträchtigungen in Natura 2000-Gebieten“, Herausgegeben von Dirk Bernotat, Volker Dierschke und Ralf Grunewald, Bonn - Bad Godesberg 2017, S. 382.
- [26] Fellenberg (2014): Rechtsfragen bei der Entwicklung eines Konzepts zur Bewertung von Stickstoffeinträgen nach dem Maßstab des sog. Critical Loads im Rahmen von FFH-Verträglichkeitsprüfungen, Gutachten erstellt im Auftrag des BDI, Juli 2014.
- [27] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV, 2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen (H PSE), Stickstoffleitfaden Straßen, Ausgabe 2019.
- [28] LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind, Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz, September 2004.
- [29] Länderarbeitsgemeinschaften Immissionsschutz und Naturschutz (LAI, LANA 2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz – Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen, 19. Februar 2019.
- [30] BVerwG, Urteil vom 23. April 2014, Az.: 9 A 25/12, Rn. 45 bei juris; BVerwG, Urteil vom 28. März 2013, Az. 9 A 22/11, juris, Rn. 66 m. w. N. Fachliche Begründung und Höhe der Abschneidekriterien.
- [31] BVerwG, Urteil vom 15. Mai 2019, Az. BVerwG 7 C 27.17 OVG 8D 9/13.AK, Einbeziehung weiterer Vorhaben in die FFH-Verträglichkeitsprüfung (Summationsprüfung).
- [32] BVerwG, Urteil vom 12.06.2019, Az. 9 A 2.18 (9 A 25.05), Neubau der BAB 143 - Westumfahrung Halle (Saale).
- [33] Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU, 2019): Vollzugshilfe zur Ermittlung erheblicher und irrelevanter Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete, Stand: 19.04.2019.

Meteorologie Anlagenstandort

- [34] Müller-BBM (2023): Pyrolyse-Anlage (MRT1) Werksgelände in Köln/Wesseling – Ermittlung einer räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis für eine Immissionsprognose nach Anhang 2 der TA Luft 2021, Müller-BBM Industry Solutions GmbH, Bericht Nr. M177271/01, vom 06.07.2023.
- [35] Meteorologische Zeitreihe (AKTerm) der DWD-Station Köln-Bonn im Zeitraum 01.01.2013 - 31.12.2013. Erstellt durch Müller-BBM auf Basis von Eingangsdaten (Winddaten, Bedeckungsgraddaten) des Deutschen Wetterdiensts (DWD), Download über Climate Data Center.
- [36] Ermittlung des repräsentativen Jahres der DWD-Station Köln-Bonn im Bezugszeitraum 2013-2022, Bericht Nr. M177271/02, vom 11.09.2023.
- [37] DWD, Merkblatt Bestimmung der in Austal2000 anzugebenden Anemometerhöhe, Manyslo, 15.10.2014.
- [38] Geodaten © OpenStreetMap und Mitwirkende, <https://www.openstreetmap.de/karte.html>; Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0 (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>).

Sonstiges

- [39] Unterlagen und Angaben des Antragstellers/Auftraggebers.
- [40] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023): TopPlusOpen (WMS-Darstellungsdienst) http://sq.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf
Datenlizenz: [46]
- [41] OpenStreetMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende. Creative-Commons-Lizenz - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) – www.openstreetmap.org/copyright.
- [42] OpenTopoMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende. Kartendarstellung © OpenTopoMap. Creative-Commons-Lizenz – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) - www.opentopomap.org/about.
- [43] VDI 3790 Blatt 4 „Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände. 2018-09.
- [44] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.22, Januar 2022, INFRAS Bern/Zürich, <http://www.hbefa.net>.
- [45] Digitales Höhenmodell globDEM50 im 50 m-Raster, Version 2.0, metSoft GbR.
- [46] Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 www.govdata.de/dl-de/by-2-0
- [47] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, LANUV (2023): Darstellungsdienste und Shapefiles
FFH-Gebiete, Naturschutzgebiete, Naturparke, Landschaftsschutzgebiete: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/naturschutz/infos/

Anhang A

Austal Log-Datei

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ174\M174716\M174716_04_BER_ID_ÖFFENTLICH.DOCX:08.03.2024

2023-09-15 15:52:05 -----
 TalServer:C:\Austal\P1_32061_2023-09-15_webe_m174716_R7_2

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/P1_32061_2023-09-15_webe_m174716_R7_2

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-01 07:39:04
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL01".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "R1"                'Projekt-Titel
> ux 32356660            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5634234            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 4                  'Qualitätsstufe
> az "Koeln-Bonn_ID_02667_2013.akt" 'AKT-Datei
> xa -800.0              'x-Koordinate des Anemometers
> ya -917.0              'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 21.0    42.0    84.0    'Zellengröße (m)
> x0 -420.0  -924.0  -1008.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 46      46      26      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -462.0  -924.0  -1176.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 46      46      28      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 19      19      19      'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 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 "R7.grid"          'Gelände-Datei
> xq 107.00  -72.09
> yq 101.00   2.78
> hq 21.00    1.00
> aq 0.00    6.00
> bq 0.00    0.00
> cq 0.00    0.00
> wq 0.00   345.15
> dq 0.50    0.00
> vq 23.60   0.00
> tq 650.00  0.00
> lq 0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00
> zq 0.0630  0.0000
> sq 0.00    0.00
> no 0.040833333 0
> no2 0.020833333 0.019166667
> nox 0.083333333 0.019166667
> bz1 0.27777778 0
> f 0.00083333333 0
===== Ende der Eingabe =====
```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.18 (0.18).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.22 (0.17).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.13 (0.09).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.001 m.
 Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.

AKTerm "C:/Austal/P1_32061_2023-09-15_webe_m174716_R7_2/Koeln-Bonn_ID_02667_2013.akt" mit 8760 Zeilen,
 Format 3

Warnung: 1 Zeilen mit $ua=0/ra>0$ oder $ua>0/ra=0$ (Kalten erfordern $ua=0$)

Niederschlags-Datei C:/Austal/P1_32061_2023-09-15_webe_m174716_R7_2/niederschlag.dmna eingelesen [1,8760].

Es wird die Anemometerhöhe $ha=18.7$ m verwendet.

Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 100.0 %.

Prüfsumme AUSTAL d4279209

Prüfsumme TALDIA 7502b53c

Prüfsumme SETTINGS d0929e1c

Prüfsumme AKTerm 87faa36f

Gesamtniederschlag 744 mm in 904 h.

(...)

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

NO2 DEP : 184.0364 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= -74 m, y= 11 m (1: 17, 23)

NO2 DRY : 184.0345 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= -74 m, y= 11 m (1: 17, 23)

NO2 WET : 0.0019 kg/(ha*a) (+/- 0.0%) bei x= -74 m, y= 11 m (1: 17, 23)

NO DEP : 0.0207 kg/(ha*a) (+/- 0.2%) bei x= -11 m, y= 179 m (1: 20, 31)

NO DRY : 0.0207 kg/(ha*a) (+/- 0.2%) bei x= -11 m, y= 179 m (1: 20, 31)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

NOX J00 : 176.0 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= -74 m, y= 11 m (1: 17, 23)

NO2 J00 : 169.8 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= -74 m, y= 11 m (1: 17, 23)

NO2 S18 : 815 µg/m³ (+/- 0.4%) bei x= -74 m, y= 11 m (1: 17, 23)

NO2 S00 : 877 µg/m³ (+/- 0.3%) bei x= -74 m, y= 11 m (1: 17, 23)

BZL J00 : 0.91 µg/m³ (+/- 0.2%) bei x= -11 m, y= 179 m (1: 20, 31)

F J00 : 0.003 µg/m³ (+/- 0.2%) bei x= -53 m, y= 200 m (1: 18, 32)

2023-09-17 06:22:13 AUSTAL beendet.

Hinweis:

Fluor (F) wurde nachträglich auf den Massenstrom von 0,009 kg/h (ursprünglich 0,003 kg/h) normiert. Außerdem wurde der Wert mit dem Faktor 17/18, entsprechend des molaren Gewichtsanteils von Fluor an Fluorwasserstoff, korrigiert. Diese beiden Korrekturen ergeben einen Faktor von 2,833. Die Korrektur wurde mit AustalView durchgeführt:

FI-j00z01.dmna - 22.09.2023 08:47

ORT = D:\Ausbreitungsrechnungen\webe\M174716\R7

ORIGINAL DATEI = f-j00z01.dmna

OPERATION = X

WERT = 2,8333

NEUER STOFF NR. = FI

NEUER STOFF NAME =

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ174\M174716\M174716_04_BER_1D_ÖFFENTLICH.DOCX:08.03.2024

Anhang B

Ermittlung einer räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis für Immissionsprognosen nach Anhang 2 der TA Luft

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ174\M174716\M174716_04_BER_ID_ÖFFENTLICH.DOCX:08.03.2024

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht

Telefon +49(6051)6183 0
Telefax +49(6051)6183 11

www.mbbm-ind.com

M.Sc. Michaela Peter
Telefon +49(6051)6183 258
michaela.peter@mbbm-ind.com

06. September 2023
M177271/01 Version 1 PEM/HGM

Basell Polyolefine GmbH a LyondellBasell company

Pyrolyse-Anlage (MRT-1) Werksgelände in Köln/Wesseling

Ermittlung einer räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis für Immissionsprognosen nach Anhang 2 der TA Luft

Bericht Nr. M177271/01

Auftraggeber:	Basell Polyolefine GmbH a LyondellBasell company Brühler Straße 60 50389 Wesseling
Bearbeitet von:	M.Sc. Michaela Peter Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Berichtsumfang:	Insgesamt 22 Seiten

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

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Beurteilungsgrundlage	6
3 Anlagenstandort und Umgebung	8
3.1 Allgemeine Beschreibung Anlage und Standort	8
3.2 Naturräumliche Lage und Gliederung, orografische Station	9
4 Erwartungswerte für Wind- und Ausbreitungsbedingungen	11
5 Berücksichtigte Bezugswindstationen	14
6 Detailprüfung	16
7 Fazit	20
8 Literatur und Grundlagen	21

Zusammenfassung

Die LyondellBasell plant auf ihrem bestehenden Werksgelände in Köln/Wesseling die Errichtung und den Betrieb einer neuartigen Pyrolyse-Anlage (MRT-1) zur Umwandlung gemischter Kunststoffe in pyrolytisches Öl und pyrolytisches Gas.

Für die Immissionsprognose werden meteorologische Daten, die die Wind- und Ausbreitungsverhältnisse am Anlagenstandort bzw. einem geeigneten Übertragungspunkt charakteristisch wiedergeben, benötigt. Da am Standort selbst bzw. im Rechengebiet des Immissionsprognosemodells keine meteorologischen Messungen erfolgen, deren Ergebnisse für die vorliegende Aufgabenstellung herangezogen werden können, sind Daten einer geeigneten Station aus dem weiteren Umfeld auf einen Übertragungspunkt zu übertragen.

Die Station, an der Windmessungen durch den Deutschen Wetterdienst oder durch andere erfolgen, ist vorliegend entsprechend Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 zu ermitteln.

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

Im Rahmen der vorliegenden Übertragbarkeitsprüfung wurden Antriebsdaten gesucht, die zur Verwendung gemeinsam mit einer Windfeldbibliothek geeignet sind. Hierzu wurden 39 Windmessstationen des Deutschen Wetterdienstes und des LANUV in Betracht gezogen. Davon zeigen drei Windmessstationen des DWD und drei Messstationen des LANUV mindestens eine hinreichende Übereinstimmung in der Windrichtung oder der Windgeschwindigkeit. Diese Windmessstationen werden in einer Detailprüfung näher untersucht.

Entsprechend der VDI 3783 Blatt 20 wurde die Übereinstimmung der Windrichtungsverteilung und der Windgeschwindigkeit bewertet.

Von den im Detail geprüften Windmessstationen zeigt sich an allen Stationen eine gute Übereinstimmung der Hauptwindrichtung mit dem Erwartungswert.

In der Nebenwindrichtung zeigen die Stationen Köln-Bonn (DWD 2667) und Bonn-Auerberg (LANUV BONN) eine gute Übereinstimmung mit dem Erwartungswert und die Stationen Düsseldorf (DWD 1078), Nümbrecht (DWD 3657), Düsseldorf-Reisholz (LANUV REIS) und Solingen-Wald (LANUV SOLI) eine hinreichende Übereinstimmung.

Bei der Windgeschwindigkeit liegt bei Köln-Bonn, Nümbrecht, Düsseldorf-Reisholz und Solingen-Wald eine gute Übereinstimmung vor und an den Stationen Düsseldorf und Bonn-Auerberg liegen hinreichende Übereinstimmungen mit dem Erwartungswert vor.

Unter Beachtung aller Gesichtspunkte sind die meteorologischen Daten der Station Köln-Bonn (DWD 2667) unter den geprüften Stationen für die Übertragung auf den Standort als am besten geeignet anzusehen.



M.Sc. Michaela Peter
Projektverantwortliche



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Qualitätssicherung

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



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

1 Situation und Aufgabenstellung

Die LyondellBasell plant auf ihrem bestehenden Werksgelände in Köln/Wesseling die Errichtung und den Betrieb einer neuartigen Pyrolyse-Anlage (MRT-1) zur Umwandlung gemischter Kunststoffe in pyrolytisches Öl und pyrolytisches Gas.

Für die Immissionsprognose werden meteorologische Daten, die die Wind- und Ausbreitungsverhältnisse am Anlagenstandort bzw. einem geeigneten Übertragungspunkt charakteristisch wiedergeben, benötigt. Im Rahmen der vorliegenden Übertragbarkeitsprüfung werden im Speziellen Antriebsdaten für die Verwendung einer diagnostischen Windfeldbibliothek gesucht. Da am Standort selbst bzw. im Rechengebiet des Immissionsprognosemodells keine meteorologischen Messungen erfolgen, deren Ergebnisse für die vorliegende Aufgabenstellung herangezogen werden können, sind Daten einer geeigneten Station aus dem weiteren Umfeld auf einen Übertragungspunkt zu übertragen. Diese Station ist vorliegend entsprechend Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 [12] zu ermitteln.

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

2 Beurteilungsgrundlage

Ausbreitungsrechnungen sollen nach Anhang 3 der TA Luft [5] entweder auf Basis einer

- meteorologischen Zeitreihe (AKTerm) mit Stundenmitteln von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Schichtungsstabilität (Obukhov-Länge, ersatzweise Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier) [9],

oder einer

- Ausbreitungsklassenstatistik (AKS), d. h. einer Häufigkeitsverteilung von stündlichen Ausbreitungssituationen, festgelegt durch Windrichtungssektor, Windgeschwindigkeitsklasse und Stabilitätsklasse nach Klug/Manier

erfolgen.

Ferner kann in Betracht kommen, anstelle messtechnisch ermittelter Ausbreitungsklassenstatistiken oder meteorologischer Zeitreihen durch geeignete Modellrechnungen ermittelte synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken (oder -zeitreihen) zu verwenden.

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

Zur Verwendung einer AKS sind die Vorgaben der TA Luft, Anhang 2, Nr. 13 [5] zu berücksichtigen. Insbesondere darf eine AKS nur verwendet werden, sofern Windgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s im Stundenmittel am Übertragungspunkt bzw. am Standort der Anlage in weniger als 20 % der Jahresstunden auftreten.

Die verwendeten Daten sollen für den Übertragungspunkt charakteristisch bzw. auf diesen räumlich übertragbar sein. Ferner ist bei der Verwendung einer meteorologischen Zeitreihe deren zeitliche Repräsentanz zu prüfen.

Die vorliegende Ermittlung einer räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis für eine Immissionsprognose nach Anhang 2 der TA Luft [5] erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [12] auf Basis der folgenden Kriterien:

- Empirische Abschätzung der markanten Strukturen der Windrichtungsverteilung (Maxima, Minimum) am Standort, Auswertung topographischer Karten sowie Windfeldmodellergebnissen.
- Vergleich dieser Erwartungswerte mit den markanten Strukturen der Windrichtungsverteilung an den ausgewählten verfügbaren Bezugswindstationen und Abschätzung der räumlichen Repräsentanz.
- Vergleich der mittleren Windgeschwindigkeit und der relativen Häufigkeiten von Windgeschwindigkeiten < 1 m/s (Schwachwind) in der entsprechenden Messhöhe mit den entsprechenden Sollwerten am Übertragungsort einschließlich Schwachwindhäufigkeit in 10 m über Grund.

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

Bei der Ermittlung einer geeigneten, räumlich übertragbaren meteorologischen Datenbasis ist nicht nur die Übereinstimmung der Windverhältnisse am Messort mit denen am Zielort der Übertragung maßgeblich, sondern insbesondere auch das zur Anwendung vorgesehene Windfeldmodell. Grundsätzlich müssen die meteorologischen Daten alle relevanten Prozesse enthalten, die nicht durch die Windfeldmodellierung erfasst werden und umgekehrt [10].

In begründeten Einzelfällen ist nach VDI 3783 Blatt 13 [10] ferner die Verwendung meteorologischer Daten zulässig, die aufgrund ihrer Eigenschaften eine konservative Abschätzung der Immissionszusatzbelastung entsprechend der Aufgabenstellung gewährleisten. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn sich Schutzobjekte ausschließlich in einem eindeutig definierten Richtungssektor in Bezug auf die Anlage befinden.

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

3 Anlagenstandort und Umgebung

3.1 Allgemeine Beschreibung Anlage und Standort

Das Werksgelände der LyondellBasell befindet sich innerhalb der kommunalen Grenzen der Städte Köln und Wesseling in Nordrhein-Westfalen.

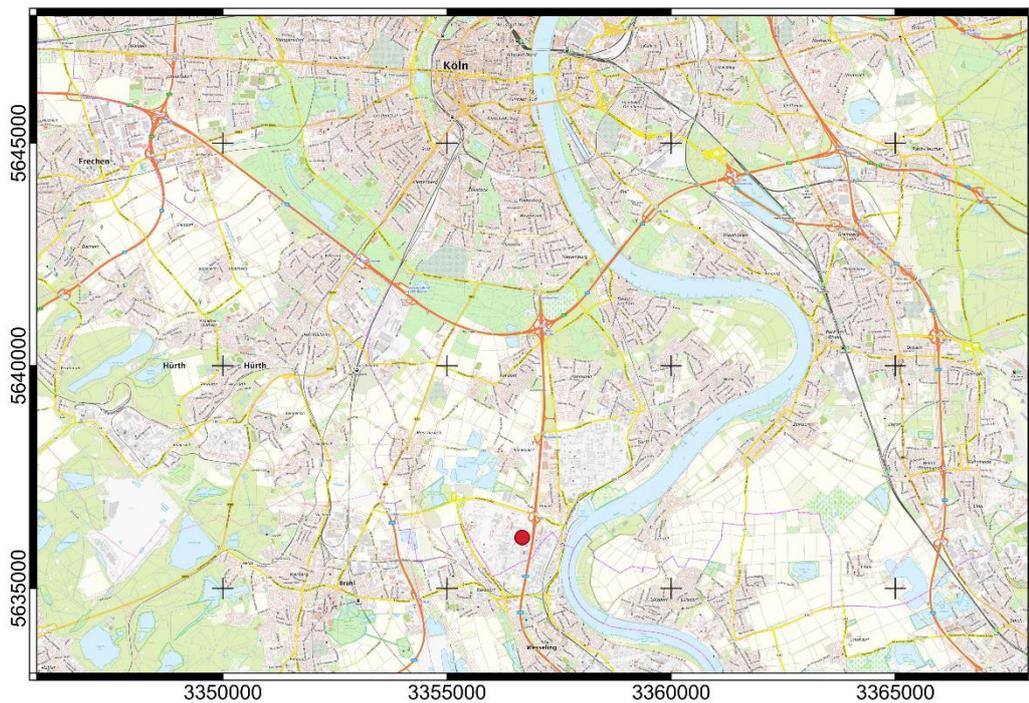
Die geografischen Koordinaten und weitere Angaben zum Werksgelände sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Die von der Anlage verursachten, im Zuge der zu erstellenden Prognosen zu berücksichtigenden Emissionen werden über einen bzw. mehrere Schornstein(e) freigesetzt.

Die Lage des Werksgelände kann dem Kartenauszug der nachfolgenden Abbildung 1 entnommen werden.

Tabelle 1. Koordinaten des Werksgelände und Quellcharakteristik der Anlage.

Geogr. Breite	Geogr. Länge	Geländehöhe (ü. NHN)	Quellhöhen	Quellarten
50,8413° N	6,9636° E	54 m	Schornstein ca. 10 m – 25 m ü. Gr.	geführte Quellen



Kartendaten: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 1. Lageplan zum Umfeld des Werksgelände (rote Markierung); Kartenhintergrund: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie [7]; Koordinatensystem: GK-3.

3.2 Naturräumliche Lage und Gliederung, orografische Station

Das Werksgelände befindet sich in der naturräumlichen Gliederung der Köln-Bonner Rheinebene (Kölner Bucht) (551), westlich der Schlebusch-Wahner Heide (550), an die sich die Bergische Hochflächen (338) anschließen. Aus Süden kommt der Rhein aus dem Unteren Mittelrheingebiet (292). Im Westen befindet sich die naturräumliche Gliederung Ville (552) sowie Zülpische und Jülische Börde (553 & 554).

Die Position des Standorts und die weitere, großregionale naturräumliche Gliederung kann Abbildung 2 entnommen werden.

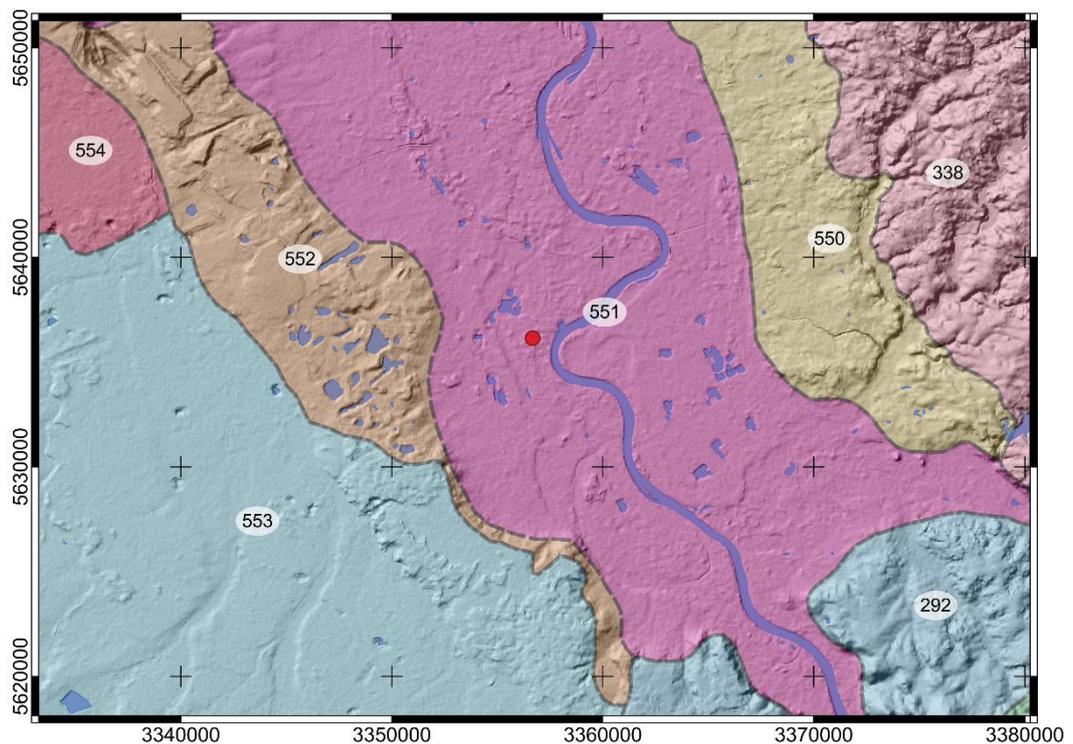


Abbildung 2. Naturräumliche großregionale Gliederung [15] mit Nummern der Haupteinheiten. Die Markierung zeigt die Lage des Standorts (roter Punkt). Kartenhintergrund: EU-DEM [14]; Gewässerverlauf aus EU-Hydro [16]; Koordinatensystem: GK-3.

Die orografische Struktur um den Standort ist mäßig ausgeprägt. Der Standort liegt im Tal des Niederrheins südlich der Stadt Köln. Südwestlich erhebt sich die Eifel und westlich sind Ausläufer des Rothaargebirges sowie der Westerwald zu finden. Der Rhein und seine Ebene verlaufen am Standort in einer Südsüdost-Nordnordwest-Ausrichtung. Etwa 10 km südwestlich des Standorts mündet die aus Osten kommende Sieg in den Rhein. Nach Nordwesten hin öffnet sich die Landschaft weitläufigen norddeutsche Tiefebene.

Die Geländestruktur in der Umgebung des Standortes ist in Abbildung 3 dargestellt.

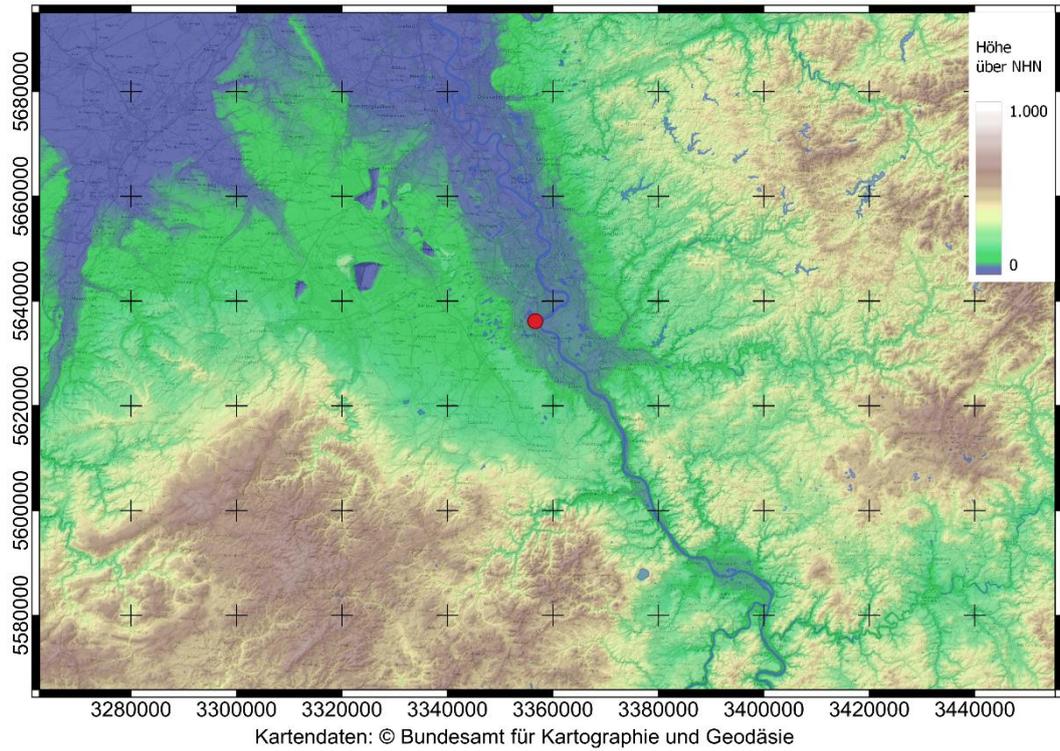


Abbildung 3. Geländestructur im Umfeld des Standorts (roter Punkt); Topografische Darstellung mit Datenbasis EU-DEM [14]. Kartenhintergrund © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie [7]; Koordinatensystem: GK-3.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\177M\177271\M177271_01_BER_1D.DOCX:06. 09. 2023

4 Erwartungswerte für Wind- und Ausbreitungsbedingungen

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Druckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1.500 m über NHN) hat in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. Ein zweites Maximum, das vor allem durch die Luftdruckverteilung in Hochdruckgebieten bestimmt wird, ist bei Winden aus Ost bis Nordost zu erwarten. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, kann die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topographischen Strukturen (Orografie, Landnutzung) modifiziert sein.

Es ist zu erwarten, dass im Bereich des Standortes die Winde von Süden entlang des Rheins zum Standort geleitet werden. Beim Einströmen in die Kölner Bucht wird der Wind durch die östlich gelegenen Hochflächen gelenkt, während deren Widerpart im Westen nach Norden früher zurückweicht, so dass ein ausgeprägtes Maximum aus südöstlichen Richtungen zu erwarten ist. Durch die von Osten her fließende Sieg werden die Windverhältnisse am Standort zusätzlich von Ostwinden beeinflusst. Ein breiteres, sekundäres Maximum wird von der großräumigen Druckverteilung geprägt und ist aufgrund des nach Norden hin nachlassenden Einflusses der Eifel aus südwestlichen bis westnordwestlichen Richtungen zu erwarten. Das Minimum wird bei nordöstlichem Wind erwartet.

Um die am Standort und in der Region abgeschätzten Hauptwindrichtungen qualitativ zu verifizieren, wird ergänzend auf die Daten des Testreferenzjahrs¹ (TRY) des Deutschen Wetterdienstes [8] zurückgegriffen. Dabei handelt es sich um Datensätze, die für den Zeitraum 1995 bis 2012 zu jeder Stunde eines Jahres und in einem Raster mit einer Auflösung von einem Kilometer vorliegen. Aus den Basisdaten des TRY-Datensatzes wurden die langjährigen Mittelwerte der Windrichtungsverteilung ermittelt. Die TRY-Daten enthalten Erwartungswerte für die Windrichtungsverteilung.

Die Windrosen aus den TRY Daten in der unmittelbaren Umgebung des Standortes sind in Abbildung 4 eingetragen. Die Windrosen bestätigen die Hauptwindrichtung mit primärem Maximum mit Wind aus Südosten und sekundärem Maximum mit Wind aus westlicher Richtung.

Für die Übertragungsprüfung wird ein Aufpunkt gewählt, der in auf dem Werks-
gelände liegt.

¹ abgekürzt TRY (test reference year)

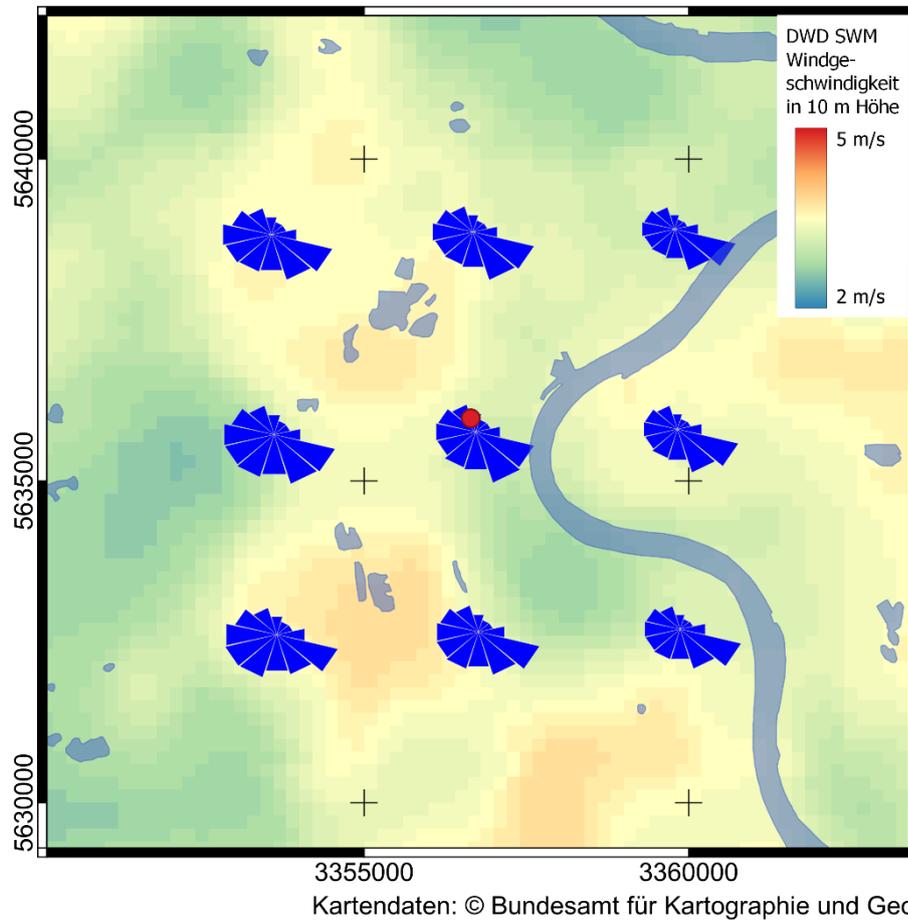


Abbildung 4. Darstellung der Windrosen aus den TRY Daten in unmittelbarer Umgebung des Standortes (rote Markierung). Kartenhintergrund: © Bundesamt für Kartografie und Geodäsie [7]. Topografische Darstellung mit Datenbasis EU-DEM [14]; Koordinatensystem: GK-3.

Zur Veranschaulichung des Erwartungswerts dieser Übertragungsprüfung wird der TRY Datensatz an der in Tabelle 2 genannten Position genutzt. Die Lage des TRY Datensatz liegt beim Aufpunkt der Übertragungsprüfung. Die ausgewählte Windrose ist in Abbildung 5 dargestellt.

Tabelle 2. Bezugskoordinaten des ausgewählten test reference year (TRY) Datensatzes.

	Bezugskoordinaten (WGS84)	
TRY Datensatz	50,8389° N	6,9632° E
Aufpunkt	50,8413° E	6,9636° N

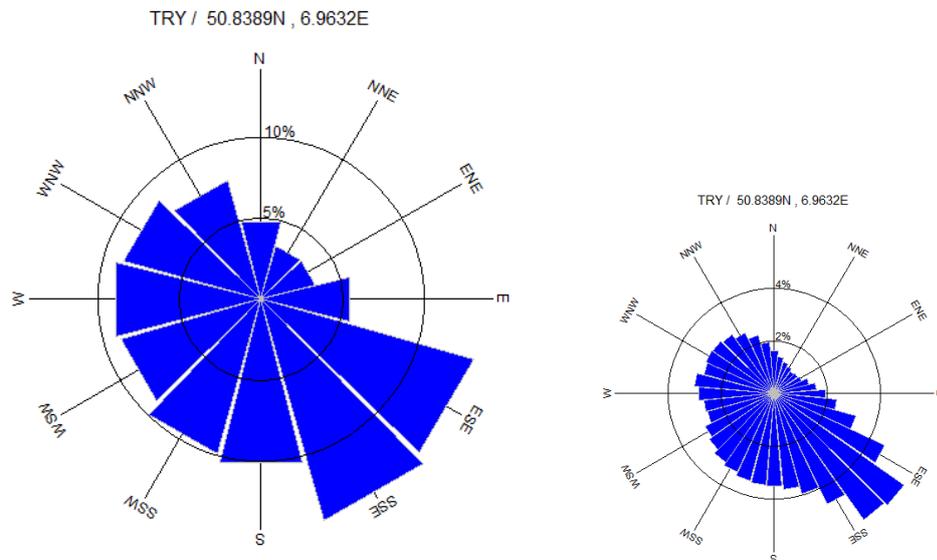


Abbildung 5. Darstellung der Windrose aus den TRY-Daten an den für die Anlage repräsentativen Bezugskoordinaten. Links: Windrose in 30° Sektoren; Rechts: in 10° Sektoren.

Die TRY-Daten zeigen ein dominantes Maximum aus Richtung Südsüdosten (SSE) und ein sekundäres Maximum aus westlicher Richtung (W). Das Minimum stellt sich bei Nordosten (NE) ein.

Zur Ermittlung der mittleren Windgeschwindigkeit und der Schwachwindsituation am Übertragungspunkt werden die Daten des statistischen Windfeldmodells des DWD [2] für einen Vergleich herangezogen. Das statistische Windfeldmodell zeigt am Übertragungspunkt die mittlere Windgeschwindigkeit und Schwachwindhäufigkeit, wie in Tabelle 3 angegeben. Die Erwartungswerte der Windverteilung sind ebenfalls in Tabelle 3 eingetragen.

Tabelle 3. Ergebnisse aus dem statistischen Windfeldmodell des DWD am Übertragungspunkt und Erwartungswerte der Windrichtungsverteilung.

Statistisches Windfeldmodell	
Geografische Länge	6,9636 E
Geografische Breite	50,8413 N
Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m ü. Grund	3,2 m/s
Schwachwindhäufigkeit in 10 m ü. Grund	11%
Erwartungswerte der Windrichtungsverteilung	
Primäres Maximum	Südost (SSE/ESE)
Sekundäres Maximum	West (W)
Minimum	Nordost (NNE/ENE)

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\177M177271\M177271_01_BER_1D.DOCX:06.09.2023

5 Berücksichtigte Bezugswindstationen

Die Auswahl der Windmessstationen folgt den Kriterien der VDI 3783 Blatt 20 [12]. Demnach sollte der Beginn des jüngsten zusammenhängenden, mindestens 5-jährigen Datenerhebungszeitraums nicht länger als 15 Jahre zurückliegen. Die Verfügbarkeit der Daten muss in jedem Jahr über 90 % liegen, und die Daten müssen für mindestens fünf aufeinander folgende Jahre vorhanden sein.

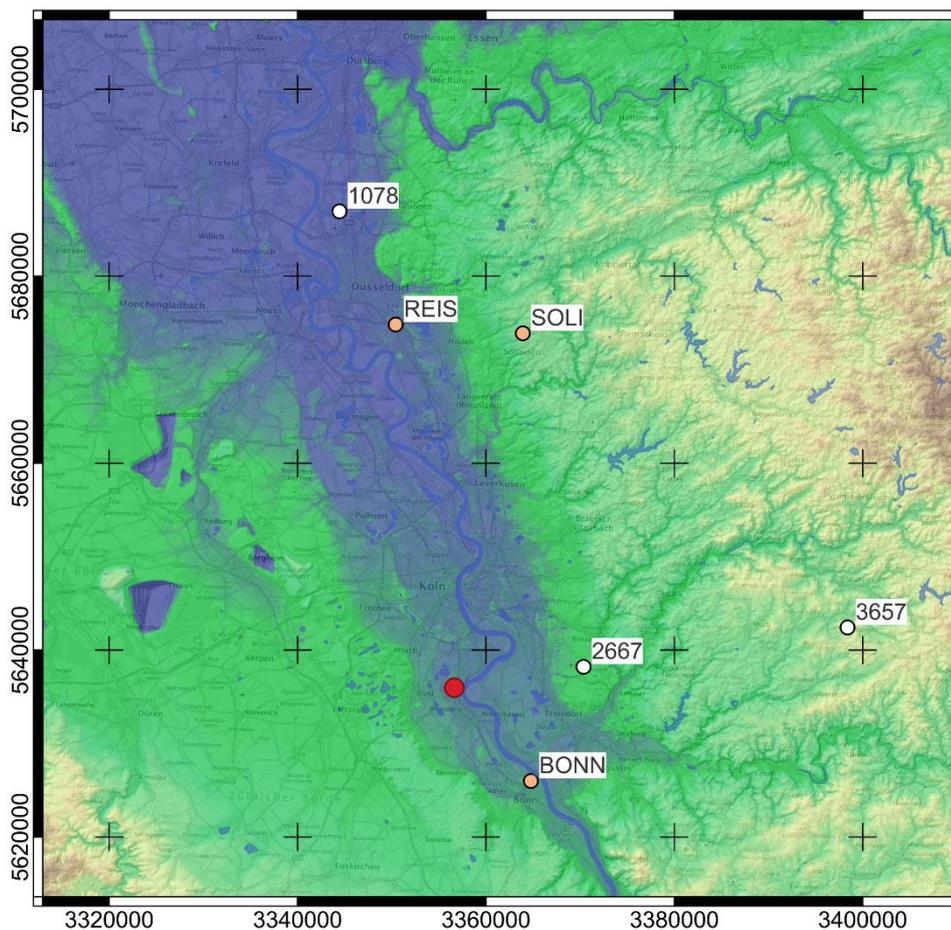
Zusätzlich werden nur solche Windstationen berücksichtigt, deren auf die Bedingungen des Standorts bezogene Windgeschwindigkeit mit der erwarteten Windgeschwindigkeit mindestens hinreichend übereinstimmt, sowie nur solche Windstationen, deren Hauptmaximum der Windrichtung mindestens hinreichend mit der erwarteten Hauptwindrichtung der ausgewählten TRY Daten übereinstimmt. Die genannten Kriterien werden später noch im Detail erläutert.

Im Umkreis von 60 km um die zu betrachtenden Anlage befinden sich 39 Messstationen des DWD und des LANUV. Aus diesen Messstationen werden nur die in die nähere Auswahl gezogen, die sämtliche oben genannten Kriterien erfüllen. Alle anderen Stationen der Messnetzte werden nicht weiter berücksichtigt.

Aus der genannten Vorauswahl wurden drei Windmessstationen des Deutschen Wetterdienstes und drei Windmessstationen des LANUV zur nächsten Prüfung zugelassen. In Tabelle 4 sind die Stationskoordinaten sowie die Lage- und Betriebsangaben aufgeführt. Ihre räumliche Verteilung ist in Abbildung 6 dargestellt.

Tabelle 4. Betrachtete Windmessstationen – Positionsangaben und Betriebsdaten der DWD Stationen nach [1] und der LANUV Stationen nach [17].

Stationsname	Stationsnummer	Betreiber	Geberhöhe [m]	Stationshöhe über NHN [m]	geogr. Länge	geogr. Breite	Abstand zum Standort [km]	Zeitraum
Düsseldorf	1078	DWD	10	37	6,7686	51,296	52	1952 - 2022
Köln-Bonn	2667	DWD	10	92	7,1575	50,8646	14	1957 - 2022
Nümbrecht	3657	DWD	36	341	7,5543	50,9081	42	1983 - 2015
Düsseldorf-Reisholz	REIS	LANUV	22	44	6,8592	51,1888	39.3	2013 - 2022
Solingen-Wald	SOLI	LANUV	21	208	7,0526	51,1838	38.6	2013 - 2022
Bonn-Auerberg	BONN	LANUV	21	60	7,0826	50,7536	12.9	2013 - 2022



Kartendaten: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abbildung 6. Windmessstationen mit Stationsnummern und Standort (roter Punkt). DWD-Stationen in weiß und LANUV-Stationen in orange dargestellt. Topografische Darstellung mit Datenbasis EU-DEM [14]. Kartenhintergrund © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie [7]; Koordinatensystem: GK-3.

6 Detailprüfung

Das wichtigste Beurteilungskriterium für die Übertragbarkeit der vorliegenden Windmessungen auf den Zielort ist die Windrichtungsverteilung. Sie muss die wesentlichen Merkmale der am Zielort zu erwartenden Verteilung, wie sie in Abschnitt 4 beschrieben wurden, widerspiegeln.

In Abbildung 7 sind die Windrosen der ausgewählten Stationen dargestellt und Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die primären und sekundären Windrichtungsmaxima sowie der Minima der Windrichtungsverteilungen.

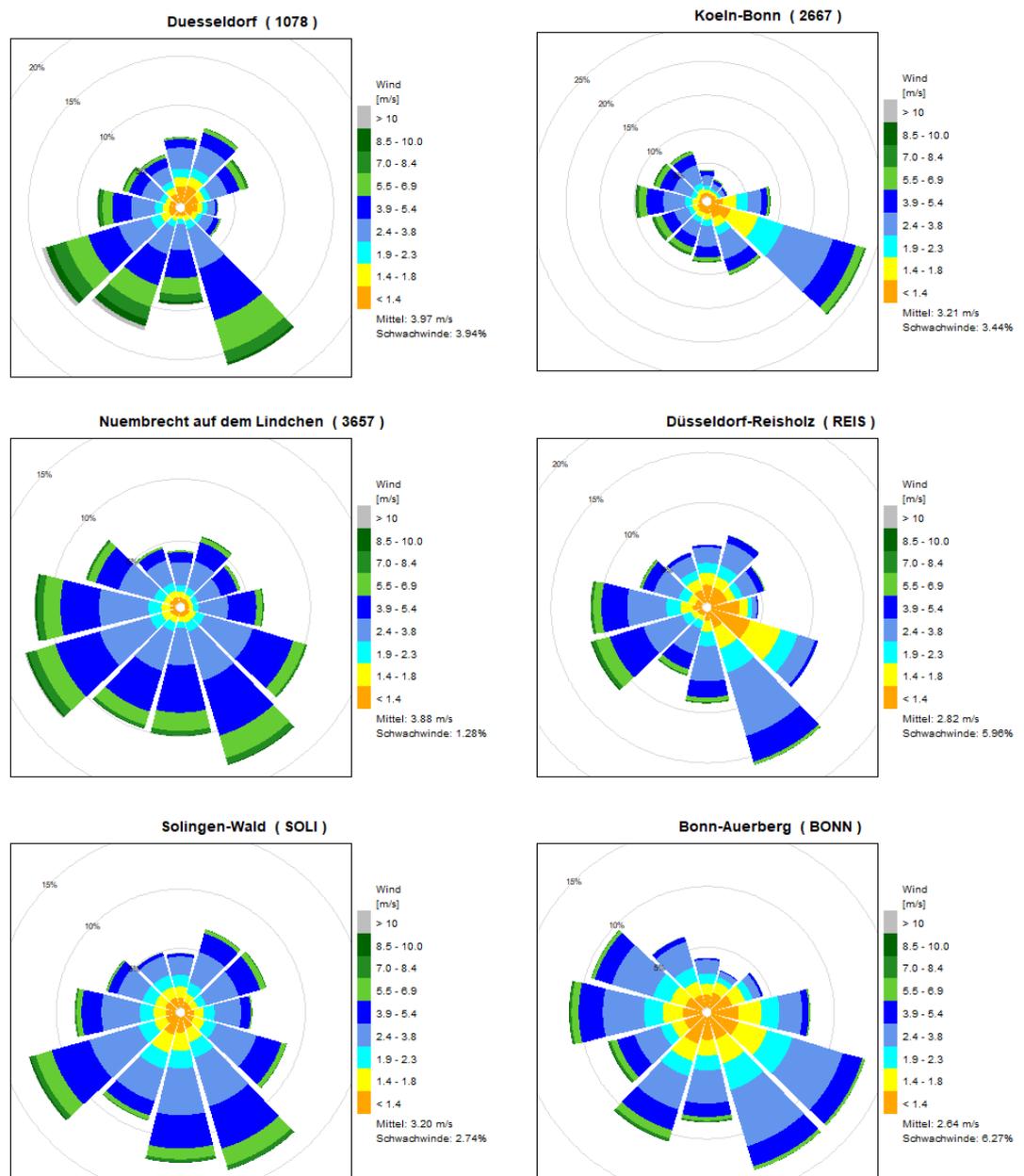


Abbildung 7. Vergleich der Messdaten aus den untersuchten Windmessstationen. Dargestellt sind die Windrosen mit Messdaten aus dem Zeitraum 2005 - 2020. Die Windrosen sind in 30°-Sektoren unterteilt.

Tabelle 5. Charakteristika der Windrichtungsverteilungen an den Messstationen.

Stationsname	Hauptmaximum	Nebenmaximum	Minimum
Standort der Anlage	SSE/ESE	W	NNE/ENE
Düsseldorf	SSE	WSW	E
Köln-Bonn	ESE	W	ENE
Nümbrecht	SSE	WSW	N
Düsseldorf-Reisholz	SSE	WSW	E
Solingen-Wald	SSE	WSW	N
Bonn-Auerberg	SSE/ESE	W	NNE

In Düsseldorf tritt das Hauptmaximum im Südsüdosten auf, ein ähnlich starkes Nebenmaximum ist im Westsüdwest-Sektor zu finden. Ein drittes schwach ausgeprägtes Maximum befindet sich im Nordnordosten. Das Minimum befindet sich im Osten.

Bei Köln-Bonn ist eine stark gerichtete Windverteilung mit engem Hauptmaximum im Ostsüdosten und einem eher schwachen Nebenmaximum im Westen zu finden. Das Minimum befindet sich im Ostnordosten.

In Nümbrecht auf dem Lindchen befindet sich das primäre Maximum im Südsüdosten und erstreckt sich über alle südlichen Windrichtungen bis hin zur westlichen Windrichtung. Ein weiteres Maximum befindet sich im Nordnordosten, das Minimum im Norden.

In Düsseldorf-Reisholz zeigt eine ähnliche Windrichtungsverteilung wie an der Station Düsseldorf mit den gleichen drei Maxima und dem Minimum, wobei das südwestliche Sekundärmaximum etwas stärker nach Westen eingedreht ist.

An der Station Solingen-Wald zeigt sich ein breites primäres Maximum von Südsüdosten und ein ähnlich starkes sekundäres Maximum von Westsüdwesten. Ein tertiäres Maximum ist aus Nordöstlichen Richtungen auffindbar. Das schwächste Minimum liegt im Norden.

An der Station Bonn-Auerberg tritt das Hauptmaximum im Südsüdosten auf, ein ausgeprägtes Nebenmaximum befindet sich im Westen. Ein drittes Maximum tritt aus Südsüdwestlichen Richtungen auf und das Minimum befindet sich im Nordnordosten.

Neben der Windrichtungsverteilung spielt auch die Statistik der Windgeschwindigkeiten eine Rolle für die Übertragbarkeit von Winddaten auf einen Standort. Für die Bewertung der Windgeschwindigkeit müssen die Messdaten der Stationen auf eine einheitliche Rauigkeitslänge, die der Rauigkeit des Standorts entspricht, sowie eine Geberhöhe von 10 m und einer zusätzlichen Höhe, die nach VDI 3783 Blatt 20 [12] mit dem 12-fachen der Rauigkeitslänge angegeben wird, bezogen werden. Für die Berechnung des Faktors wird die folgende Formel verwendet [3] und die Rauigkeitslänge an den Messstationen wird nach Namyslo [4] bestimmt.

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

Es bedeuten:

- f_{red} Faktor zur Normierung der Windgeschwindigkeit
- h_{as} Anemometerhöhe über Grund an der Windmessstation
- Z_{0s} mesoskaliges Z_0 für einen 30°-Sektor an der Windmessstelle
- d_{0s} Verdrängungshöhe an der Windmessstation (6-fache von z_0)
- h_{ref} Referenzhöhe von 100 m zur mesoskaligen Übertragung von Windgeschwindigkeiten über ebenem Gelände nach WIERINGA (1976)
- h_a Vergleichshöhe über Grund am Ort der Ausbreitungsrechnung (hier: 10 m + 12 × z_0)
- Z_0 Rauigkeitslänge am Ort der Ausbreitungsrechnung
- d_0 Verdrängungshöhe am Ort der Ausbreitungsrechnung

Die nachfolgende Tabelle 6 fasst die Bedingungen am Standort und den Stationen zusammen. Am Standort wird die Windgeschwindigkeit und die Häufigkeit von Schwachwinden dem Statistischen Windfeld-Modell des DWD entnommen. Die Windgeschwindigkeiten an den verschiedenen Stationen wird nach obiger Formel aus den an den Stationen gemessenen Windgeschwindigkeiten ermittelt und die Häufigkeit von Schwachwinden unmittelbar aus den Messwerten.

Tabelle 6. Vergleich der Windgeschwindigkeiten. Datenbasis: DWD Stationsdaten [1], DWD Statistisches Windfeld-Modell [2].

Stationsname	Mittlere Geschwindigkeit in Geberhöhe [m/s]	Normierte mittlere Geschwindigkeit ¹ [m/s]	Häufigkeit Schwachwinde [%]	Geberhöhe [m]	z_0 [m]	f_{red}
Standort		3,2	11		1	
Duesseldorf	4	3,8	4	10	0,13	0,95
Koeln-Bonn	3,2	3,5	3	10	0,33	1,09
Nümbrecht	3,9	3,1	1	36	0,77	0,79
Düsseldorf-Reisholz	2,8	2,7	6	22	0,8	0,95
Solingen-Wald	3,2	3,3	3	21	1	1,02
Bonn-Auerberg	2,6	2,6	6	21	0,84	0,98

1) Mittlere Windgeschwindigkeit normiert auf eine Vergleichshöhe von 10 m plus dem 12-fachen der Rauigkeitslänge am Standort.

Die Übertragbarkeit wird mit folgenden Kriterien beurteilt:

- Eine *gute Übereinstimmung* liegt vor, wenn das Hauptmaximum und das größte Nebenmaximum der Windmessstation und der Erwartungswert jeweils im gleichen Sektor liegen und wenn das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit vom Erwartungswert um nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s vom Messwert abweicht.
- Eine *hinreichende Übereinstimmung* liegt vor, wenn das Hauptmaximum und das größte Nebenmaximum der Windstation und der Erwartungswert jeweils in benachbarten Sektoren liegen und wenn das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit vom Erwartungswert um nicht mehr als $\pm 1,0$ m/s vom Messwert abweicht.
- *Keine Übereinstimmung* liegt vor, wenn das Hauptmaximum und das größte Nebenmaximum der Windstation und der Erwartungswert nicht im jeweils gleichen oder in benachbarten Sektoren liegen und wenn das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit vom Erwartungswert um mehr als $\pm 1,0$ m/s vom Messwert abweicht.

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Detailprüfung zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7. Zusammenfassende Bewertung der Messstationen.

Bewertungskriterien: + gute Übereinstimmung; 0 hinreichende Übereinstimmung;

- keine Übereinstimmung.

Station	Stations-ID	Bewertung Haupt-Windrichtung	Bewertung Neben-Windrichtung	Bewertung Windgeschwindigkeit
Düsseldorf	1078	+	0	0
Köln-Bonn	2667	+	+	+
Nümbrecht	3657	+	0	+
Düsseldorf-Reisholz	REIS	+	0	+
Solingen-Wald	SOLI	+	0	+
Bonn-Auerberg	BONN	+	+	0

7 Fazit

Bei der Bewertung der Windrichtungsverteilung zeigt sich an allen Stationen eine gute Übereinstimmung der Hauptwindrichtung mit dem Erwartungswert.

In der Nebenwindrichtung zeigen die Stationen Köln-Bonn (DWD 2667) und Bonn-Auerberg (LANUV BONN) eine gute Übereinstimmung mit dem Erwartungswert und die Stationen Düsseldorf (DWD 1078), Nümbrecht (DWD 3657), Düsseldorf-Reisholz (LANUV REIS) und Solingen-Wald (LANUV SOLI) eine hinreichende Übereinstimmung.

Bei der Windgeschwindigkeit liegt bei Köln-Bonn, Nümbrecht, Düsseldorf-Reisholz und Solingen-Wald eine gute Übereinstimmung vor und an den Stationen Düsseldorf und Bonn-Auerberg liegen hinreichende Übereinstimmungen mit dem Erwartungswert vor.

Die meteorologischen Daten aus der Station Köln-Bonn (DWD 2667) sind unter den geprüften Stationen und für die unter Kapitel 1 beschriebene Aufgabenstellung am besten für die Übertragung zum Zwecke einer Immissionsprognose für das Werksgelände der LyondellBasell in Köln/Wesseling geeignet.

8 Literatur und Grundlagen

- [1] Deutscher Wetterdienst DWD, Offenbach: Stationsdaten;
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/.
- [2] Deutscher Wetterdienst DWD, Offenbach: Statistisches Windfeldmodell;
https://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten/deutschland_und_bundeslaender.html.
- [3] DWD, Merkblatt Bestimmung der in Austal2000 anzugebenden Anemometerhöhe, J. Namyslo, 15.10.2014.
- [4] DWD, Merkblatt Bestimmung effektiver Rauigkeitslängen an Windmessstationen aus topografischen Karten. J. Namyslo, Koßmann M., 18.04.2019
- [5] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 48-54, 14. 9. 2021.
- [6] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV), BGBl. I S. 1440) vom 31. Mai 2017.
- [7] TopoPlusOpen P25. © Bundesamt für Kartografie und Geodäsie. Datenquellen:
https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf.
- [8] Krähenmann, S., Walter, A., Brienen, S., Imbery, F., Matzarakis, A.: Stündliche Raster der Windrichtung für Deutschland (Projekt TRY-Weiterentwicklung), Version V001, DWD Climate Data Center (CDC), DOI:10.5676/DWD_CDC/TRY_Basis_v001, 2016.
- [9] VDI 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. 2017-04.
- [10] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [11] VDI 3783 Blatt 16: Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren TA Luft. 2020-10.
- [12] VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anmeldung im Rahmen der TA-Luft. 2017-03.
- [13] VDI 3783 Blatt 21: Umweltmeteorologie Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL. 2017-03.
- [14] EU-DEM v1.1. European Environment Agency (EEA) under the framework of the Copernicus programme.
- [15] Bundesamt für Naturschutz. Naturräumliche Gliederung Deutschlands nach Meynen / Schmithüsen, 2009.
- [16] EU-Hydro – River Network Database, Version 1.3. European Environment Agency (EEA) under the framework of the Copernicus programme. 2019.

- [17] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, LANUV. Messorte der Luftqualitätsüberwachung in NRW:
[https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte.](https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte)

Anhang C

Ermittlung des repräsentativen Jahres der DWD-Station Köln-Bonn im Bezugszeitraum 2013–2022

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\174\M174716\04_BER_1D_ÖFFENTLICH.DOCX:08. 03. 2024

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht

Telefon +49(6051)6183 0
Telefax +49(6051)6183 11

www.mbbm-ind.com

M.Sc. Michaela Peter
Telefon +49(6051)6183 258
michaela.peter@mbbm-ind.com

11. September 2023
M177271/02 Version 1 PEM/HGM

Ermittlung des repräsentativen Jahres

der DWD-Station Köln-Bonn
im Bezugszeitraum 2013–2022

Bericht Nr. M177271/02

Parameter	Stations-ID	Name	Geo. Länge [Grad]	Geo. Breite [Grad]	Stationshöhe [m]	Geberhöhe ü. Grund [m]
Wind	2667	Köln- Bonn	7,1575	50,8646	92	10

Metadaten der Wind- und Bedeckungsdaten von der DWD-Station Köln-Bonn abgerufen unter [3].

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

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

Statistische Ermittlung eines repräsentativen Jahres

Für die Ermittlung eines repräsentativen Jahres einer mehrjährigen meteorologischen Zeitreihe wird die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [2] herangezogen.

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

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

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

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

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

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

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

Aus den meteorologischen Stundenzeitreihen der Messjahre einer Station wird eine Klassierung der Windrichtung in 30°-Sektoren vorgenommen. Ferner werden die (als solche bereits klassierten) Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier entsprechend VDI 3782 Blatt 6 [5] bestimmt.

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

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

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

Als Modifikation des in Anhang 3 der VDI 3783 Blatt 20 beschriebenen Verfahrens B erfolgt – anstelle der Normierung der Abweichungsmaße A_n der Einzeljahre je Parameter i auf das Einzeljahr mit dem geringsten Abweichungsmaß – eine Normierung auf den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen. Als Mindestabweichungsmaß wird jeweils das $0,675^2 \approx 0,45$ fache des Mittelwerts der Varianzen (maximaler Abstand zum Erwartungswert von 50 % des Kollektivs) festgelegt, um eine Überinterpretation kleiner Unterschiede zwischen an und für sich gleichwertigen Jahren zu vermeiden.

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

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

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

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

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Rangfolge der Einzeljahre mit oben genannter Normierung des Abweichungsmaßes auf 100 für den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen aus den Parametern Windrichtung $A_{n,wr}$ und Ausbreitungsklasse $A_{n,ak}$ sowie der gewichteten Gesamtbewertung (3 : 1) für den zehnjährigen Bezugszeitraum 2013 - 2022 der DWD-Station Köln-Bonn [3].

Im zehnjährigen Bezugszeitraum 2013 - 2022 beträgt die Windgeschwindigkeit im Mittel 3,2 m/s.

Tabelle 1. Bestimmung des repräsentativen Jahres für die Station Köln-Bonn [3].

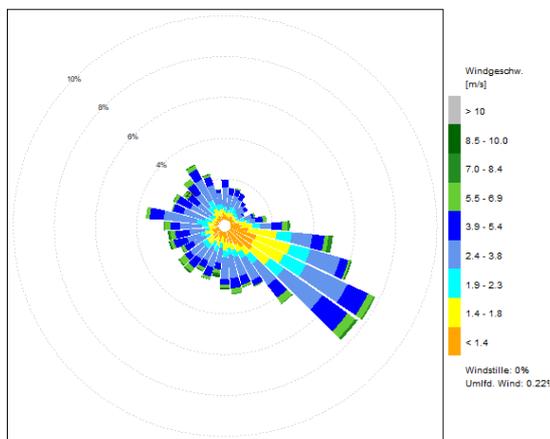
Jahr	Windrichtung $A_{n,wr}$	Ausbreitungs- klasse $A_{n,ak}$	Beurteilungs- größe BG_n	mittlere Windgeschwindigkeit m/s
2019	45	45	45	3,4
2013	45	77	53	3
2021	56	45	54	3,2
2016	61	45	57	3,2
2015	83	45	73	3,1
2018	98	78	93	3,3
2020	79	228	117	3,5
2014	130	176	142	3
2022	125	194	142	3,3
2017	190	45	154	3,2
2019	45	45	45	3,4

Entsprechend der Beurteilungsgröße BG_n sind die Jahre 2019, 2013, 2021 und 2016 annähernd gleichrangig als repräsentativ anzusehen, da diese die geringsten Abweichungen vom langjährigen Mittel aufweisen.

Im vorliegenden Fall wird unter den nahezu gleichwertigen Jahren das Jahr 2013 verwendet, da für dieses Jahr Niederschlagsdaten des Umweltbundesamts verfügbar sind, die nach Anhang 2, Nr. 9.1 und 9.7 nach Möglichkeit zu verwenden sind.

Nachfolgend sind graphisch die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen (in 10-Grad-Schritten) des repräsentativen Einzeljahres 2013 sowie im gesamten zehnjährigen Bezugszeitraum (2013 - 2022) dargestellt.

Windverteilung in Prozent 2013



Windverteilung in Prozent 2013 - 2022

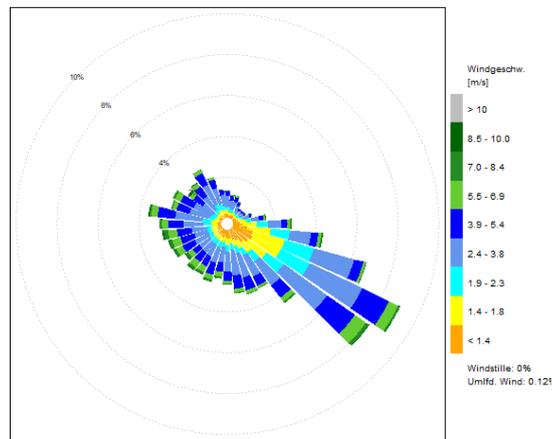


Abbildung 1. Häufigkeitsverteilung in % der Windrichtung des repräsentativen Einzeljahres 2013 (links) und im zehnjährigen Bezugszeitraum 2013 - 2022 (rechts).

Für den Bericht zeichnen verantwortlich:



M.Sc. Michaela Peter
Telefon +49 (0)6051-6183-258

Projektverantwortliche(r)



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Telefon +49 (0)6051 618-326

Qualitätssicherung

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



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-00

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

Literatur und Grundlagen

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), (GMBl. Nr. 48-52 vom 14.09.2021 S. 1050); vom 18.08.2021
- [2] VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie, Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03
- [3] meteorologische Zeitreihen (Wind) unter:
https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical/
meteorologische Zeitreihen (Bedeckung) unter:
https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/cloudiness/historical/
- [4] Kortner, M. (2019): Anwendungserfahrungen in der Bestimmung des repräsentativen Jahres entsprechend VDI 3783 Blatt 20 – Einfache Modifikationen zur Erhöhung der Robustheit des im Anhang 3 beschriebenen Verfahrens B; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 79 (2019) Nr. 7/8, S. 291-296
- [5] VDI 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie; Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. 2017-04