

Hannover, 04.08.2023

TNUC-H-IPG / DHZ

**Gutachterliche Stellungnahme über
die erforderlichen Schornsteinhöhen sowie
Emissionen und Immissionen
für ein Gaskraftwerk am Standort des Kraftwerks Mehrum
Version 3**

Auftraggeber: enco Energie- und Verfahrens-Consult GmbH
Wendenring 1
38114 Braunschweig

Betriebsstandort: Kraftwerk Mehrum

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000684574/223IPG033

Umfang des Berichtes: 84 Seiten
9 Seiten Anhang

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dirk Herzig
Tel.: 0511 / 998 – 61523
E-Mail: dherzig@tuev-nord.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Zusammenfassung.....	6
2 Aufgabenstellung	8
2.1 Vorgehensweise	8
3 Anlagenbeschreibung.....	9
3.1 Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD-KW bzw. CCGT, Variante 1).....	9
3.2 Gasturbinen-Kraftwerk (GT-KW bzw. OCGT, Variante 2)	11
4 Beurteilungsgrundlage	12
4.1 Relevante Luftschadstoffe	12
4.2 Emissionsseitige Anforderungen.....	12
4.2.1 GuD-Anlagen.....	13
4.2.2 Hilfsdampfkessel	14
4.2.3 Schwarzstartanlage	15
4.3 Immissionsseitige Anforderungen	16
4.3.1 Schutzgut Mensch	17
4.3.2 Schutz der Vegetation und Ökosysteme	19
4.3.3 Stickstoffdeposition.....	19
5 Örtliche Verhältnisse	20
5.1 Immissionsorte	21
6 Schornsteinhöhenberechnung.....	22
6.1 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe (Nr. 5.5.2.2 TA Luft).....	22
6.1.1 Maßgeblicher Luftschadstoff.....	22
6.1.2 Rechnerische Schornsteinhöhe	35
6.1.3 Bebauung, Bewuchs und Gelände.....	40
6.1.4 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe über dem Boden	46
6.2 Gebäudebedingte Schornsteinhöhe.....	46
6.3 Maßgebliche Schornsteinhöhen	52
7 Immissionsprognose	53
7.1 Emissionen	53
7.1.1 Variante 1	53
7.1.2 Variante 2	55
8 Ausbreitungsrechnung	57
8.1 Verwendete Programme und Versionen	57
8.2 Beurteilungsgebiet und Rechengebiet	58
8.3 Quellmodellierung.....	59
8.3.1 Meteorologische Daten.....	60
8.4 Rauigkeitslänge	63
8.5 NO ₂ -Direktemission und NO/NO ₂ -Umwandlung.....	63
8.6 Kornklassenverteilung und Depositionskenngrößen	63
8.7 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen	64
8.8 Berücksichtigung von Geländeeinflüssen	65
8.9 Genauigkeitsklasse	65

9	Immissionszusatzbelastung.....	66
9.1	Zusatzbelastung	66
9.2	Zusatzbelastung Ökosysteme und Vegetation.....	67
9.3	Schutzgut Boden	68
9.4	Stickstoffdeposition und Säureeintrag.....	68
9.4.1	Flächige Darstellung der Immissionen	69
10	Anhang 1: Protokolldateien	74
11	Anhang 2: Gebäudepläne	82

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 4-1:	Übersicht zu Emissionsgrenzwerten für die GuD-Anlage/ Gasturbinenanlage	13
Tabelle 4-2:	Übersicht zu Emissionsgrenzwerten für den Hilfsdampfkessel	14
Tabelle 4-3:	Emissionsbegrenzungen für die Schwarzstartanlage.....	15
Tabelle 4-4:	Immissions(grenz)werte für NO ₂ , SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} (TA Luft 4.2.1) und für CO (39. BImSchV) zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie Beurteilungswert für Formaldehyd	17
Tabelle 4-5:	Beurteilungswerte für die Gesamtbelastung der Deposition (Jahresmittelwert).....	18
Tabelle 4-6:	Immissionswerte und irrelevante Zusatzbelastungswerte nach TA Luft	19
Tabelle 6-1:	Emissionsdaten der GuD-Anlage, Vollastbetrieb.....	24
Tabelle 6-2:	Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung.....	25
Tabelle 6-3:	Emissionsdaten der GuD-Anlage, Bypassbetrieb	26
Tabelle 6-4:	Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung, Bypassbetrieb.....	27
Tabelle 6-5:	Emissionsdaten der Gasturbinenanlage, Vollastbetrieb	29
Tabelle 6-6:	Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung.....	30
Tabelle 6-7:	Emissionsdaten Hilfsdampfkessel, Vollastbetrieb Heizöl.....	31
Tabelle 6-8:	Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung.....	32
Tabelle 6-9:	Emissionsdaten Schwarzstartaggregat, Vollastbetrieb Heizöl	33
Tabelle 6-10:	Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung.....	34
Tabelle 6-11:	besmin Variante 1.....	35
Tabelle 6-12:	besmin Variante 1, Bypass	36
Tabelle 6-13:	besmin Variante 2.....	37
Tabelle 6-14:	besmin Variante 1, Hilfsdampfkessel	38
Tabelle 6-15:	besmin Variante 1 und 2, Schwarzstartanlage	39
Tabelle 6-16:	Schornsteinhöhen der verschiedenen Anlagen/Varianten in m über Grund ...	52

Tabelle 7-1:	Ausbreitungsrelevante Anlagendaten – Variante 1	54
Tabelle 7-2:	Ausbreitungsrelevante Anlagendaten – Variante 2	56
Tabelle 8-1:	Gitterstruktur der Ausbreitungsrechnung	58
Tabelle 8-2:	Quellparameter Volllast	59
Tabelle 8-3:	Quellparameter Volllast	59
Tabelle 8-4:	Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeiten für Korngrößenklassen in [m/s] gem. Anhang 2, TA Luft	64
Tabelle 9-1:	max. Immissionszusatzbelastung der Konzentration durch den geplanten Kraftwerksbetrieb und Irrelevanzschwellen gemäß TA Luft	67
Tabelle 9-2:	maximale Immissionszusatzbelastung durch den geplanten Kraftwerksbetrieb und Irrelevanzschwellen Vegetation und Ökosysteme gemäß TA Luft.....	68
Tabelle 9-3:	maximale Depositions-Zusatzbelastung durch den geplanten Kraftwerksbetrieb am Standort Mehrum	68
Tabelle 9-4:	maximale Zusatzbelastung (Jahresmittelwert) im Beurteilungsgebiet durch die zwei Planvarianten am Standort Mehrum.....	69

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 5-1:	Lage der Standorte der Schutzgebiete	21
Abbildung 6-1:	Umgebungskarte mit 150 m-Radius-Kreis der Variante 1 GuD-Anlage am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.....	41
Abbildung 6-2:	Umgebungskarte mit 150 m-Radius-Kreis der Variante 1 GuD-Anlage Bypass-Betrieb am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.	42
Abbildung 6-3:	Umgebungskarte mit 150 m-Radius-Kreis der Variante 2 Gasturbinen am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins der Gasturbine 11.	43
Abbildung 6-4:	Umgebungskarte mit 170 m-Radius-Kreis der Variante 1 Hilfsdampfkessel am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.....	44
Abbildung 6-5:	Umgebungskarte mit 420 m-Radius-Kreis der Variante 1 und 2 Schwarzstartanlage am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.....	45
Abbildung 6-6:	Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4	49
Abbildung 6-7:	Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4	49
Abbildung 6-8:	Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4	50
Abbildung 6-9:	Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4	51
Abbildung 6-10:	Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4 .	51
Abbildung 8-1:	Relative Häufigkeiten der Windrichtungen und -geschwindigkeitsklassen an der Station Braunschweig für den Zeitraum 20.07.2014 bis 19.07.2015	61
Abbildung 8-2:	Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen an der Station Braunschweig für den Zeitraum 20.07.2014 bis 19.07.2015	62
Abbildung 9-1:	Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Stickstoffdeposition durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 1 in $\text{kg}/(\text{ha}^*\text{a})$	70
Abbildung 9-2:	Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Säureäquivalente durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 1 in $\text{keq}/(\text{ha}^*\text{a})$	71
Abbildung 9-3:	Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Stickstoffdeposition durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 2 in $\text{kg}/(\text{ha}^*\text{a})$	72
Abbildung 9-4:	Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Säureäquivalente durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 2 in $\text{keq}/(\text{ha}^*\text{a})$	73

1 Zusammenfassung

Die Kraftwerk Mehrum GmbH beabsichtigt, am Standort ein erdgasbefeuertes Kraftwerk zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben.

Vor diesem Hintergrund prüft die KW Mehrum GmbH derzeit im Ergebnis einer Vorstudie die folgenden Konfigurationen:

1. Ein Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD-KW, combined cycle gas turbine / CCGT) mit einer Feuerungswärmeleistung von maximal 2.000 MW, bestehend aus einer Gasturbine, einem Abhitzedampferzeuger und einer Dampfturbine (Variante 1);
2. Ein Gasturbinen-Kraftwerk (GT-KW, open cycle gas turbine / OCGT), das für die Abgaswärme-Nutzung im Abhitzekessel vorbereitet ist, bestehend aus zwei Gasturbinen (Variante 2), mit einer Feuerungswärmeleistung von jeweils maximal 1.320 MW.

Für das vorgesehene Vorhaben wird gemäß § 9 BImSchG ein Vorbescheid beantragt.

Im Rahmen des Vorbescheidverfahrens nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) wurde die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG mit der Berechnung der erforderlichen Schornsteinhöhen und der Erstellung einer Prognose der zu erwartenden Emissionen und Immissionen durch das Gesamtvorhaben beauftragt.

Die Festlegung der Schornsteinhöhe richtet sich nach den Bestimmungen der Nr. 5.5 TA Luft /1/. Die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen (Immissionsprognose) erfolgt nach 39. BImSchV und TA Luft. Als beurteilungsrelevante Schadstoffe sind Schwebstaub (PM_{2,5} und PM₁₀), Staubniederschlag (STN), Stickstoffdioxid (NO₂), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO), Formaldehyd (CH₂O) sowie Ammoniak (NH₃) zu betrachten.

Die Zusatzbelastung aus dem Betrieb der geplanten Änderung am Standort des Kraftwerkes Mehrum erfüllt für die Schadstoffe Stickstoffdioxid NO₂, Schwefeldioxid SO₂, Schwebstaub PM_{2,5} und PM₁₀, Staubniederschlag an allen ausgewerteten Beurteilungspunkten die Irrelevanzkriterien der TA Luft.

Für die Zusatzbelastung bezüglich CO wird der 8-Stunden-Mittelwert als Beurteilungsgrundlage herangezogen. Das so ermittelte Irrelevanzkriterium wird durch CO eingehalten.

Aufgrund der Unterschreitung der Irrelevanzschwellen der TA Luft kann die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen nach Nr. 4.1 der TA Luft entfallen.

Hinsichtlich der Konzentration von Formaldehyd wird der Orientierungswert für die Planvarianten zu weniger als 2,8 % ausgeschöpft. Ein hinreichender Anhaltspunkt für eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft liegt nicht vor, da der Betrieb der geplanten Anlagen keinen nennenswerten Anteil zur Immissionssituation liefert.

In Nr. 4.4.1 TA Luft sind Immissionswerte zum Schutz vor Gefahren für Ökosysteme und Vegetation in Bezug auf die Konzentration von Schwefeldioxid und Stickoxiden genannt. Sowohl für SO₂ als auch für NO_x liegen die Werte für die Planvarianten der maximalen Zusatzbelastung deutlich unter den genannten jeweiligen Irrelevanzschwellen. Eine weitergehende Prüfung zum Schutz vor Gefahren durch diese beiden Stoffe ist nach Nr. 4.4.1 TA Luft nicht erforderlich.

Es können im Rahmen der Detailplanung sich noch Planungsänderungen ergeben, die ggf. z.B. zu abweichenden Schornsteinhöhen als in Abschnitt 6 dargestellt führen und/oder zu anderen Zusatzbelastungen als in Abschnitt 9 ausgewiesen. Nach aktuellem Kenntnisstand ist es wahrscheinlich, dass auch bei einer Planungsänderung weiterhin eine Einhaltung der Irrelevanzschwellen gegeben ist. Daher wären die durch die Änderung hervorgerufenen nachteiligen Auswirkungen wahrscheinlich als gering einzustufen.

.....
Dipl.-Ing. Dirk Herzig

Sachverständiger der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

2 Aufgabenstellung

Die Kraftwerk Mehrum GmbH beabsichtigt, am Standort Mehrum ein erdgasbefeuertes Kraftwerk zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben.

Vor diesem Hintergrund prüft die KW Mehrum GmbH derzeit im Ergebnis einer Vorstudie die folgenden Konfigurationen:

1. Ein Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD-KW, combined cycle gas turbine / CCGT) mit einer Feuerungswärmeleistung von maximal 2.000 MW, bestehend aus einer Gasturbine, einem Abhitzedampferzeuger und einer Dampfturbine (Variante 1);
2. Ein Gasturbinen-Kraftwerk (GT-KW, open cycle gas turbine / OCGT), das für die Abgaswärme-Nutzung im Abhitzekessel vorbereitet ist, bestehend aus zwei Gasturbinen (Variante 2), mit einer Feuerungswärmeleistung von jeweils maximal 1.320 MW.

Für das vorgesehene Vorhaben wird gemäß § 9 BImSchG ein Vorbescheid beantragt.

Im Rahmen des Vorbescheidverfahrens nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) wurde die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG mit der Berechnung der erforderlichen Schornsteinhöhen und der Erstellung einer Prognose der zu erwartenden Emissionen und Immissionen durch das Gesamtvorhaben beauftragt.

Die Festlegung der Schornsteinhöhe richtet sich nach den Bestimmungen der Nr. 5.5 TA Luft /1/. Die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen (Immissionsprognose) erfolgt nach 39. BImSchV und TA Luft. Als beurteilungsrelevante Schadstoffe sind Schwebstaub ($PM_{2,5}$ und PM_{10}), Staubniederschlag (STN), Stickstoffdioxid (NO_2), Schwefeldioxid (SO_2), Kohlenmonoxid (CO), Formaldehyd (CH_2O) sowie Ammoniak (NH_3) zu betrachten.

2.1 Vorgehensweise

Die Stellungnahme umfasst folgende Arbeitsschritte:

- Besichtigung des Anlagenstandortes, der Ausbreitungswege und der Immissionsorte,
- Berechnung der notwendigen Schornsteinhöhen,
- Berechnung der zu erwartenden Emissionen für die geplanten Anlagen auf Grundlage der vorgelegten Planungsdaten,
- Prognose der Immissionen durch Ausbreitungsrechnungen mit dem Programm AUSTAL/LASAT,
- Beurteilung der berechneten Zusatzbelastung nach den Maßstäben der 39. BImSchV, der TA Luft und der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI).

3 Anlagenbeschreibung

Auf eine ausführliche Anlagenbeschreibung wird an dieser Stelle verzichtet; wir verweisen diesbezüglich auf die Antragsunterlagen. Im Nachfolgenden wird daher nur kurz auf die Anlagensituation eingegangen, die aus Sicht der Luftreinhaltung von Bedeutung ist. Die nachfolgende Beschreibung basiert auf Angaben des Antragstellers.

3.1 Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD-KW bzw. CCGT, Variante 1)

Beim Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD-KW, combined cycle / CCGT) wird das Gas zunächst in einer Gasturbine verfeuert, die einen Generator antreibt, der elektrischen Strom erzeugt. Das heiße Abgas der Gasturbine wird in einem Abhitzekessel zur Dampferzeugung genutzt. Mit dessen Frischdampf wird mit einer Dampfturbine ein weiterer Generator angetrieben, der ebenfalls Strom erzeugt. Um eine möglichst hohe Stromausbeute aus dem eingesetzten Brennstoff zu erhalten, wird mit der Abgaswärme der Gasturbine auf drei unterschiedlichen Temperatur- bzw. Druckniveaus Dampf erzeugt und von der Dampfturbine verwertet.

Das geplante GuD-KW hat eine Feuerungswärmeleistung von maximal 2.000 MW, besteht aus einer Gasturbine, einem Abhitzedampferzeuger und einer Dampfturbine sowie einem Kühlturm als Hauptkomponenten und den zugehörigen Hilfs- und Nebenanlagen. Es erhält einen öl-/gasgefeuerten Hilfsdampferzeuger zur Warmhaltung, damit es bei Anforderung schnell und ohne Belastung des ggf. gerade zu stützenden Stromnetzes gestartet werden kann, und eine Schwarzstartanlage mit Diesel- oder Gasmotoren, um bei einem Ausfall des öffentlichen Stromversorgungsnetzes selbst starten zu können.

Die jährliche Betriebszeit des GuD-KW wird sich vermutlich auf ca. 1/3 des Jahres beschränken. Damit es bei der Auslegung und der Abschätzung der maximalen Umweltbeeinflussung nicht zu Engpässen kommt, wird bei der weiteren Betrachtung aber von einer Volllastbenutzungsstundenzahl von 6.000 h/a (ca. 2/3 des Jahres) ausgegangen.

Zudem ist für die GuD-KW ein Bypassbetrieb geplant. Der würde im Wesentlichen bei der Anforderung nach schnellen Starts zur kurzfristigen Stützung des elektrischen Versorgungsnetzes, sowie bei möglichen Störungen oder bei Nicht-Verfügbarkeiten des Wasser-Dampf-Kreislaufes gefahren werden. Der Bypassbetrieb ist maximal für 1.500 Betriebsstunden im Jahr geplant.

Das für den Standort geplante GuD-KW besteht aus den folgenden Hauptkomponenten und Anlagen:

- Einer Gasturbineneinheit mit einem angeschlossenen Generator und einem Bypasskamin, vorbereitet für den Einsatz von Wasserstoff
- Einem Abhitzeessel mit drei Dampferzeugern auf unterschiedlichem Temperatur- und Druckniveau sowie einem anschließenden Kamin
- Einer Dampfturbineneinheit mit angeschlossenen Generator und Kondensator
- Wasser-Dampf-Kreislauf mit Wasseraufbereitung
- Kühlwassersystem mit Kühlturm und Kühlwasser-Aufbereitung
- Einem Hilfsdampfkessel zur Warmhaltung, befeuert mit Heizöl oder Erdgas oder elektrisch beheizt
- Schwarzstartanlage bestehend aus einem oder mehreren Diesel- oder Gasmotoren
- Heizöl- und Chemikalienversorgung inkl. Vorratstanks

Je nach Hersteller kann über die feuerungstechnischen Primärmaßnahmen an der Gasturbine hinaus eine Reduzierung der von der Gasturbine erzeugten CO- und NO_x-Emissionen erforderlich sein. Für diesen Fall wird der Abhitzeessel mit einem Doppelfunktions-Katalysator (SCR- / Selective Catalytic Reduction Katalysator) ausgestattet, der in einem Abgastemperaturfenster von 320 bis 400°C arbeitet.

Die Länge und das Volumen des Katalysators werden entsprechend der erforderlichen NO_x- und CO-Reduktion bemessen.

Für die Abgasreinigung wird etwa auf der Höhe des Hochdruckverdampfers ein Rauchgas-Teilstrom aus dem Rauchgaskanal abgezweigt. Abhängig von der NO_x-Konzentration am Kaminaustritt wird diesem Rauchgas-Teilstrom Ammoniakwasser zugegeben, das zuvor durch die Rauchgaswärme verdampft wurde. Der mit Ammoniakwasser angereicherte Rauchgas-Teilstrom wird nun dem Verteilgitter zugeführt, welches sich im Rauchgaskanal befindet. Darüber findet eine gleichmäßige Verteilung des Rauchgas-Ammoniak-Gemisches auf die im Rauchgaskanal angeordnete Trägerstruktur des Katalysators statt, in dem die chemische Reaktion zur Reduzierung der NO_x- und CO-Konzentration erfolgt.

Das Katalysatorsubstrat besteht aus einem hochtemperaturbeständigen Material.

Für diesen Fall einer NO_x-Reduktion mittels SCR-Anlage ist eine Versorgung und Lagerung von Ammoniakwasser (<25%) vorgesehen.

3.2 Gasturbinen-Kraftwerk (GT-KW bzw. OCGT, Variante 2)

Die alternative Variante 2 des Gasturbinen-Kraftwerks (GT-KW, open cycle OCGT) besteht aus zwei Gasturbinen. Im einfachsten Fall wird die auf den reinen Gasturbinenbetrieb optimierte Anlage ohne Nutzung der Abgaswärme ausgeführt. Die Abwärme der Gasturbine gelangt dann über den Schornstein in die Atmosphäre.

Mit Bezug auf § 7 der 13. BImSchV wird das GT-KW jährlich für weniger als 1.500 Stunden im gleitenden Durchschnitt über einen Zeitraum von fünf Jahren konzipiert.

Das GT-KW besteht aus den folgenden Hauptkomponenten und Anlagen:

- Zwei baugleiche Gasturbineneinheiten, vorbereitet für den Einsatz von Wasserstoff, mit angeschlossenem Generator,
- Zwei baugleiche anschließende Kamine mit Emissionsmesseinrichtung,
- Schwarzstartanlage bestehend aus einem oder mehreren Diesel- oder Gasmotoren.

Die Variante 2 wird entsprechend der jetzigen Planung nur für wenige Betriebsstunden im Jahr konzipiert, voraussichtlich für jährlich weniger als 1.500 Stunden im gleitenden Durchschnitt über einen Zeitraum von fünf Jahren (vgl. § 7 der 13. BImSchV).

Die gemäß § 33 (1) Ziffer 1. b) der 13. BImSchV für „sonstige Gastubinenanlagen“ zu erfüllenden Emissionsgrenzwerte werden von den am Markt befindlichen, hier infrage kommenden Anlagen erfüllt, so dass bei Variante 2 grundsätzlich kein Katalysator erforderlich wird.

Für den Fall, dass über die feuerungstechnischen Primärmaßnahmen an der Gasturbine die CO- und NOx-Grenzwerte nicht eingehalten werden können, soll ein SCR-Katalysator als Option mitberücksichtigt werden.

Für diesen Fall wird hinter der Gasturbine jeweils ein Doppelfunktions-Katalysator (SCR- / Selective Catalytic Reduction Katalysator) eingebaut, der in einem Abgastemperaturfenster von 320 bis 400 °C arbeitet. Um das Rauchgas auf das Arbeitstemperaturfenster des SCR abzukühlen, wird bei Ausführung der SCR-Option zusätzlich ein Gaskühler im Rauchgasweg hinter den Gasturbinen und vor dem SCR angeordnet. Die Abwärme aus dem Rauchgaskühler wird über einen Zwischenkreislauf dem Kühlwassersystem zugeführt und über eine Rückkühlanlage bzw. den Kühlturm abgeführt, der bei dieser Option dann auch bei einem OCGT-Kraftwerk benötigt werden könnte.

Die SCR-Anlage entspricht ansonsten der Anlage der Variante 1.

4 Beurteilungsgrundlage

4.1 Relevante Luftschadstoffe

Als Luftschadstoffe gelten Stoffe und Stoffgemische, die infolge menschlicher Aktivität in die Atmosphäre gelangen oder dort entstehen und unerwünschte Wirkungen und Belästigungen auf den Menschen und seine Umwelt haben können /2/.

Die Zusatzbelastung durch Luftschadstoffe wird durch den Betrieb der Anlage bestimmt. Durch die Anlage werden verschiedene Stoffe emittiert, wobei das Hauptaugenmerk auf den in gesetzlichen Vorgaben geregelten Schadstoffen liegt.

In den Staaten der Europäischen Union existiert ein einheitliches Recht zur Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität. Es gilt die EU-Richtlinie 2008/50/EG /3/ des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Im deutschen Recht gilt die entsprechende Umsetzung dieser Richtlinie in der 39. BImSchV /4/.

4.2 Emissionsseitige Anforderungen

Die geplanten Anlagen des Kraftwerkes Mehrum umfassen derzeit zwei Varianten. Beide Varianten basieren derzeit auf dem Einsatz von Erdgas. Die emissionsseitigen Anforderungen ergeben sich aus den Feuerungswärmeleistungen (FWL) der Einzelanlagen. Dabei ist auf den tatsächlichen maximal zulässigen Betrieb der Anlage abzustellen.

Für die GuD-Anlage/Gasturbinenanlage, den Hilfsdampfkessel und den Schwarzstartdiesel gelten die Emissionsbegrenzungen der 13. BImSchV /5/. Die beiden unterschiedlichen Konfigurationen der zwei Varianten werden jeweils als eine gemeinsame Anlage betrachtet. Das erfolgt auf Basis § 1 Abs (3) der 4. BImSchV in Verbindung mit § 4 der 13. BImSchV.

Der Bypassbetrieb der Variante 1 würde im Wesentlichen bei der Anforderung nach schnellen Starts / kurzfristiger Stützung des elektrischen Versorgungsnetzes, sowie bei möglichen Störungen / Nicht-Verfügbarkeiten des Wasser-Dampf-Kreislaufes gefahren werden. Der Bypassbetrieb würde maximal für 1.500 Betriebsstunden im Jahr gefahren werden.

Bei Variante 2, die zwei Gasturbinen ohne Abhitzeessel umfasst, werden beide Gasturbinen (GT) jeweils nicht mehr als 1.500 Stunden / Jahr betrieben.

4.2.1 GuD-Anlagen

Tabelle 4-1: Übersicht zu Emissionsgrenzwerten für die GuD-Anlage/ Gasturbinenanlage

	Variante 1: GuD-Anlage* §§ 33 und 27 der 13. BImSchV	Variante 2: Gasturbinenanlage* §§ 33 und 27 der 13. BImSchV
Brennstoff	Erdgas	Erdgas
Feuerungswärmeleistung	max. 2.000 MW	2 Mal 1.320 MW
Bezugssauerstoffgehalt	15 Vol.-%	15 Vol.-%
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, ang. als NO ₂	20 mg/m ³ (JMW) (1, 3) 30 mg/m ³ (JMW, Bypass-Betrieb) 40 mg/m ³ (TMW) (1) 50 mg/m ³ (TMW, Bypass-Betrieb) 80 mg/m ³ (HSM) (1) 100 mg/m ³ (HSM, Bypass-Betrieb)	35 mg/m ³ (JMW) (1,2) 50 mg/m ³ (TMW) (1) 100 mg/m ³ (HSM) (1)
Kohlenmonoxid	100 mg/m ³ TMW) (1) 200 mg/m ³ (HSM) (1)	100 mg/m ³ TMW) (1) 200 mg/m ³ (HSM) (1)
Formaldehyd	5 mg/m ³	5 mg/m ³
Ammoniak	5 mg/m ³ (JMW) (1, 3) 10 mg/m ³ (TMW) (1, 3) 20 mg/m ³ (HSM) (1, 3)	5 mg/m ³ (JMW) (1, 3) 10 mg/m ³ (TMW) (1, 3) 20 mg/m ³ (HSM) (1, 3)
Anmerkungen		
(1)	TMW = Tagesmittelwert JMW = Jahresmittelwert HSM = Halbstundenmittelwert * Die aufgeführten Emissionsgrenzwerte gelten bei Betrieb ab einer Last von 70 v.H., unter ISO-Bedingungen (Temperatur 288,15 K, Druck 101,3 kPa, relative Luftfeuchte 60 v.H.).	
(2)	im gleitenden Durchschnitt über einen Zeitraum von fünf Jahren höchstens 1.500 Stunden jährlich in Betrieb	
(3)	Nur beim Einsatz der selektiven katalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden	

Die sichere Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wird mit dem entsprechenden Anlagendesign sichergestellt. Es umfasst u.a. den Einsatz von Low-NO_x-Brennern mit Brennstoffstufung und Abgasrezirkulation und entspricht damit dem Stand der Technik.

4.2.2 Hilfsdampfkessel

Tabelle 4-2: Übersicht zu Emissionsgrenzwerten für den Hilfsdampfkessel

	Hilfsdampfkessel §§ 31 und 30 der 13. BImSchV	
	Erdgas	Heizöl EL
Brennstoff	Erdgas	Heizöl EL
Feuerungswärmeleistung	49 MW	
Bezugssauerstoffgehalt	3 Vol.-%	
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, ang. als NO ₂	60 mg/m ³ (JMW) 85 mg/m ³ (TMW)	75 mg/m ³ (JMW) 100 mg/m ³ (TMW)
Kohlenmonoxid	50 mg/m ³ (TMW)	80 mg/m ³ (TMW)
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, ang. als SO ₂	35 mg/m ³	175 mg/m ³ (JMW) (1) 200 mg/m ³ (TMW) (1)
Gesamtstaub	-	10 mg/m ³ (JMW) 10 mg/m ³ (TMW) oder Rußzahl 1

- (1) Es wird ausschließlich Heizöl EL schwefelarm nach DIN 51603-1:2011-09 eingesetzt. Der Gehalt an Schwefelverbindungen, berechnet als Schwefel, beträgt demnach maximal 50,0 Milligramm pro Kilogramm. Das bedeutet einen Schwefelanteil im Brennstoff von 0,005 %.

Der Hilfsdampfkessel ist ein funktionaler Teil und in seiner Betriebsweise mit den GuD-Anlagen/Gasturbinenanlage nicht verbunden. Es erfolgt ein alleiniger Betrieb unabhängig von der Gesamtanlage.

Die GuD-Anlagen/Gasturbinenanlage und der Hilfsdampfkessel (nur bei Variante 1) befinden sich auf demselben Betriebsgelände, sind mit gemeinsamen Betriebseinrichtungen verbunden und dienen einem vergleichbaren technischen Zweck.

4.2.3 Schwarzstartanlage

Um auch bei einem vollständigen Ausfall des elektrischen Netzes mit der Gasturbine starten zu können, erhält das Gaskraftwerk eine Schwarzstartanlage. Dazu werden mehrere große Generatoren mit Diesel- oder Gasmotoren eingesetzt, die zunächst die elektrische Versorgung der für den Start des Gaskraftwerkes notwendigen Komponenten vornehmen. Anschließend wird mit dem bereitgestellten Strom die Gasturbine auf Zündrehzahl hochgeschleppt, so dass die Gasturbine zunächst im Inselbetrieb die weitere Versorgung übernehmen kann.

Für die Festlegung der Emissionsbegrenzungen wurde eine maximale Feuerungswärmeleistung von 100 MW berücksichtigt. Demnach sind die Anforderungen aus § 34 der 13. BImSchV /5/ maßgeblich.

Tabelle 4-3: Emissionsbegrenzungen für die Schwarzstartanlage

	Schwarzstartanlage § 34 der 13. BImSchV	
Brennstoff	Diesel	Erdgas
Feuerungswärmeleistung	ca. 100 MW	
Bezugssauerstoffgehalt	5 Vol.-%	
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, ang. als NO ₂	500 mg/m ³ (JMW) (1, 2) 800 mg/m ³ (TMW) (1, 2) 1.600 mg/m ³ (HSM) (1, 2)	200 mg/m ³ (JMW) (1, 2) 225 mg/m ³ (TMW) (1, 2) 450 mg/m ³ (HSM) (1, 2)
Kohlenmonoxid	300 mg/m ³	250 mg/m ³
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, ang. als SO ₂	Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraft- und Brennstoffen (10. BImSchV) (3)	--
Staub	20 mg/m ³	10 mg/m ³
Formaldehyd	60 mg/m ³ (2)	60 mg/m ³ (2)
Anmerkungen		
(1)	TMW = Tagesmittelwert JMW = Jahresmittelwert HSM = Halbstundenmittelwert	
(2)	bei Notbetrieb bzw. < 300 h/a	
(3)	Es wird ausschließlich Heizöl EL schwefelarm nach DIN 51603-1:2011-09 eingesetzt. Der Gehalt an Schwefelverbindungen, berechnet als Schwefel, beträgt demnach maximal 50,0 Milligramm pro Kilogramm. Das bedeutet einen Schwefelanteil im Brennstoff von 0,005 %.	

4.3 Immissionsseitige Anforderungen

In der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) ist das Verwaltungshandeln im Rahmen von Genehmigungsverfahren und Überwachung von Anlagen geregelt. Insbesondere sind dort Immissionskenngrößen definiert und Immissionswerte als Bewertungsmaßstäbe festgelegt.

Immissionskenngrößen kennzeichnen die Höhe der Vorbelastung, der Zusatzbelastung oder der Gesamtbelastung für den jeweiligen luftverunreinigenden Stoff. Die Kenngröße für die Vorbelastung ist die vorhandene Belastung durch einen Schadstoff. Die Kenngröße für die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch das beantragte Vorhaben hervorgerufen wird. Die Kenngröße für die Gesamtbelastung ist die Summe der Vorbelastung und der Zusatzbelastung.

Die Immissionswerte der TA Luft dienen der Prüfung, ob der Schutz der menschlichen Gesundheit, der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen und der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Deposition sichergestellt ist.

In der TA Luft ist für Kohlenmonoxid (CO) zwar ein Emissionsgrenzwert, jedoch kein Immissionswert festgelegt. Die Beurteilung der Luftschadstoffbelastung für CO erfolgt auf Grundlage der bestehenden Grenzwerte der Neununddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) /4/.

Die 39. BImSchV /4/ nennt für PM₁₀ und PM_{2,5} im Vergleich zur TA Luft gleichlautende Immissionsgrenzwerte.

Die Verweildauer in der Atmosphäre von Feinstaub hängt vom aerodynamischen Durchmesser und der Luftschicht ab, in der er sich befindet. Kleinere Partikel klumpen zu größeren zusammen - sie „koagulieren“ - und können eine Größe erreichen, dass sie von selbst zu Boden sinken, also sedimentieren. Zu den größeren Partikeln gehören bereits die Partikelgrößen PM_{2,5} und PM₁₀. Die Sedimentation ist durch die Sedimentationsgeschwindigkeit in /1/ berücksichtigt. In der unteren Troposphäre werden zudem PM_{2,5} und PM₁₀ weitgehend mit dem Niederschlag ausgewaschen.

Für Formaldehyd ist weder in der TA Luft noch in der 39. BImSchV ein Immissionswert festgelegt.

4.3.1 Schutzgut Mensch

Tabelle 4-4 enthält für die hier zu untersuchenden Schadstoffe die Immissionswerte, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt wurden.

Tabelle 4-4: Immissions(grenz)werte für NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5} (TA Luft 4.2.1) und für CO (39. BImSchV) zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie Beurteilungswert für Formaldehyd

Schadstoff		Einheit	Zeitbezug	Beurteilungswert		Zulässige Überschreitungenhäufigkeit*	Irrelevanzschwelle	Bemerkung
Partikel	PM ₁₀	µg/m ³	Jahr	40	IW	-	1,4	39. BImSchV TA Luft, SG Mensch
		µg/m ³	24 Stunden	50		35		
Partikel	PM _{2,5}	µg/m ³	Jahr	25	IW	-	0,9	39. BImSchV, TA Luft SG Mensch
Kohlenmonoxid	CO	mg/m ³	8 Stunden	10	IW	-	0,3	39. BImSchV SG Mensch
Stickstoffdioxid	NO ₂	µg/m ³	Jahr	40	IW	-	1,4	39. BImSchV TA Luft, SG Mensch
		µg/m ³	Stunde	200		18		
Schwefeldioxid	SO ₂	µg/m ³	Jahr	50	IW	-	1,5	39. BImSchV TA Luft, SG Mensch
		µg/m ³	24 Stunden	125		3		
		µg/m ³	Stunde	350		24		
Formaldehyd	CH ₂ O	µg/m ³	Jahr	3,6	OW			1/100 AGW

* Immissions(grenz)wert/Zulässige Anzahl von Überschreitungen

IW: Immissionswert gemäß TA Luft und/oder 39. BImSchV,

OW: Orientierungswert für die Sonderfall-Prüfung nach Nr. 4.8 TA Luft (aus LAI 2004 bzw. darin als Erkenntnisquelle zitierter Veröffentlichung)

ZW: Zielwert für die langfristige Luftreinhalteplanung

SG: Schutzgut

AGW: Arbeitsplatzgrenzwert

Für Formaldehyd, für den in Nr. 4 TA Luft kein Immissionswert festgelegt ist, erfolgt eine Bewertung, inwieweit die ermittelte Zusatzbelastung (Jahresmittelwert) Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung gemäß Nr. 4.8 TA Luft ergibt. In der Regel fehlt ein hinreichender Anhaltspunkt dann, wenn die Emissionen der Anlage keinen nennenswerten Anteil zur Immissionssituation liefern. Gemäß /6/ ist hiervon bei einer Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage von weniger als 1 % des jeweiligen Beurteilungswertes auszugehen. Die Beurteilung von Formaldehyd erfolgt an dem in Tabelle 4-4 genannten Orientierungswert.

Tabelle 4-5: Beurteilungswerte für die Gesamtbelastung der Deposition (Jahresmittelwert)

Schadstoff		Einheit	Beurteilungswert		Bemerkungen
			<i>(Irrelevanz)</i>		
Staubniederschlag ¹⁾	PM	g/(m ² * d)	0,35 <i>(0,0105)</i>	IW	TA Luft, SG Mensch

IW: Immissionswert gemäß TA Luft,

OW: Orientierungswert für die Sonderfall-Prüfung nach Nr. 4.8 TA Luft (aus LAI 2004 bzw. darin als Erkenntnisquelle zitiierter Veröffentlichung)

SG: Schutzgut

¹⁾ nicht gefährdender Staub

Die TA Luft gibt für Immissionswerte (= Grenzwerte) unterschiedliche Zeitbezüge an (Immissions-Jahreswerte, -Tageswerte und -Stundenwerte). Für die Immissions-Stundenwerte von NO₂ und SO₂ sind Überschreitungen in beschränkter Anzahl zulässig. Für die Immissions-Tageswerte von PM₁₀ sind ebenfalls Überschreitungen in beschränkter Anzahl zulässig. Die angegebenen Immissions-(grenz)werte gelten für die Gesamtbelastung.

Für die mit Immissionswerten geregelten Stoffe werden in Abschnitt 4 der TA Luft Irrelevanzschwellen festgelegt. Sie betragen 3 % der in Tabelle 4-4 aufgeführten Immissions-Jahreswerte. Die Bewertung von Kohlenmonoxid (CO) wird anhand des Grenzwertes der 39. BImSchV durchgeführt. Die Irrelevanzschwelle der TA Luft wird sinngemäß angewendet.

Wenn die berechneten Zusatzbelastungen die Irrelevanzgrenzen unterschreiten, kann die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen (z.B. Kurzzeitwerte) entfallen. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können.

Für die Deposition der mit Immissionswerten geregelten Stoffe werden im Abschnitt 4 der TA Luft Irrelevanzschwellen festgelegt. Sie betragen 3 % hinsichtlich des in Tabelle 4-5 aufgeführten Immissions-Jahreswertes für Staubniederschlag. Wenn die berechneten Zusatzbelastungen die Irrelevanzschwellen unterschreiten, kann nach Nr. 4.1 TA Luft die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen entfallen. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können.

Bei Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind, sind weitere Ermittlungen nur dann geboten, wenn hierfür hinreichende Anhaltspunkte bestehen. Die Beurteilung richtet sich dabei nach dem Stand der Wissenschaft und der allgemeinen Lebenserfahrung /1/.

4.3.2 Schutz der Vegetation und Ökosysteme

Ob der Schutz der Vegetation und Ökosysteme vor sonstigen erheblichen Nachteilen durch Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ammoniak sichergestellt ist, ist nach Nummer 4.8 TA Luft zu prüfen. Eine solche Prüfung ist nicht erforderlich, wenn die in Nummer 4.4.3 TA Luft festgelegten Gesamtzusatzbelastungswerte für Schwefeldioxid und Ammoniak ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Stickstoffoxide ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) an keinem Beurteilungspunkt überschritten werden.

Tabelle 4-6: Immissionswerte und irrelevante Zusatzbelastungswerte nach TA Luft

Stoff	Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Irrelevanz)	Mittelungszeitraum	Schutzgut	Bezug
SO ₂	20 (2)	Jahr und Winter (1. Okt. – 31. Mrz.)	Ökosysteme	Gesamtbelastung
NO _x als NO ₂	30 (3)	Jahr	Vegetation	Gesamtbelastung
NH ₃	2	Jahr	Pflanzen und Ökosysteme	Gesamtzusatzbelastung

Für die mit Immissionswerten geregelten Stoffe werden im Abschnitt 4 der TA Luft Irrelevanzschwellen festgelegt. Sie betragen 10 % hinsichtlich der in Tabelle 4-6 aufgeführten Immissionswerte zum Schutz der Ökosysteme und Vegetation. Wenn die berechneten Zusatzbelastungen die Irrelevanzgrenzen unterschreiten, kann nach Nr. 4.1 TA Luft in der Regel die Ermittlung weiterer Immissionskenngößen entfallen. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können.

4.3.3 Stickstoffdeposition

Bei der Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition gewährleistet ist, soll zunächst geprüft werden, ob die Anlage in erheblichem Maße zur Stickstoffdeposition beiträgt.

In einem ersten Schritt ist daher zu prüfen, ob sich empfindliche Pflanzen und Ökosysteme im Beurteilungsgebiet befinden. Analog zur Nummer 4.6.2.5 der TA Luft ist das Beurteilungsgebiet die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht und in der die Gesamtzusatzbelastung der Anlage im Aufpunkt mehr als 5 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt. Bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m über Flur soll der Radius mindestens ein Kilometer betragen (Anhang 9, TA Luft).

Ist eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebiets gemeinschaftlicher Bedeutung nicht offensichtlich ausgeschlossen, so soll im Hinblick auf die Stickstoff- oder Schwefeldeposition, innerhalb des Einwirkbereiches der Jahresmittelwert der Zusatzbelastung nach Nummer 4.6.4 TA Luft gebildet werden. Der Einwirkbereich ist die Fläche um den Emissionsschwerpunkt, in der die Zusatzbelastung mehr als 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr bzw. mehr als 0,04 keq Säureäquivalente pro Hektar und Jahr beträgt. Liegen Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung innerhalb des Einwirkbereichs, so ist mit Blick auf diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen (Anhang 8, TA Luft).

5 Örtliche Verhältnisse

Der Standort Mehrum befindet sich im Norden der Braunschweig-Hildesheimer Bördenlandschaft die eine schwach gewellte, wenig strukturierte, großflächige Agrarlandschaft ist. Sie grenzt im Süden an das Innerste-Bergland und im Norden an die Geestplatte bei Peine.

Wälder fehlen im Beurteilungsgebiet beinahe völlig und nur wenige Hecken und Feldgehölze gliedern die Landschaft. Die Fuhse durchfließt die Börde von Südosten nach Norden. In ihrem Tal liegen Grünländer und durch Kiesabbau entstanden einige kleine Seen. Im Norden durchquert der Mittellandkanal die Landschaft, abzweigend davon ziehen sich der Zweigkanal Hildesheim und Zweigkanal Salzgitter nach Süden durchs Land.

Der größte Teil der Landschaft unterliegt einer intensiven ackerbaulichen Nutzung. Der Waldanteil ist sehr gering, wobei es sich jedoch überwiegend um Laubwälder handelt.

Wegen der intensiven Nutzung gibt es kaum naturschutzfachlich bedeutende Strukturen.

Das Betriebsgelände befindet sich nordwestlich des Ortsteils Mehrum-Hohenhameln und nördlich des Mittellandkanals. Südlich des Betriebsgeländes/des Mittellandkanals befinden sich die Anlagen der Raiffeisen Lagerhaus GmbH. Östlich liegt das Industriegebiet „Ackerköpfe“.

Nördlich des Kraftwerksgeländes befinden sich mehrere Windkraftanlagen. Etwa 5 – 6 km weiter nördlich von Mehrum verläuft die Autobahn A2.

Ansonsten finden sich jedoch im Umfeld des Standortes ausgewiesene Landschaftsschutzgebiete, FFH-Gebiete und Naturschutzgebiete. Die ausgewiesenen Gebiete finden sich in der Abbildung 5-1.

5.1 Immissionsorte

Immissionsorte für die menschliche Gesundheit sind nach TA Luft alle Bereiche, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten. Die Bewertung der Immissionen für Schwebstaub (PM_{2,5} und PM₁₀), Staubbiederschlag (STN), Stickstoffdioxid (NO₂), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO), Ammoniak (NH₃) sowie Formaldehyd (CH₂O) erfolgt anhand der maximal ermittelten Zusatzbelastung. Das gilt auch für die Schutzgüter Boden, Vegetation und Ökosysteme.

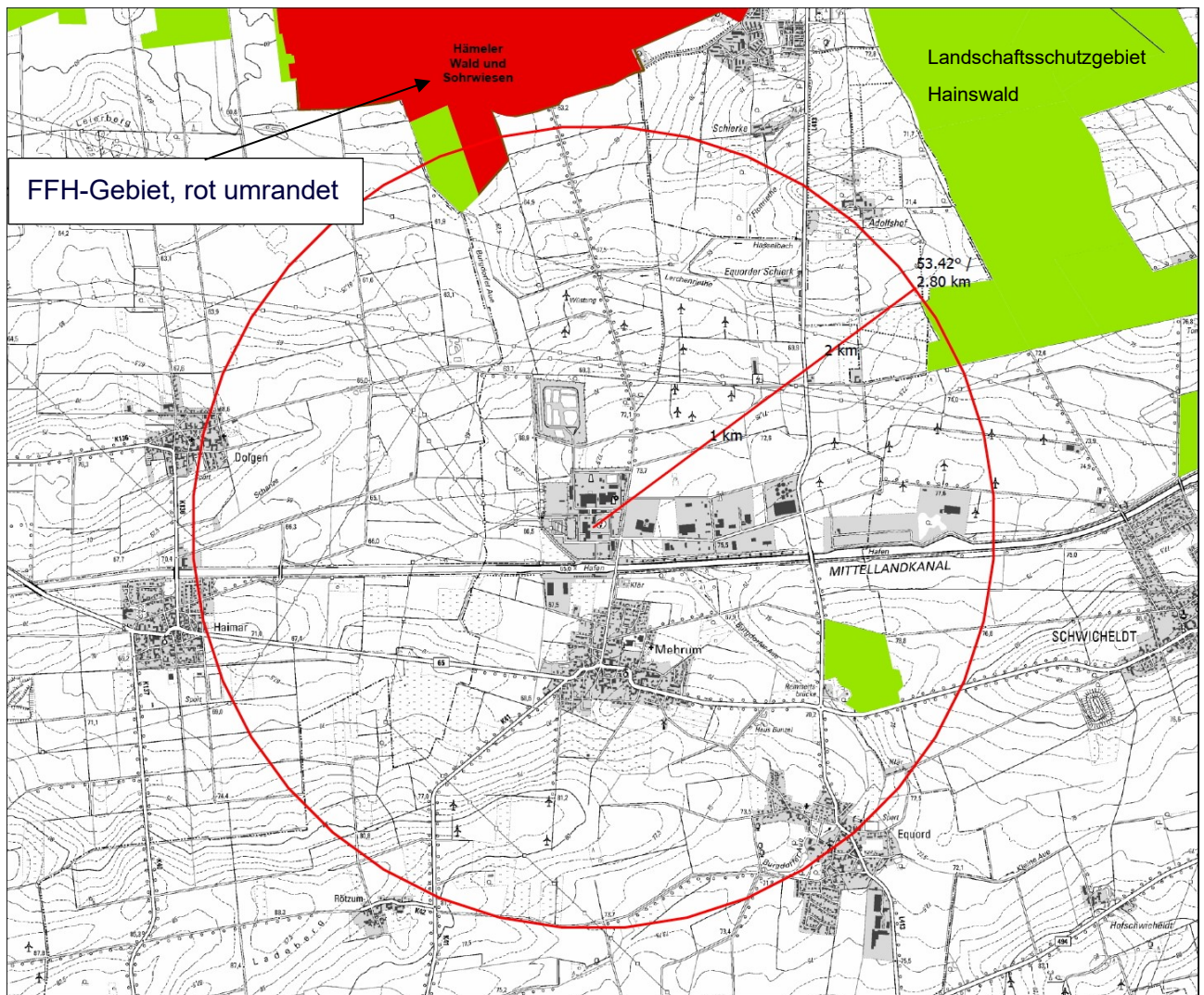


Abbildung 5-1: Lage der Standorte der Schutzgebiete
(Quelle; www.umweltkarten.niedersachsen.de)

6 Schornsteinhöhenberechnung

Die Ermittlung der Schornsteinhöhen für die geplanten Kraftwerksvarianten erfolgt nach der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft).

Die TA Luft enthält für die Ableitung von Abgasen Anforderungen zur Vorsorge in Abschnitt 5.5. Allgemein sind gemäß Nr. 5.5.1 Abgase so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. Außerdem müssen gegebenenfalls Gebäude berücksichtigt werden, wenn sie Einfluss auf den Abtransport mit der Luftströmung haben. Nach Nr. 5.5.2.1 muss dafür die Lage und Höhe des Schornsteins den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781, Blatt 4 /6/ genügen. Die sich daraus ergebende Höhe wird im Folgenden gebäudebedingte Schornsteinhöhe genannt.

Außerdem ist nach Nr. 5.5.2.2 und 5.5.2.3 TA Luft /1/ die Schornsteinhöhe für eine ausreichende Verdünnung zu prüfen, sie wird im Folgenden emissionsbedingte Schornsteinhöhe genannt. Bei der Berücksichtigung des ungünstigsten Betriebszustandes sind realistische Annahmen zu treffen. Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebszustandes sind nicht zu betrachten. Vor diesem Hintergrund werden die für den Antrag geplanten höchsten Konzentrationen und der maximale Abgasvolumenstrom bei der Ermittlung der erforderlichen Schornsteinhöhe angesetzt.

Die höhere der beiden auf diesen Wegen bestimmten Schornsteinhöhen ist ausschlaggebend.

6.1 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe (Nr. 5.5.2.2 TA Luft)

6.1.1 Maßgeblicher Luftschadstoff

Zur Berechnung der Schornsteinhöhen werden die Emissionsbegrenzungen aus den Tabelle 4-1, Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3 angesetzt.

Für die emissionsbedingte Schornsteinhöhe ist der Luftschadstoff entscheidend, der das höchste Verhältnis zwischen Massenstrom und S-Wert (Q/S-Verhältnis) abbildet. Der S-Wert ist ein schadstoffspezifischer Faktor für die Schornsteinhöhenbestimmung und dem Anhang 6 der TA Luft zu entnehmen. Dort ist eine Liste von S-Werten für Gase sowie anorganische, staubförmige sowie organische und krebserzeugende Stoffgruppen aufgeführt. Dabei ist auch ein S-Wert für Stickstoffdioxid enthalten. Für die Schornsteinermittlung ist der Jahres- bzw. Tagesmittelwert maßgeblich.

Die für die Ermittlung der Schornsteinhöhe relevanten Emissionsmassenströme, die S-Werte und die Q/S-Verhältnisse sind in der folgenden Tabelle 6-2 zusammengefasst.

Für den Betrieb der Gasturbinen bei Lasten bis 70% legt die Behörde den zu überwachenden Teillastbetrieb sowie die in diesem Bereich einzuhaltenden Emissionsbegrenzungen für die in Kap. 4.2 genannten Schadstoffe fest. Die Auslegung des Schornsteins erfolgt bezüglich des Emissionsmassenstromes also für den Fall, dass die Anlagen im Lastbetrieb > 70% den Emissionsgrenzwert voll ausschöpfen.

Nr. 5.5.2.2 TA Luft sieht vor, dass die Emissionen von NO mit einem Umwandlungsgrad von 60 % in NO₂ umzurechnen sind. Außerdem geht der Sachverständige auf Grund übermittelter Werte seitens der Anlagenhersteller sowie eigenen Erfahrungswerten als bekanntgegebene Messstelle nach § 29b BImSchG davon aus, dass beim Betrieb von Gasturbinen und Motoren häufig etwa 20 % und bei Kesselanlagen etwa 10 % der NO_x-Emissionen direkt als NO₂ vorliegen.

In die Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung geht der Volumenstrom der geplanten Betriebsweise für den GuD-Betrieb bei einem Sauerstoffgehalt von 11,8 % (Norm, trocken) und der Gasturbinenanlage mit einem Sauerstoffgehalt von 13,4 % (Norm, trocken) ein, der durch einen Hersteller übermittelt wurde.

Die für die Schornsteinhöhenermittlung verwendeten Abgasvolumenströme sind anhand einer vereinfachten Verbrennungsrechnung ermittelt worden. Für die Verbrennungsrechnung ist ein Heizwert H_u von 36,0 MJ/m³ (10,0 kWh/m³) für Erdgas herangezogen worden. Die Bandbreite für den unteren Heizwert von typischem Erdgas liegt zwischen 31,0 und 42,5 MJ/m³ (8,6 und 11,6 kWh/m³).

Der Schwarzstart-/Notstromdiesel (≈ 100 MW Feuerungswärmeleistung) wird weniger als 300 Stunden pro Jahr betrieben. Er wird nicht zeitgleich mit der Hauptanlage betrieben. Ein weiterer Bestandteil der Gesamtanlage ist ein Hilfsdampfkessel (49 MW Feuerungswärmeleistung). Ein Parallelbetrieb mit der Hauptanlage findet ebenfalls nicht statt.

Variante 1

In der Variante 1 ist ein Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD-KW, combined cycle gas turbine / CCGT) mit einer Feuerungswärmeleistung von maximal 2.000 MW geplant. Es besteht aus einer Gasturbine, einem Abhitzedampferzeuger und einer Dampfturbine.

Tabelle 6-1: Emissionsdaten der GuD-Anlage, Volllastbetrieb

	Einheit	GuD Variante 1
Feuerungswärmeleistung	MW	2.000
Abgastemp. an der Mündung	°C	82
o. l. Weite (Durchmesser)	mm	12.000
Querschnittsfläche	m ²	113,1
Abgasgeschwindigkeit	m/s	ca. 14,7
Wasserbeladung des Abgases	kg/kg _{tr.}	0,065
Emissionsbegrenzung		
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂ , Emissionsbegrenzung	mg/m ³	40 (TMW)
Kohlenmonoxid, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	100
Formaldehyd, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	5
Ammoniak, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	5
Emissionsmassenstrom ¹⁾		
Abgasmenge im Betriebszustand, trocken	Nm ³ /h	4.179.280
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂	kg/h	167,17
Kohlenmonoxid	kg/h	417,93
Formaldehyd	kg/h	20,90
Ammoniak	kg/h	20,90

¹⁾ Die Abgasmenge und damit die ausgewiesenen Emissionsmassenströme basieren auf einem Sauerstoffgehalt 11,8 Vol.-% O₂. Die Schornsteinhöhe ist damit nicht auf höhere Sauerstoffgehalte ausgelegt.

Tabelle 6-2: Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung

	Einheit	GuD Variante 1
Betriebssauerstoffgehalt	%	11,8
Abgasmenge (trocken, Bezugszustand)	Nm ³ /h	4.179.280
Stickstoffdioxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	167,17
davon zu berücksichtigen*)	kg/h	113,68
S-Wert für NO ₂	--	0,1
Q / S für NO ₂	kg/h	1.137
Kohlenmonoxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	417,93
S-Wert für CO	--	7,5
Q / S für CO	kg/h	56
Formaldehyd, Emissionsmassenstrom	kg/h	20,90
S-Wert für Stoffe der Nr. 5.2.5, Klasse I	--	0,025
Q / S für CH ₂ O	kg/h	836
Ammoniak, Emissionsmassenstrom	kg/h	20,90
in Anlehnung	--	
S-Wert für Stoffe der Nr. 5.2.4, Klasse III		0,1
Q / S für NH ₃	kg/h	209

*) NO₂-Anteil nach 5.5.3 TA Luft errechnet aus 20 % Direktanteil bei der Verbrennung in der Gasturbine und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂.

Tabelle 6-3: Emissionsdaten der GuD-Anlage, Bypassbetrieb

	Einheit	GuD Bypass Variante 1
Feuerungswärmeleistung	MW	2.000
Abgastemp. an der Mündung	°C	677
o. l. Weite (Durchmesser)	mm	12.000
Querschnittsfläche	m ²	113,1
Abgasgeschwindigkeit	m/s	ca. 39,3
Wasserbeladung des Abgases	kg/kg _{tr.}	0,065
Emissionsbegrenzung		
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂ , Emissionsbegrenzung	mg/m ³	50 (TMW)
Kohlenmonoxid, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	100
Formaldehyd, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	5
Ammoniak, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	5
Emissionsmassenstrom ¹⁾		
Abgasmenge im Betriebszustand, trocken	Nm ³ /h	4.179.280
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂	kg/h	208,96
Kohlenmonoxid	kg/h	417,93
Formaldehyd	kg/h	20,90
Ammoniak	kg/h	20,90

¹⁾ Die Abgasmenge und damit die ausgewiesenen Emissionsmassenströme basieren auf einem Sauerstoffgehalt 11,8 Vol.-% O₂. Die Schornsteinhöhe ist damit nicht auf höhere Sauerstoffgehalte ausgelegt.

Tabelle 6-4: Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung, Bypassbetrieb

	Einheit	GuD Bypass Variante 1
Betriebssauerstoffgehalt	%	11,8
Abgasmenge (trocken, Bezugszustand)	Nm ³ /h	4.179.280
Stickstoffdioxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	208,96
davon zu berücksichtigen*)	kg/h	142,10
S-Wert für NO ₂	--	0,1
Q / S für NO ₂	kg/h	426 1137
Kohlenmonoxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	417,93
S-Wert für CO	--	7,5
Q / S für CO	kg/h	56
Formaldehyd, Emissionsmassenstrom	kg/h	20,90
S-Wert für Stoffe der Nr. 5.2.5, Klasse I	--	0,025
Q / S für CH ₂ O	kg/h	836
Ammoniak, Emissionsmassenstrom	kg/h	20,90
in Anlehnung	--	
S-Wert für Stoffe der Nr. 5.2.4, Klasse III		0,1
Q / S für NH ₃	kg/h	209

*) NO₂-Anteil nach 5.5.3 TA Luft errechnet aus 20 % Direktanteil bei der Verbrennung in der Gasturbine und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂.

Variante 2

Die Variante 2 besteht aus einem Gasturbinen-Kraftwerk (GT-KW, open cycle gas turbine / OCGT), das zwei Gasturbinen, mit einer Feuerungswärmeleistung von jeweils maximal 1.320 MW umfasst.

Beträgt der Abstand a zum nächsten Schornstein mehr als das Fünffache des Schornsteindurchmessers (DA), kann eine Interaktion der Abgasfahnen untereinander ausgeschlossen werden. Auch die Rezirkulationszonen der Schornsteine sind bereits getrennt. Für jeden Schornstein kann somit die Überhöhung unabhängig voneinander berechnet werden /7/.

Liegen Schornsteine näher als $2 \cdot DA$ beieinander und sind gleichzeitig kompakt zueinander angeordnet (als Mehrzüger oder Schornsteingruppe), kann in guter Näherung davon ausgegangen werden, dass die Überhöhung den gleichen Bedingungen wie bei einem einzelnen Schornstein unterliegt. Gleiches gilt auch bei nur zwei Schornsteinen mit einem Abstand kleiner $2 \cdot DA$.

Insbesondere bei Abständen kleiner $2 \cdot DA$ und gleichzeitig nicht kompakten Anordnungen können die Baukörper dominierend wirken. Dies kann bis zu einer vollständigen Verhinderung der Überhöhung führen.

Der geplante Kaminabstand zwischen Gasturbine 11 und 12 beträgt etwa 35 m. Das bedeutet, dass der Abstand sich zwischen kleiner $2 \cdot DA$ und $2 \cdot DA$ bewegt. Eine kompakte Anordnung kann im vorliegenden Fall nicht unterstellt werden. Daher wird auf eine Berücksichtigung der Überhöhung verzichtet. Für die Berechnung der emissionsbedingten Schornsteinhöhe der Variante 2 wird die Emissionen beider Gasturbinen für den jeweiligen Schornstein berücksichtigt.

Tabelle 6-5: Emissionsdaten der Gasturbinenanlage, Vollastbetrieb

	Einheit	GT 11	GT 12	Summe
Feuerungswärmeleistung je Gasturbine	MW	1.320	1.320	2.640
Abgastemp. an der Mündung	°C	610		
o. l. Weite (Durchmesser)	mm	18.000		
Querschnittsfläche	m ²	254,5		
Abgasgeschwindigkeit	m/s	ca. 12,9		
Wasserbeladung des Abgases	kg/kg _{tr.}	0,065		
Emissionsbegrenzung				
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂ , Emissionsbegrenzung	mg/m ³	50	50	
Kohlenmonoxid, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	100	100	
Formaldehyd, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	5	5	
Ammoniak, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	5	5	
Emissionsmassenstrom				
Abgasmenge im Bezugszustand, trocken	m ³ _n /h	3.364.134*	3.364.134*	
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂	kg/h	168,21	168,21	336,42
Kohlenmonoxid	kg/h	336,41	336,41	672,82
Formaldehyd	kg/h	16,82	16,82	33,64
Ammoniak	kg/h	16,82	16,82	33,64

* basiert auf einen Sauerstoffgehalt von 13,8 Vol.-% O₂

Tabelle 6-6: Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung

	Einheit	Gasturbinen 11 und 12
Betriebssauerstoffgehalt	%	13,8
Abgasmenge (trocken, Bezugszustand)	Nm ³ /h	3.364.134
Stickstoffdioxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	336,42
davon zu berücksichtigen ^{*)}	kg/h	242,22
S-Wert für NO ₂	--	0,1
Q / S für NO ₂	kg/h	2.422
Kohlenmonoxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	672,82
S-Wert für CO	--	7,5
Q / S für CO	kg/h	90
Formaldehyd, Emissionsmassenstrom	kg/h	33,64
S-Wert für Stoffe der Nr. 5.2.5, Klasse I	--	0,025
Q / S für CH ₂ O	kg/h	1.346
Ammoniak, Emissionsmassenstrom	kg/h	33,64
in Anlehnung	--	0,1
S-Wert für Stoffe der Nr. 5.2.4, Klasse III		
Q / S für NH ₃	kg/h	336

*) NO₂-Anteil nach 5.5.3 TA Luft errechnet aus 20 % Direktanteil bei der Verbrennung in der Gasturbine und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂.

Hilfsdampfkessel – nur Variante 1

Der Hilfsdampfkessel wird als bivalente Feuerung errichtet und betrieben. Für die emissionsbedingte Schornsteinhöhe des Hilfsdampfkessels wird der Betrieb mit Heizöl betrachtet, da bei dieser Betriebsweise im Vergleich mit dem Erdgasbetrieb die höheren Emissionen zu erwarten sind.

Tabelle 6-7: Emissionsdaten Hilfsdampfkessel, Volllastbetrieb Heizöl

	Einheit	Hilfsdampfkessel
Feuerungswärmeleistung	MW	49
Abgastemp. an der Mündung	°C	130
o. l. Weite (Durchmesser)	mm	1.600
Querschnittsfläche	m ²	2,0
Abgasgeschwindigkeit	m/s	ca. 11,4
Heizölverbrauch (H _u = 11,9 kWh/m ³)	kg/h	4.132
Wasserbeladung des Abgases	kg/kg _{tr.}	0,045
Emissionsbegrenzung		
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂ , Emissionsbegrenzung	mg/m ³	75
Kohlenmonoxid, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	80
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als SO ₂ , Emissionsbegrenzung	mg/m ³	**)
Emissionsmassenstrom		
Abgasmenge im Bezugszustand, trocken	m ³ _n /h	51.657
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂	kg/h	3,87
Kohlenmonoxid	kg/h	4,13
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als SO ₂	kg/h	0,21**)

**) Es wird ausschließlich Heizöl EL schwefelarm nach DIN 51603-1:2011-09 eingesetzt. Der Gehalt an Schwefelverbindungen, berechnet als Schwefel, beträgt demnach maximal 50,0 Milligramm pro Kilogramm. Das bedeutet einen Schwefelanteil im Brennstoff von 0,005 %.

Tabelle 6-8: Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung

	Einheit	Hilfsdampfkessel
Betriebssauerstoffgehalt	%	3,0
Abgasmenge (trocken, Bezugszustand)	Nm ³ /h	51.657
Stickstoffdioxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	3,87
davon zu berücksichtigen ^{*)}	kg/h	2,48
S-Wert für NO ₂	--	0,1
Q / S für NO ₂	kg/h	25
Kohlenmonoxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	4,13
S-Wert für CO	--	7,5
Q / S für CO	kg/h	0,6
Schwefeldioxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	0,21 ^{**)}
S-Wert für SO ₂	--	0,14
Q / S für SO ₂	kg/h	1,5

*) NO₂-Anteil nach 5.5.3 TA Luft errechnet aus 10 % Direktanteil bei der Verbrennung im Kessel und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂.

***) Es wird ausschließlich Heizöl EL schwefelarm nach DIN 51603-1:2011-09 eingesetzt. Der Gehalt an Schwefelverbindungen, berechnet als Schwefel, beträgt demnach maximal 50,0 Milligramm pro Kilogramm. Das bedeutet einen Schwefelanteil im Brennstoff von 0,005 %.

Schwarzstartanlage

Die Verbrennungsmotoranlage wird ausschließlich für den Notbetrieb für bis zu maximal 300 Stunden im Jahr betrieben. Als Brennstoff wird Diesel oder Erdgas eingesetzt. Es wird der Betrieb mit Diesel betrachtet, da dieser die höheren Emissionen verursacht.

Tabelle 6-9: Emissionsdaten Schwarzstartaggregat, Vollastbetrieb Heizöl

	Einheit	Schwarzstart
Feuerungswärmeleistung	MW	100
Abgastemp. an der Mündung	°C	250
o. l. Weite (Durchmesser)	mm	2.400
Querschnittsfläche	m ²	4,52
Abgasgeschwindigkeit	m/s	ca. 15,0
Wasserbeladung des Abgases	kg/kg _{tr.}	0,041
Emissionsbegrenzung		
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂ , Emissionsbegrenzung	mg/m ³	500
Kohlenmonoxid, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	300
Formaldehyd, Emissionsbegrenzung	mg/m ³	60
Gesamtstaub	mg/m ³	20
Emissionsmassenstrom		
Abgasmenge im Bezugszustand, trocken	Nm ³ /h	119.100
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid ang. als NO ₂	kg/h	59,55
Kohlenmonoxid	kg/h	35,73
Formaldehyd	kg/h	7,15
Gesamtstaub	kg/h	2,38

Tabelle 6-10: Parameter für die emissionsbedingte Schornsteinhöhenberechnung

	Einheit	Schwarzstart
Betriebssauerstoffgehalt	%	5,0
Abgasmenge (trocken, Bezugszustand)	Nm ³ /h	119.100
Stickstoffdioxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	59,55
davon zu berücksichtigen ^{*)}	kg/h	40,49
S-Wert für NO ₂	--	0,1
Q / S für NO ₂	kg/h	405
Kohlenmonoxid, Emissionsmassenstrom	kg/h	35,73
S-Wert für CO	--	7,5
Q / S für CO	kg/h	5
Formaldehyd, Emissionsmassenstrom	kg/h	7,15
S-Wert für Stoffe der Nr. 5.2.5, Klasse I	--	0,025
Q / S für CH ₂ O	kg/h	286
Gesamtstaub, Emissionsmassenstrom	kg/h	2,38
S-Wert für Gesamtstaub	--	0,08
Q / S für Gesamtstaub	kg/h	30

*) NO₂-Anteil nach 5.5.3 TA Luft errechnet aus 10 % Direktanteil bei der Verbrennung im Kessel und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂.

6.1.2 Rechnerische Schornsteinhöhe

Nach 5.5.2.2 der TA Luft 2021 wird zur Bestimmung der Schornsteinhöhe als Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase die maximale bodennahe Konzentration des maßgeblichen Parameters NO₂ in einer stationären Ausbreitungssituation betrachtet. Die Schornsteinhöhe ist so hoch zu wählen, dass diese Konzentration den jeweiligen S-Wert gemäß Anhang 6 nicht überschreitet. Die Berechnung erfolgt mit dem vom Umweltbundesamt bereitgestellten Programm BESMIN /8/ und erfordert folgende Angaben:

- d Innendurchmesser des Schornsteins an der Schornsteinmündung in m
- v Geschwindigkeit des Abgases an der Schornsteinmündung in m/s
- T Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung in °C
- x Wasserbeladung (kg Wasserdampf und Flüssigwasser pro kg trockener Luft)
- Q Emissionsmassenstrom des luftverunreinigenden Stoffes in kg/h
- S Konzentration des luftverunreinigenden Stoffes, die nicht überschritten werden darf in mg/m³.

Die Eingangsgrößen und die ermittelte Schornsteinhöhe der Variante 1 sind der Tabelle 6-1 und der Tabelle 6-2 zu entnehmen.

Die Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 für die GuD-Anlage Variante 1 beträgt im Ergebnis **6,0 m**.

Sie gilt nur für ebenes Gelände ohne Bebauung und Bewuchs. Letztere sind im Beurteilungsgebiet nach 5.5.2.3 TA Luft durch einen Zuschlag zu berücksichtigen.

Tabelle 6-11: besmin Variante 1

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff: Stickstoffdioxid S: 0,1 mg/m³

Emissionsmassenstrom eq: 113,68 kg/h

Innendurchmesser dq: 12 m

Austrittsgeschwindigkeit vq: 14,7 m/s

Austrittstemperatur tq: 82 °C

Wasserbeladung zq: 0,065 kg/(kg tr)

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe hb: 6,0 m

Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Stickstoffdioxid	0,1	1,14E+02	12,0	14,7	82	0,0650	6,0

Rechnergebnisse speichern

Die Eingangsgrößen und die ermittelte Schornsteinhöhe der Variante 1 sind der Tabelle 6-3 und der Tabelle 6-4 zu entnehmen.

Die Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 für die GuD-Anlage im Bypassbetrieb Variante 1 beträgt im Ergebnis **6,0 m**.

Sie gilt nur für ebenes Gelände ohne Bebauung und Bewuchs. Letztere sind im Beurteilungsgebiet nach 5.5.2.3 TA Luft durch einen Zuschlag zu berücksichtigen.

Tabelle 6-12: besmin Variante 1, Bypass

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff: **Stickstoffdioxid** S: 0,1 mg/m³

Emissionsmassenstrom: eq 142,10 kg/h

Innendurchmesser: dq 12 m

Austrittsgeschwindigkeit: vq 39,3 m/s

Austrittstemperatur: tq 600 °C

Wasserbeladung: zq 0,065 kg/(kg tr)

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe: hb 6,0 m

Durchgeführte Berechnungen		Zwischenergebnisse					
Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Stickstoffdioxid	0,1	1,42E+02	12,0	39,3	600	0,0650	6,0

Rechenergebnisse speichern

Die Eingangsgrößen und die ermittelte Schornsteinhöhe für die Variante 2 sind der Tabelle 6-5 und der Tabelle 6-6 zu entnehmen.

Die Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 für die Gasturbinenanlagen Variante 2 beträgt im Ergebnis **6,0 m**.

Sie gilt nur für ebenes Gelände ohne Bebauung und Bewuchs. Letztere sind im Beurteilungsgebiet nach 5.5.2.3 TA Luft durch einen Zuschlag zu berücksichtigen.

Tabelle 6-13: besmin Variante 2

The screenshot shows the 'BESMIN - Version 1.0.1' software window. The main title is 'Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)'. The interface includes input fields for various parameters and a calculation button.

Input parameters:

- Stoff: Stickstoffdioxid (S) 0,1 mg/m³
- Emissionsmassenstrom: eq 242,22 kg/h
- Innendurchmesser: dq 18 m
- Austrittsgeschwindigkeit: vq 12,9 m/s
- Austrittstemperatur: tq 600 °C
- Wasserbeladung: zq 0,065 kg/(kg tr)

Buttons: 'Schornsteinhöhe berechnen' and 'Rechenergebnisse speichern'.

Output: 'Berechnete Schornsteinhöhe hb 6,0 m'.

Durchgeführte Berechnungen		Zwischenergebnisse					
Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Stickstoffdioxid	0,1	2,42E+02	18,0	12,9	600	0,0650	6,0

Die Eingangsgrößen und die ermittelte Schornsteinhöhe für den Hilfsdampfkesselsind der Tabelle 6-7 und Tabelle 6-8 zu entnehmen. Ein Parallelbetrieb vom Hilfsdampfkessel (49 MW Feuerungswärmeleistung) mit der Hauptanlage findet nicht statt.

Die Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 für den Hilfsdampfkessel (Variante 1) beträgt im Ergebnis **11,4 m**.

Sie gilt nur für ebenes Gelände ohne Bebauung und Bewuchs. Letztere sind im Beurteilungsgebiet nach 5.5.2.3 TA Luft durch einen Zuschlag zu berücksichtigen.

Tabelle 6-14: besmin Variante 1, Hilfsdampfkessel

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff: Schwefeldioxid S 0,14 mg/m³

Emissionsmassenstrom eq 9,04 kg/h

Innendurchmesser dq 1,6 m

Austrittsgeschwindigkeit vq 11,4 m/s

Austrittstemperatur tq 130 °C

Wasserbeladung zq 0,045 kg/(kg tr)

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe hb 11,4 m

Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Schwefeldioxid	0,14	9,04E+00	1,6	11,4	130	0,0450	11,4

Rechenergebnisse speichern

Die Eingangsgrößen und die ermittelte Schornsteinhöhe sind der Tabelle 6-9 und der Tabelle 6-10 zu entnehmen. Ein Parallelbetrieb der Schwarzstartanlage (100 MW Feuerungswärmeleistung) mit der Hauptanlage und dem Hilfsdampfkessel findet nicht statt. Ein Parallelbetrieb der Schwarzstartanlage mit dem Hilfsdampfkessel ist dagegen nicht auszuschließen.

Die Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 für die Schwarzstartanlage (Variante 1 und 2) beträgt im Ergebnis **27,4 m**.

Sie gilt nur für ebenes Gelände ohne Bebauung und Bewuchs. Letztere sind im Beurteilungsgebiet nach 5.5.2.3 TA Luft durch einen Zuschlag zu berücksichtigen.

Tabelle 6-15: besmin Variante 1 und 2, Schwarzstartanlage

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff: **Stickstoffdioxid** S: 0,1 mg/m³

Emissionsmassenstrom: eq 40,49 kg/h

Innendurchmesser: dq 2,2 m

Austrittsgeschwindigkeit: vq 15,0 m/s

Austrittstemperatur: tq 250 °C

Wasserbeladung: zq 0,041 kg/(kg tr)

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe: hb 27,4 m

Durchgeführte Berechnungen		Zwischenergebnisse					
Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Stickstoffdioxid	0,1	4,05E+01	2,2	15,0	250	0,0410	27,4

Rechenergebnisse speichern

6.1.3 Bebauung, Bewuchs und Gelände

Die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nummer 5.5.2.2 setzt voraus, dass das Windfeld bei der Anströmung des Schornsteins nicht wesentlich durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird und dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes liegt. Gegebenenfalls ist die Schornsteinhöhe nach 5.5.2.2 um einen Zuschlag zu erhöhen.

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

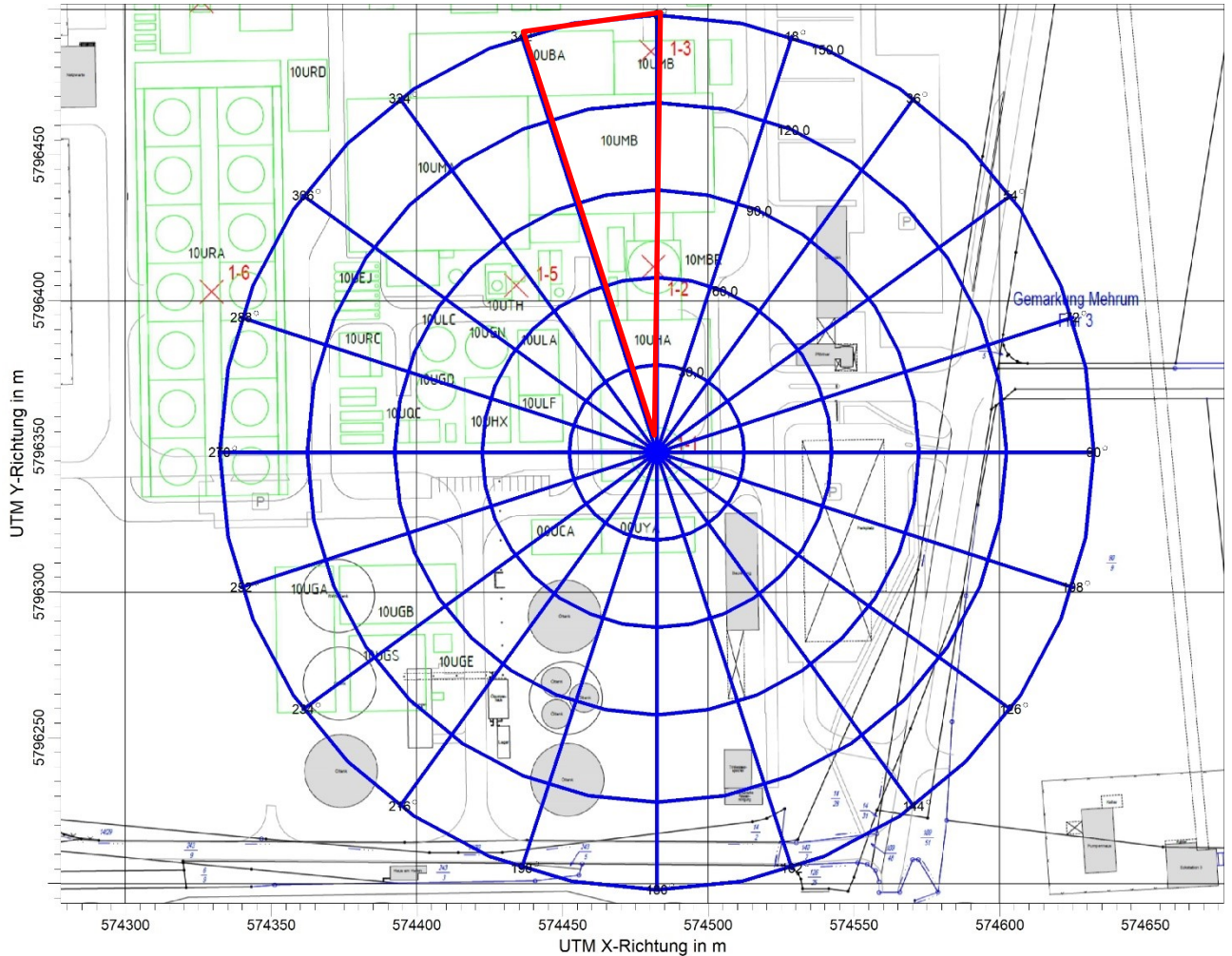
Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenen Bewuchs zu ermitteln, der fünf Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist.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

Das geplante Gaskraftwerk soll auf dem südlichen Kraftwerksgelände errichtet werden. Im Umkreis von 150 m befinden sich im südlichen Bereich des Betriebsstandortes, der direkt an den Mittellandkanal angrenzt, der Ölhafen, sowie Öltanks die auch zukünftig weiter bestehen bleiben. Außerdem verschiedene Gebäude, wie Lager, Sozialgebäude, Garagen und das Pförtnerhäuschen. Diese Gebäude sind für die Bestimmung der Verdrängungshöhe nicht bestimmend, sondern die Gebäude die im Rahmen der Errichtung vom Gaskraftwerk realisiert werden.

Für die Ermittlung der Verdrängungshöhe und für die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach VDI 3781, Blatt 4 wurde der jeweilige Gebäudeplan zugrunde gelegt. Die Gebäudepläne für beide Varianten sind im Anhang dargestellt.

In Abbildung 6-1 sieht man eine Umgebungskarte vom Standort Mehrum mit gekennzeichnete Kreisfläche samt Kressegmenten.

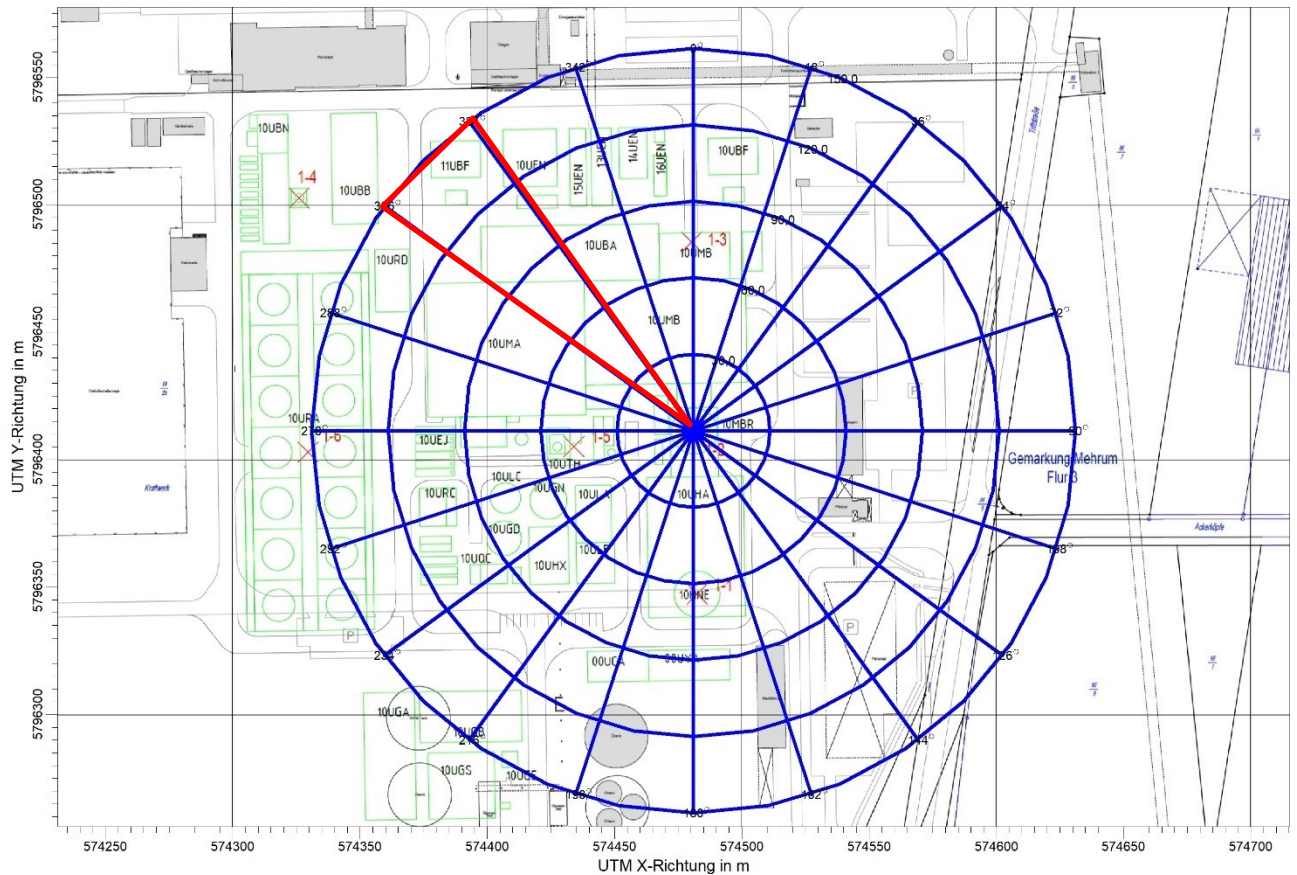
Abbildung 6-1: Umgebungskarte mit 150 m-Radius-Kreis der Variante 1 GuD-Anlage am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.



Das in Rot markierte Segment geschlossener Bebauung weist die größte mittlere Höhe aller 20 Kreissegmente auf. Diese beträgt im hiesigen Fall etwa 24,5 m.

Addiert man h_b mit der bestimmten Verdrängungshöhe, ergibt sich eine emissionsbedingte Schornsteinhöhe von rund $H \approx 31$ m über Geländeoberkante.

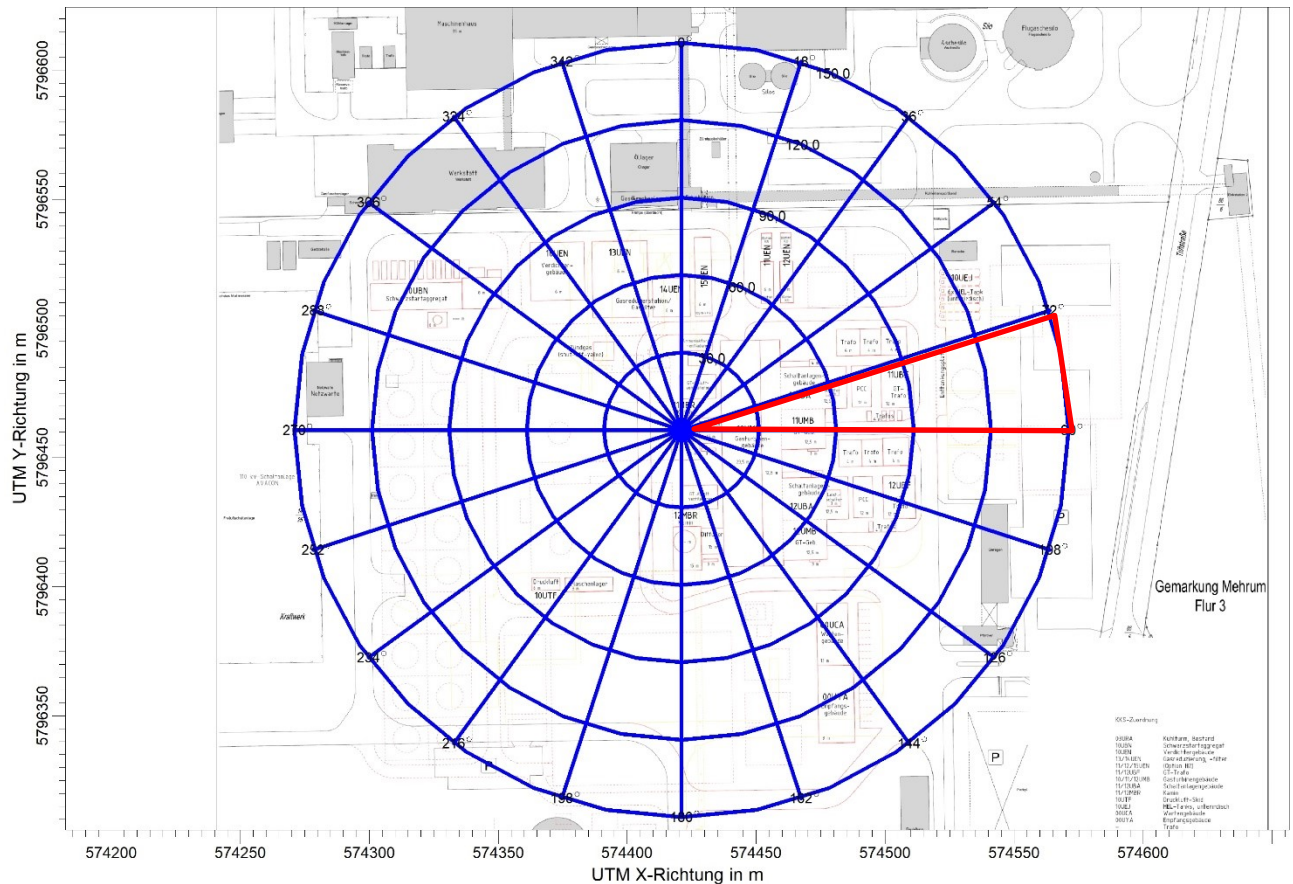
Abbildung 6-2: Umgebungskarte mit 150 m-Radius-Kreis der Variante 1 GuD-Anlage Bypass-Betrieb am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.



Das in Rot markierte Segment geschlossener Bebauung weist die größte mittlere Höhe aller 20 Kreissegmente auf. Diese beträgt im hiesigen Fall etwa 20,7 m.

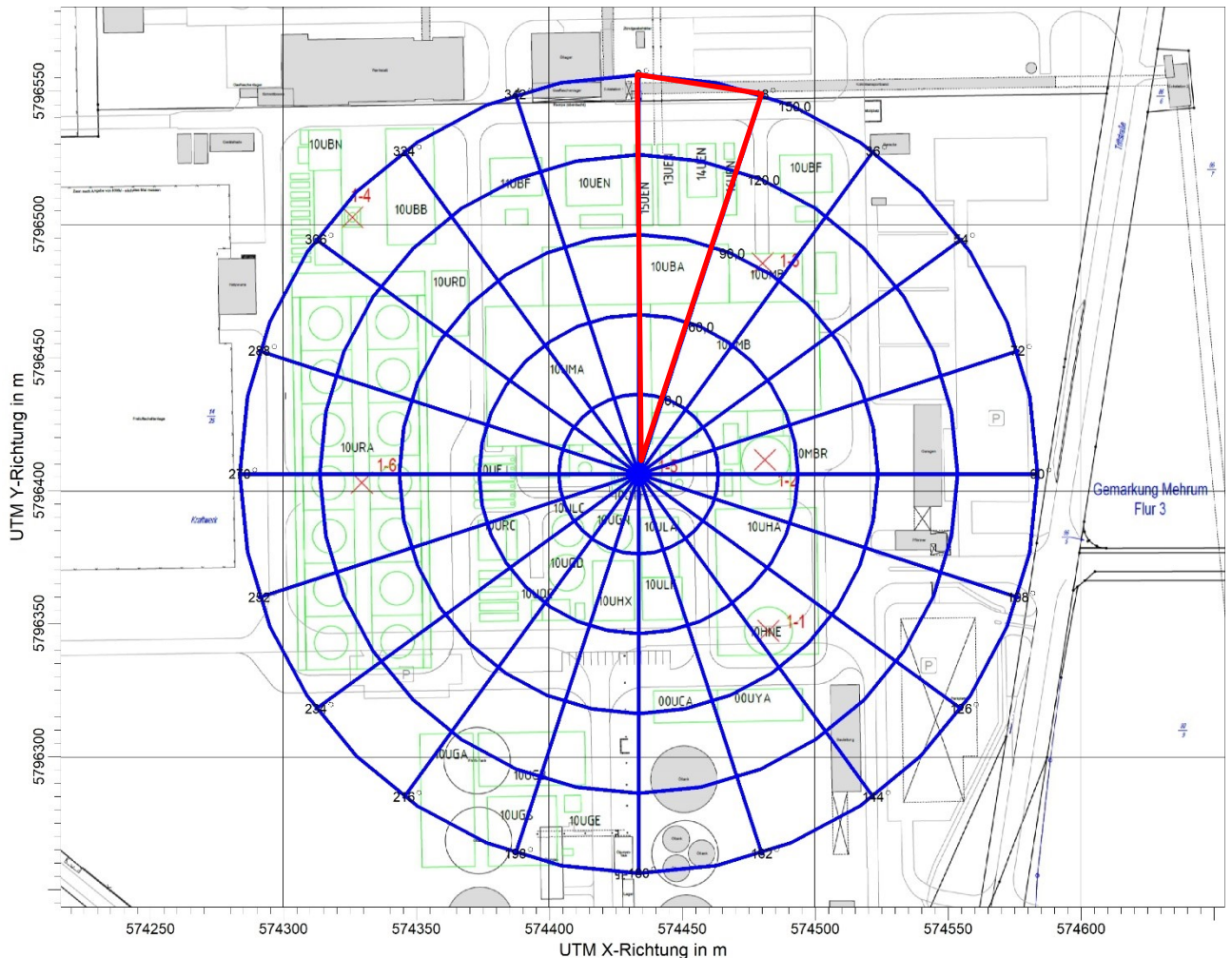
Addiert man hb mit der bestimmten Verdrängungshöhe, ergibt sich eine emissionsbedingte Schornsteinhöhe von rund $H \approx 27$ m über Geländeoberkante.

Abbildung 6-3: Umgebungskarte mit 150 m-Radius-Kreis der Variante 2 Gasturbinen am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins der Gasturbine 11.



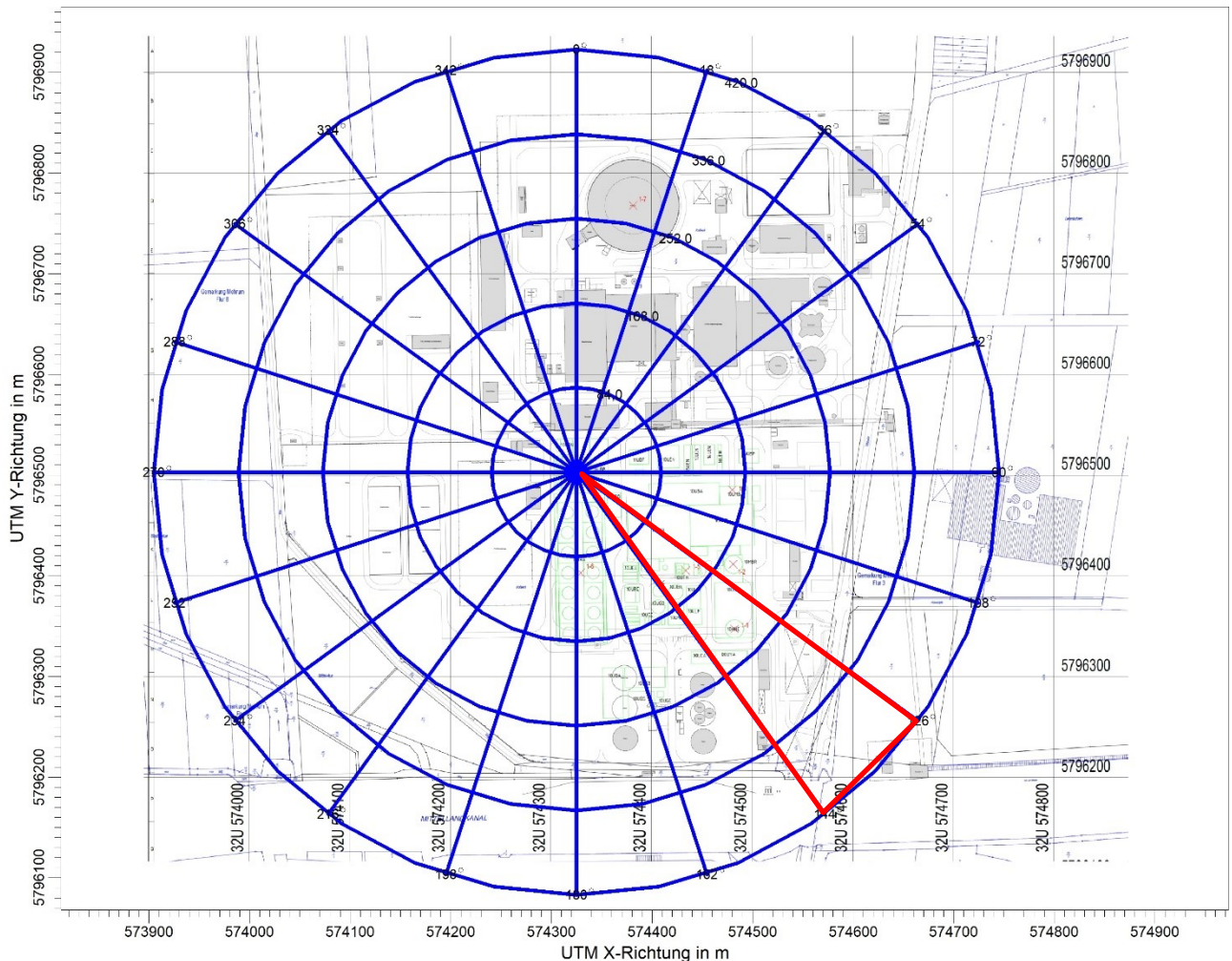
Das in Rot markierte Segment geschlossener Bebauung weist die größte mittlere Höhe aller 20 Kreissegmente auf. Diese beträgt im hiesigen Fall etwa 13,2 m. Die Höhe gilt für beide Gasturbinen. Addiert man h_b mit der bestimmten Verdrängungshöhe, ergibt sich eine emissionsbedingte Schornsteinhöhe von rund $H \approx 19$ m über Geländeoberkante.

Abbildung 6-4: Umgebungskarte mit 170 m-Radius-Kreis der Variante 1 Hilfsdampfkessel am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.



Das in Rot markierte Segment geschlossener Bebauung weist die größte mittlere Höhe aller 20 Kreissegmente auf. Diese beträgt im hiesigen Fall etwa 17 m. Die Höhe gilt für den Hilfsdampfkessel. Addiert man h_b mit der bestimmten Verdrängungshöhe, ergibt sich eine emissionsbedingte Schornsteinhöhe von rund $H \approx 28$ m über Geländeoberkante.

Abbildung 6-5: Umgebungskarte mit 420 m-Radius-Kreis der Variante 1 und 2 Schwarzstartanlage am Standort Mehrum. Der Kreismittelpunkt markiert den Ort des geplanten Schornsteins.



Das in Rot markierte Segment geschlossener Bebauung weist die größte mittlere Höhe aller 20 Kreissegmente auf. Diese beträgt im hiesigen Fall etwa 14 m. Die Höhe gilt für das Schwarzstartaggregat. Dabei wird vorausgesetzt, dass bei Inbetriebnahme die Bestandgebäude ausgenommen der Kühlturm zurückgebaut sind.

Addiert man h_b mit der bestimmten Verdrängungshöhe, ergibt sich eine emissionsbedingte Schornsteinhöhe von rund $H \approx 41$ m über Geländeoberkante.

Da das Gelände im Beurteilungsgebiet insgesamt nahezu eben ist, ist eine Korrektur der berechneten Schornsteinhöhe nach VDI 3781, Blatt 2, /9/ hier nicht erforderlich.

6.1.4 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe über dem Boden

Damit ergibt sich eine um Bebauung und Bewuchs korrigierte emissionsbedingte Schornsteinhöhe HE nach Nr. 5.2.2.1 zur ausreichenden Verdünnung von

- 30,5 m, gerundet 31 m über Grund für die GuD-Anlage der Variante 1,
- 26,7 m, gerundet 27 m über Grund für die GuD-Anlage Bypass-Betrieb der Variante 1,
- 19,2 m, gerundet 19 m über Grund für die Gasturbinen Variante 2,
- 28,4 m, gerundet 28 m über Grund für den Hilfsdampfkessel der Variante 1 und
- 41,4 m, gerundet 41 m über Grund für die Schwarzstartanlage der Variante 1 und 2.

6.2 Gebäudebedingte Schornsteinhöhe

Die Ermittlung einer ausreichenden Schornsteinhöhe aufgrund des Gebäudes, an oder auf dem der Schornstein steht, erfolgt mittels der 20°- Regel der TA Luft. Nach 5.5.2 TA Luft soll ein Schornstein

- mindestens 10 m über Flur liegen sowie
- den Dachfirst um mindestens 3 m überragen. Bei einer Dachneigung von weniger als 20° ist die Höhe eines fiktiven Dachfirstes unter Zugrundelegung einer 20°-Neigung zu ermitteln.

In diesem Fall soll die Höhe der Mündung jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht überschreiten.

Der Schornstein der GuD-Anlage wird in Variante 1 an der südlichen Gebäudeseite vom Kesselhaus hochgeführt. Das Kesselhaus wird mit einer Höhe von 58 m und einer Breite von 38 m realisiert. In Variante 2 werden die beiden Schornsteine westlich vom Gasturbinengebäude in einem Abstand von 15 m errichtet. Die Schornsteine werden durch die Dachhaut vom Gebäude 11MBR bzw. 12MBR geführt. Diese Gebäude haben eine Höhe von 15 m und eine Breite von 11 m. Daraus resultieren die folgenden gebäudebedingten Schornsteinhöhen von

$$H = 58 \text{ m} + \frac{38 \text{ m}}{2} * \tan 20^\circ + 3 \text{ m} = \mathbf{67,9 \text{ m}} \text{ (Variante 1)}$$

$$H = 15 \text{ m} + \frac{11 \text{ m}}{2} * \tan 20^\circ + 3 \text{ m} = \mathbf{20,0 \text{ m}} \text{ (Variante 2)}$$

Maßgebliches Gebäude für den Bypass-Betrieb: 10MBR, Höhe 58 m, Breite 18,70 m

$$H = 58 \text{ m} + \frac{18,7 \text{ m}}{2} * \tan 20^\circ + 3 \text{ m} = \mathbf{64,4 \text{ m}} \text{ (Variante 1, Bypassbetrieb)}$$

Maßgebliches Gebäude für den Hilfsdampfkessel: 10UTH, Höhe 12 m, Breite 9 m

$$H = 12 \text{ m} + \frac{9 \text{ m}}{2} * \tan 20^\circ + 3 \text{ m} = \mathbf{16,6 \text{ m}} \text{ (Variante 1, Hilfsdampfkessel)}$$

Maßgebliches Gebäude für das Schwarzstartaggregat: 10UBN, Höhe 8 m, Breite 10,5 m

$$H = 8 \text{ m} + \frac{10,5 \text{ m}}{2} * \tan 20^\circ + 3 \text{ m} = \mathbf{12,9 \text{ m}}$$
 (Variante 1 und 2, Schwarzstartaggregat)

Gemäß TA Luft Nr. 5.5.2.1 ist ein ungehinderten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung der Abgase außerdem anhand der Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 „Ableitbedingungen für Abgase“ /10/ zu überprüfen.

Allgemeines zu den Anforderungen nach VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4

Nach der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 werden Anforderungen an die Schornsteinhöhe zum ungehinderten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und für eine ausreichende Verdünnung der Abgase im nahen Umfeld gestellt.

Grundsätzlich können Gebäude die freie Abgasabströmung behindern, da sich an der windabgewandten Seite eines Gebäudes eine Nachlaufzone (Leewirbel) ausbildet (siehe Abbildung 3). Abgase, die innerhalb dieser Nachlaufzone emittiert werden, werden in Richtung Boden transportiert, so dass die Schadstoffkonzentration in der Nachlaufzone deutlich höher sein kann, als sie bei ungehinderter Abgasabströmung bei gleicher Quellentfernung wäre. Die Schornsteinmündung soll daher aus der Rezirkulationszone herausragen.

Die Berandung der Rezirkulationszone ist keine scharfe Linie im Vertikalschnitt und keine scharfe Grenzfläche im Raum, sondern hat aufgrund der sich einstellenden turbulenten Scherschicht eine gewisse Dicke. Dies wird bei der Berechnung der Mündungshöhen durch einen additiven Term HÜ berücksichtigt. Der Wert von HÜ wird nach /10/ als Konvention festgelegt. Aufgrund der Feuerungsanlage beträgt der additive Term stets 3,0 m.

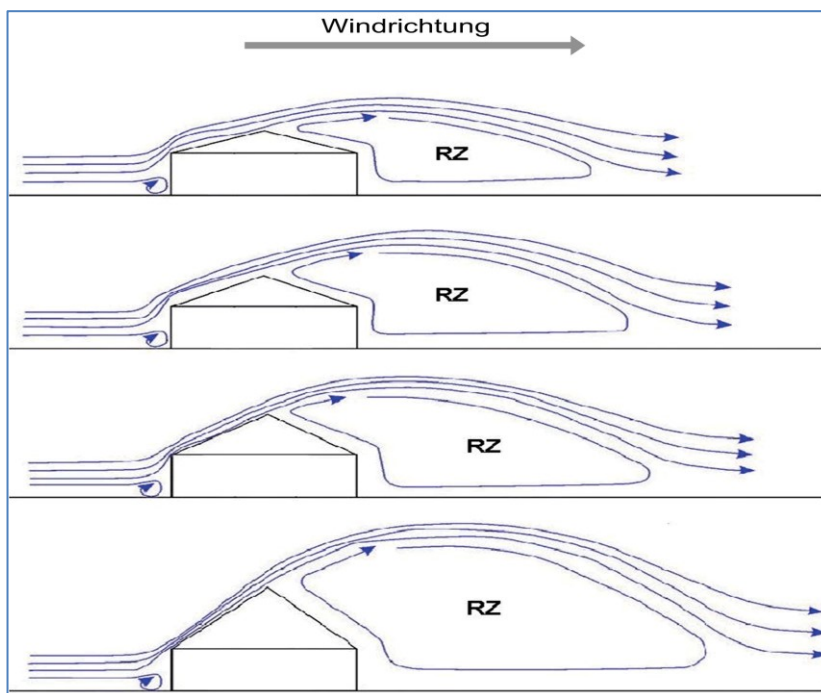


Abbildung 3: Rezirkulationszone (aus /10/)

Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung der Abgase gemäß VDI 3781, Blatt 4

Zusätzlich zu dem ungestörten Abtransport der Abgase ist eine Anforderung für nahe gelegene Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) sowie von Fenstern und Türen zu prüfen. Von einer ausreichenden Verdünnung der Abgase ist auszugehen, wenn der Schornstein nach Nr. 6.3.2 der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 /3/ diese in einem Umkreis um den Schornstein (Einwirkungsbereich) um eine Mindesthöhe überragt. Bei dem geplanten Schornstein beträgt der Einwirkungsbereich 50 m.

Die höchste Oberkante von Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) sowie von Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume im Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtungen definiert dabei das Bezugsniveau. HF ist die Höhe des Bezugsniveaus über der für die Abgasableiteinrichtung maßgeblichen Geländeoberfläche. Die Mündung der Abgasableiteinrichtung muss das Bezugsniveau mindestens um die Höhe HB überragen, die bei Feuerungsanlagen als Funktion der Brennstoffart und der Nennwärmeleistung bestimmt wird. Gemäß Tabelle 4 und Bild 14 in der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 /4/ beträgt im vorliegenden Fall $HB = 5 \text{ m}$.

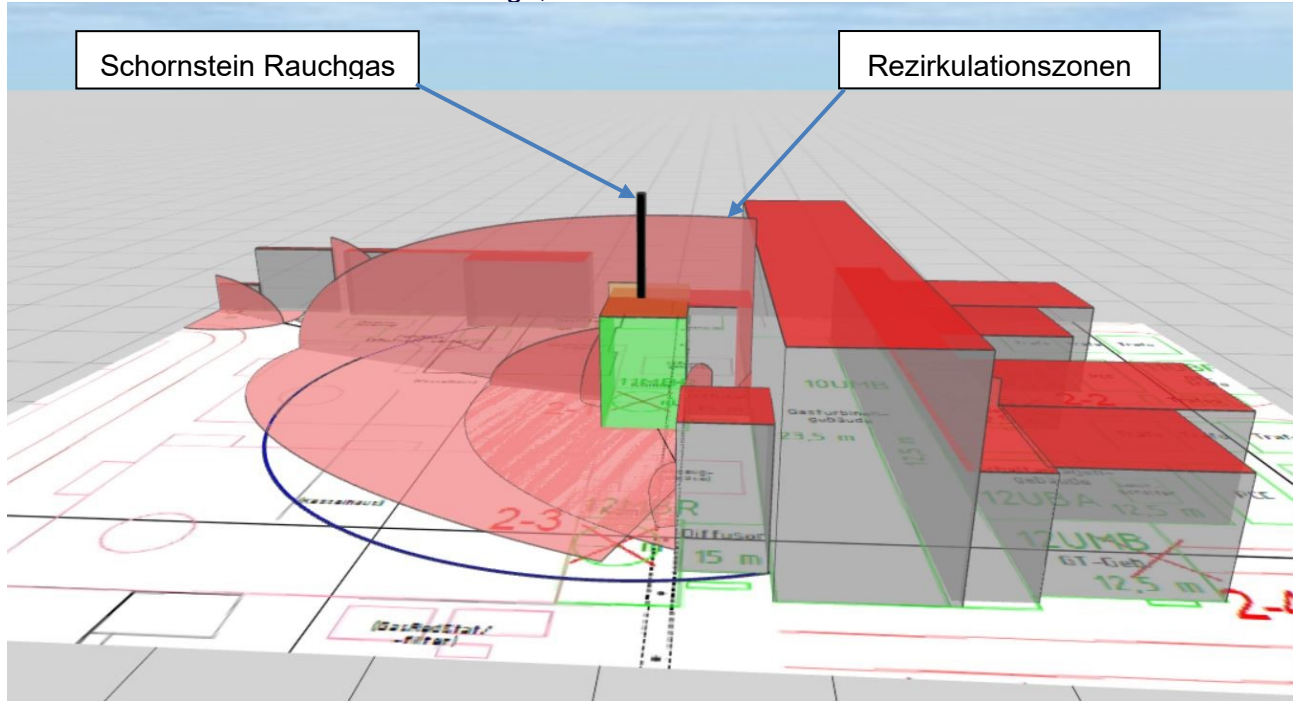
Im Einwirkungsbereich der beiden geplanten Varianten sind keine Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) sowie Fenster und Türen die zum ständigen Aufenthalt vorgesehen sind und die nicht mindestens 5 m über dem Bezugsniveau liegen geplant.

Berücksichtigung vorgelagerter Gebäude

Nicht nur das Gebäude, aus dem die Abgase abgeleitet werden, sondern auch andere Gebäude in der Umgebung der Abgasableiteinrichtung können den ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung beeinträchtigen. Befindet sich in der Umgebung der Abgasableiteinrichtung ein weiteres freistehendes Gebäude oder eine geschlossene Bebauung, so ist die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone dieser Bebauung zu legen. Die Höhe der Rezirkulationszone wird mit zunehmendem Abstand zum Schornstein immer geringer.

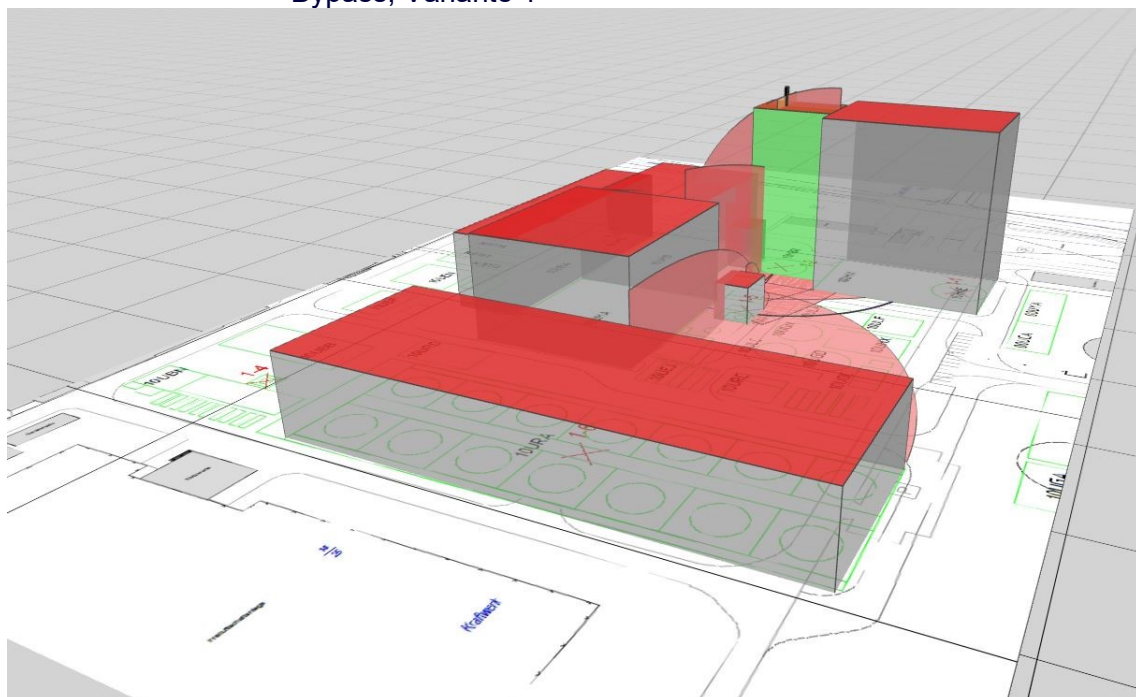
Der an das Gebäude vom Kamin anschließende Diffuser wird rund 15 m hoch errichtet. Das daran anschließende Gasturbinengebäude (10UMB) wird bei Variante 2 eine Höhe von 23,5 m und bei Variante 1 28,5 m erhalten. Die Rezirkulationszonen dieses Bauwerkes wurde anhand der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 geprüft. Die Mündung der Rauchgaskamine der Variante befindet sich mit 20 m nicht außerhalb der Rezirkulationszone. Die folgende Abbildung illustriert die Konstellation von höchsten Gebäude und Rezirkulationszone für Variante 2. Bei Berücksichtigung der Rezirkulationszone vom Gasturbinengebäude ist eine Höhe von 29 m über Geländeoberkante für die Hauptkamine der Variante 2 zu errichten.

Abbildung 6-6: Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4
Gasturbinenanlage, Variante 2



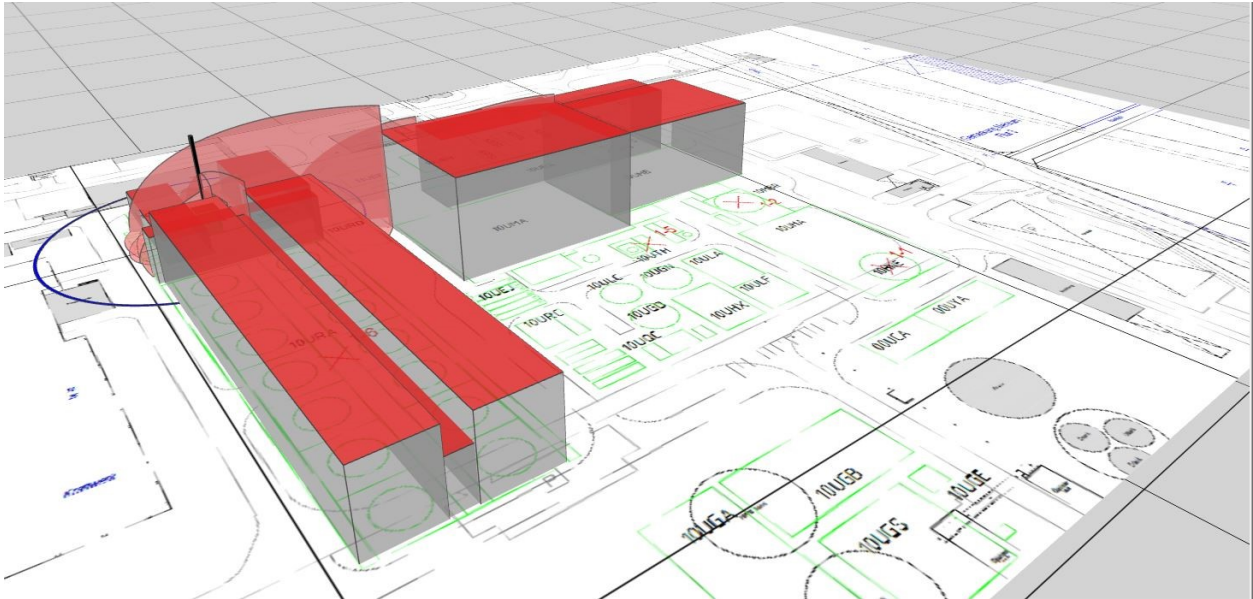
Die folgende Abbildung illustriert die Konstellation von höchsten Gebäude und Rezirkulationszone für den Bypass der GuD-Anlage. Bei der Berücksichtigung der Rezirkulationszone vom Kesselhaus ist eine Höhe von rund 64 m über Geländeoberkante für den Kamin vom Bypass (Variante 1) zu errichten.

Abbildung 6-7: Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4
Bypass, Variante 1



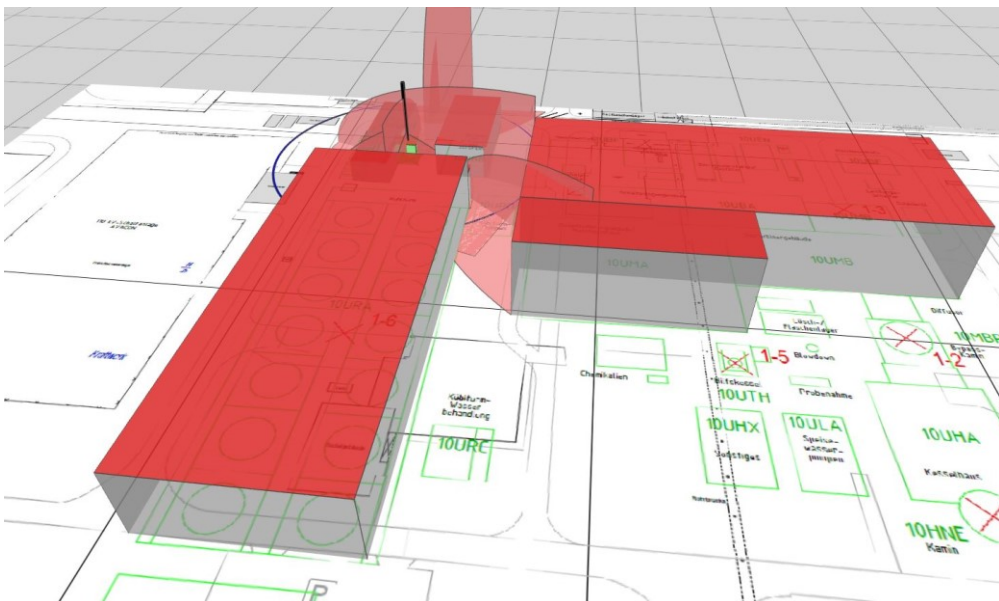
Die folgende Abbildung illustriert die Konstellation von höchsten Gebäude und Rezirkulationszone für das Schwarzstartaggregat. Bei Berücksichtigung der Rezirkulationszone vom Gasturbinengebäude ist eine Höhe von 33 m über Geländeoberkante für den Kamin der Verbrennungsmotorenanlage in der Variante 1 zu errichten.

Abbildung 6-9: Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4 Schwarzstartaggregat, Variante 1



Bei Berücksichtigung der Rezirkulationszone vom Gasturbinengebäude ist eine Höhe von 30 m über Geländeoberkante für den Kamin der Verbrennungsmotorenanlage in der der Variante 2 zu errichten.

Abbildung 6-10: Höchste Gebäude und Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4 Schwarzstartaggregat, Variante 2



6.3 Maßgebliche Schornsteinhöhen

Mit Bezug auf Nr. 5.5.2.1 der TA Luft kann die tatsächliche Bauhöhe die maßgebliche Schornsteinhöhe um maximal 10 Prozent übersteigen. Diesem Ansatz wird im vorliegenden Fall nicht gefolgt.

Für die Ermittlung der Gesamtzusatzbelastung gemäß Abschnitt 7 werden die in der Tabelle 6-16 fettmarkierten Schornsteinhöhen über Grund angesetzt.

In der folgenden Tabelle 6-16 sind für die Neuanlagen alle zu realisierenden Schornsteinhöhen über Erdboden zusammengefasst (maßgeblich sind die fettmarkierten Höhen).

Tabelle 6-16: Schornsteinhöhen der verschiedenen Anlagen/Varianten in m über Grund

Quellbezeichnung	Ableithöhe über Erdboden in m je Schornstein		
	emissions- bedingt	gebäude bedingt	ausreichende Verdünnung der Abgase gemäß VDI 3781, Blatt 4
GuD-Anlage (Variante 1)	31	68	--
GuD-Anlage Bypass-Betrieb (Variante 1)	27	64	64
Gasturbinenanlage (Variante 2)	19	20	29
Hilfsdampfkessel	28	17	62
Schwarzstartaggregat	41	13	33

Die nach Nummer 5.5.2 bestimmte Schornsteinhöhe ist die erforderliche Bauhöhe. Sie darf durch die tatsächliche Bauhöhe um maximal 10 Prozent überschritten werden. In Anbetracht der Abweichung zwischen GuD-Anlage Hauptkamin und Bypasskamin von weniger als 10 % wird für die Berechnung der Immissionen für beide Kamine eine Ableithöhe von 68 m über Erdboden berücksichtigt.

7 Immissionsprognose

7.1 Emissionen

Für die Ausbreitungsrechnung wird als Abschätzung für die Varianten 1 und 2 ein kontinuierlicher Volllastbetrieb mit den in Tabelle 7-1 und Tabelle 7-2 genannten Betriebsstunden angesetzt. Die Volllastfahrweise der Anlagen entspricht nicht den realen Betriebsbedingungen.

7.1.1 Variante 1

Unter Beachtung der allgemein möglichen Betriebsfälle einer GuD-Anlage ist für den zu beurteilenden ungünstigsten Betrieb damit festzustellen:

Variante 1	Bypass < 1.500 h Teilmenge Normalbetrieb	Normalbetrieb GuD < 6.000 h	Warmhaltung 0...8.760 h	Schwarzstart < 300 h
Gasturbine	Ja	Ja	kann	Nein
Hilfsdampfkessel	Ja	Nein	Ja	Nein
Schwarzstartanlage	Nein	Nein	Nein	Ja

Bei der Berechnung der Zusatzbelastung für Variante 1 wird konservativ der Betrieb mit SCR-Katalysatoren berücksichtigt.

Die Betreiberin wird ausschließlich Heizöl EL schwefelarm nach DIN 51603-1:2011-09 einsetzen. Der Gehalt an Schwefelverbindungen, berechnet als Schwefel, beträgt demnach maximal 50,0 Milligramm pro Kilogramm. Das bedeutet einen Schwefelanteil im Brennstoff von 0,005 %. Auf dieser Basis ist eine Emission zu erwarten, die nahe null liegt.

Tabelle 7-1: Ausbreitungsrelevante Anlagendaten – Variante 1

		GuD-Anlage	Bypass-betrieb	Hilfsdampf-kessel	Schwarzstart aggregat
Leistung	MW	2.000	2.000	49	100
Abgastemperatur	°C	82	677	130	250
Kaminhöhe	m	68	68	62	41
Kamindurchmesser an der Schornsteinmündung	mm	12.000	12.000	1.600	2.400
UTM-Koordinaten Rechtswert	m	574482	574481	574434	574325
UTM-Koordinaten Hochwert	m	5796347	5796411	5796406	5796503
Brennstoff		Erdgas	Erdgas	Erdgas / Heizöl EL	Diesel
Berücksichtigte Betriebsstunden	h / a	6.000	max. 1.500	2.760	< 300
O ₂ -Gehalt im Betrieb		11,8	11,8	3,0	8 - 9
Abgasvolumenstrom Verbrennungsrechnung (bez. auf Betriebs O ₂)	Nm ³ tr. / h	4.179.280	4.179.280	51.657	153.494
	Nm ³ f. / h	4.594.460	4.594.460	55.720	162.266
Abgasvolumenstrom (Bezugssauerstoffgehalt)		--	--	--	119.100
Emissionsbegrenzung				**)	
NO _x (NO ₂ + NO)	mg/m ³	20	30	75	500
CO	mg/m ³	100	100	80	300
CH ₂ O	mg/m ³	5	5	--	60
NH ₃	mg/m ³	5	5	--	--
Gesamtstaub	mg/m ³	--	--	10	20
SO ₂	mg/m ³	--	--	****)	--

Emissionsmassenstrom					***)
NO _x (NO ₂ + NO) *)	kg / h	NO _x = 83,59 NO ₂ = 16,72 NO = 43,47	NO _x = 125,38 NO ₂ = 25,08 NO = 65,20	NO _x = 3,87 NO ₂ = 0,39 NO = 2,27	NO _x = 59,55 NO ₂ = 11,91 NO = 31,09
CO	kg / h	417,93	417,93	4,13	35,73
CH ₂ O	kg / h	20,90	20,90	--	7,15
NH ₃	kg / h	20,90	20,90	-	--
Gesamtstaub	kg / h	--	--	0,52	2,38
SO ₂	kg / h	--	--	0,21****)	--

*) Für den NO₂-Anteil aus der Gasturbine wird ein 20 % Direktanteil, für den Hilfskessel ein 10 % Direktanteil angenommen; NO-Anteil 80 % bzw. 90 % angegeben als NO und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂.

**) Emissionsbegrenzungen für den Betrieb mit Heizöl EL

***) Werte bezogen auf Bezugssauerstoffgehalt (5 Vol.%)

****) Die Betreiberin wird ausschließlich Heizöl EL schwefelarm nach DIN 51603-1:2011-09 einsetzen. Der Gehalt an Schwefelverbindungen, berechnet als Schwefel, beträgt demnach maximal 50,0 Milligramm pro Kilogramm.

7.1.2 Variante 2

Unter Beachtung der allgemein möglichen Betriebsfälle einer GuD-Anlage ist für den zu beurteilenden ungünstigsten Betrieb damit festzustellen:

Variante 2	Normalbetrieb je GT < 1500 h	Betrieb GT 1 < 1500 h	Betrieb GT 2 < 1500 h	Schwarzstart < 300 h
Gasturbine 1	Ja	Ja	Nein	Nein
Gasturbine 2	Ja	Nein	Ja	Nein
Schwarzstartanlage	Nein	Nein	Nein	Ja

Bei der Berechnung der Zusatzbelastung für Variante 2 wird der Betrieb mit SCR-Katalysatoren nicht berücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass keine Anforderung für eine Emissionsbegrenzung für Ammoniak besteht. In einer alternativen Berechnungsvariante wurde sowohl für die Gasturbinen mit maximalen Jahresbetriebsstunden von < 1.500 die Emissionsbegrenzung von 35 mg/m³ für die Stickoxide und 5 mg/m³ für Ammoniak als rein theoretischer Fall zur worst-case Abschätzung untersucht. Diese Variante hält für alle betrachteten Stoffe die Irrelevanz- und Bagetellschwellen ein.

Tabelle 7-2: Ausbreitungsrelevante Anlagendaten – Variante 2

		Gasturbine 11	Gasturbine 12	Schwarzstart- aggregat
Leistung	MW	1.320	1.320	100
Abgastemperatur	°C	610	610	250
Kaminhöhe	m	29	29	41
Kamindurchmesser an der Schornsteinmündung	mm	18.000	18.000	2.400
UTM-Koordinaten Rechtswert	m	574422	574422	574325
UTM-Koordinaten Hochwert	m	5796460	5796417	5796503
Brennstoff		Erdgas	Erdgas	Diesel
Berücksichtigte Betriebsstunden	h / a	max. 1.500	max. 1.500	< 300
O ₂ -Gehalt im Betrieb		13,8	13,8	8 - 9
Abgasvolumenstrom Verbrennungsrechnung (bez. auf Betriebs O ₂)	m ³ tr. / h	3.364.134	3.364.134	153.494
	m ³ f. / h	3.644.195	3.644.195	162.266
Emissionsbegrenzung				
NO _x (NO ₂ + NO)	mg/m ³	35	35	500
CO	mg/m ³	100	100	300
CH ₂ O	mg/m ³	5	5	60
Gesamtstaub	mg/m ³	--	--	20
Emissionsmassenstrom				***)
NO _x (NO ₂ + NO) *)	kg / h	NO _x = 117,74 NO ₂ = 23,59 NO = 61,23	NO _x = 117,74 NO ₂ = 23,59 NO = 61,23	NO _x = 59,55 NO ₂ = 11,91 NO = 31,09
CO	kg / h	336,41	336,41	35,73
CH ₂ O	kg / h	16,82	16,82	7,15
Gesamtstaub	kg / h	--	--	2,38

*) Für den NO₂-Anteil aus der Gasturbine wird ein 20 % Direktanteil, für den Hilfskessel ein 10 % Direktanteil angenommen; NO-Anteil 80 % bzw. 90 % angegeben als NO und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂.

**) Emissionsbegrenzungen für den Betrieb mit Heizöl EL

***) Werte bezogen auf Bezugssauerstoffgehalt (5 Vol.%)

8 Ausbreitungsrechnung

8.1 Verwendete Programme und Versionen

Die Ermittlung der Immissions-Zusatzbelastung durch die Anlage erfolgt nach Anhang 2 der TA Luft. Es wurde mit dem Programmsystem AUSTAL/LASAT mit der AUSTAL-Version 3.1 und der LASAT-Version 3.4.24 gerechnet.

In Austal/LASAT werden punktförmige Partikel, die einen Spurenstoff repräsentieren, auf ihrem Weg durch die Atmosphäre simuliert. Die Partikel bewegen sich mit der mittleren Strömung und werden dabei zusätzlich dem Einfluss der Turbulenz ausgesetzt. Die Geschwindigkeit, mit der die Partikel transportiert werden, setzt sich zusammen aus der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzgeschwindigkeit und der Zusatzgeschwindigkeit. Mit der Zusatzgeschwindigkeit kann u. a. die Sedimentationsgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

Austal/LASAT kann beliebig viele Emissionsquellen mit unterschiedlichen Quellgeometrien (Punkt-, Linien-, Flächen- und Volumenquellen) zeitabhängig verarbeiten. Die Ausbreitungsrechnung kann sowohl in einem ebenen Gelände als auch in gegliedertem Gelände und unter Gebäudeinflüssen durchgeführt werden. Für komplexes Gelände und Situationen, in denen - wie im vorliegenden Fall - Gebäudeeffekte zu berücksichtigen sind, ist dem Partikelmodell ein diagnostisches Windfeldmodell vorgeschaltet.

Austal/LASAT kann darüber hinaus Deposition und Sedimentation berechnen.

Die Konzentrationsverteilung des untersuchten Stoffes wird als räumlicher und zeitlicher Mittelwert über ein Volumenelement eines dreidimensionalen Auszählgitters und eines Zeitintervalls berechnet. Da die Anzahl der für die Simulation verwendeten Partikel deutlich kleiner ist als die tatsächliche Anzahl von Spurenstoffteilchen, ist das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung immer mit einer gewissen Unsicherheit (Stichprobenfehler) verbunden (VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 /11/). Dieser Stichprobenfehler hat nichts mit der Güte der Simulation zu tun, sondern ergibt sich aus dem statistischen Verfahren. Die gewählte Qualitätsstufe stellt auch sicher, dass die Überschreitungshäufigkeiten der Geruchsschwelle (Kenngröße gemäß Anhang 7 TA Luft) nicht unterschätzt werden.

Durch Wahl einer ausreichenden Partikelzahl (Qualitätsstufe $q_s = 1$) bei der Ausbreitungsrechnung wurde sichergestellt, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens im vorliegenden Fall maximal 3 % der Jahresstunden beträgt. Die Anforderung nach Anhang 2, dass die statistische Streuung des berechneten Wertes beim Immissions-Jahreskennwert an allen relevanten Aufpunkten weniger als 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes beträgt, ist damit erfüllt.

Die Protokolldateien zu den Rechenläufen ist im Anhang zu diesem Bericht enthalten.

8.2 Beurteilungsgebiet und Rechengebiet

Nach Nr. 4.6.2.5 TA Luft sind die maximalen Immissionen in einem Berechnungsgebiet zu bestimmen, das einen Kreis mit dem Radius der 50-fachen Schornsteinhöhe um die Anlage beinhaltet.

Die höchste Schornsteinhöhe beträgt 68 m. Daraus folgt ein Beurteilungsgebiet mit einem Radius von 2.800 m. Das Beurteilungsgebiet nach TA Luft soll zusätzlich die Flächen umfassen, auf denen die Zusatzbelastung im Aufpunkt mehr als 3 % des Immissions-Jahresgrenzwertes beträgt bzw. ein Gebiet, das „eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit mutmaßlich höchster relevanter Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter [...] ermöglicht“. Das Rechengebiet wurde daher nicht ausschließlich nach dem o. g. Kriterium festgelegt, sondern ein größeres Gebiet gewählt, welches die nächst gelegenen Schutzgebiete (NATURA 2000) berücksichtigt.

Aus rechentechnischen Gründen setzt das Ausbreitungsmodell ein rechteckiges Gebiet an. Im vorliegenden Fall wird ein fünffach geschachteltes Rechengebiet mit einer maximalen Ausdehnung von ca. 6.720 m x 7.680 m gewählt. Bezüglich der Höhenschichtung wurden bis in doppelte Gebäudehöhe (102 m) 3 m-Schichten, darüber die Standardhöhen von AUSTAL verwendet. Die Kenngrößen der Gitter sind in Tabelle 8-1 zusammengefasst.

Tabelle 8-1: Gitterstruktur der Ausbreitungsrechnung

Stufe Nr.	Anzahl Zellen	Anzahl Zellen	Anzahl Zellen	Zellgrößen	Ausdehnung
	x	y	z	dd in m	x-Länge [m] / y-Länge [m]
1	160	200	46	3	480 / 600
2	140	160	46	6	840 / 960
3	140	160	46	12	1.680 / 1.920
4	140	160	46	24	3.360 / 3.840
5	140	160	46	48	6.720 / 7.680

8.3 Quellmodellierung

In Tabelle 8-2 und Tabelle 8-3 sind die Parameter der Quellen zusammengestellt. Für die Quellen der beiden Kraftwerk Varianten am Standort Mehrum wurden Punktquellen modelliert, für die Ableitung der Abgase wurde eine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt.

Tabelle 8-2: Quellparameter Volllast

Quelle	Xq	Yq	Hq	Dq	Vq	tq	zq
Variante 1							
GUD_11	574481,9	5796347	68	12	14,7	82	0,065
HIIFSK	574433,7	5796406	62	1,6	11,4	130	0,045
SCHWARZ	574325,4	5796503	41	2,4	15	250	0,041
BYPASS	574481,1	5796411	68	12	39,3	677	0,065

Xq, Yq = Rechts- und Hochwert in m, Hq = Quelhöhe in m, Dq = Durchmesser in m, Vq = Abgasgeschwindigkeit in m/s, tq = Austrittstemperatur [°C], zq = Wasserbeladung des Schwadens [kg/kg]

Tabelle 8-3: Quellparameter Volllast

Quelle	Xq	Yq	Hq	Dq	Vq	tq	zq
Variante 2							
SCHWARZ	574325,4	5796503	42	2,4	15	250	0,041
GT2-1	574421,7	5796460	29	18	12,9	610	0,065
GT2-3	574422,5	5796418	29	18	12,9	610	0,065

8.3.1 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Immissionen werden meteorologische Daten benötigt, die für den Standort ausreichend repräsentativ sind. Diese Daten enthalten Angaben über die Häufigkeit der Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Die Ausbreitungsrechnungen erfordern diese Daten als Jahreszeitreihe oder als Auswertung einer mehrjährigen Datenreihe. Für den Bereich des Betriebsstandortes liegen solche Daten nicht vor. Die Anforderungen der TA Luft sehen für diesen Fall die Verwendung der meteorologischen Daten einer geeigneten Station vor. Dafür ist die Übertragbarkeit der Daten auf den Standort der Anlage dahingehend zu prüfen, ob die Daten für diesen Standort charakteristisch sind.

Etwa 32 km östlich befindet sich die Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes in Braunschweig (Kennung DWD: 662). Die Station liegt in einem, im meteorologischen Maßstab betrachtet, geringem Abstand vom Standort. Die Wetterstation Braunschweig weist eine typische Windrichtungsverteilung für das nördliche Harzvorland mit dem Windrichtungsmaximum aus westsüdwestlichen Richtungen, einem sekundären Maximum aus östlichen Richtungen und einem Minimum aus nördlichen Richtungen auf.

Als repräsentatives Jahr wurde der Zeitraum 20.07.2014 bis 19.07.2015 ermittelt /12/. Es wird die Zeitreihe des genannten Zeitraumes verwendet. Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen ist in Abbildung 8-1 wiedergegeben, die Häufigkeitsverteilung von Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen in Abbildung 8-2.

Sowohl die Wetterstation Braunschweig als auch das Berechnungsgebiet befinden sich im Flachland. Aufgrund der schwach gegliederten topografischen Gegebenheiten im Rechengebiet und der gleichen naturräumlichen Gliederung, kann davon ausgegangen werden, dass diese Daten ausreichend repräsentativ für den Standort sind. Auch wegen der relativ geringen Entfernung (ca. 31 km) der Station zum Emissionsort, entsprechen die an der Station gemessenen Windrichtungshäufigkeiten und die mittlere Windgeschwindigkeit den Erwartungswerten im Beurteilungsgebiet. Zudem wurde bereits in mehreren Vorhaben im Industriegebiet „Ackerköpfe“ die meteorologischen Daten der Station Braunschweig verwendet.

Zur Wiedergabe der Niederschläge wird auf die regionalisierten Niederschlagsmengen für den Standort (Koordinaten 574400 / 5796500) im RESTNI-Datensatz, der vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wird, zurückgegriffen. Für die im Jahreszeitraum anzusetzenden Niederschläge erfolgt eine Skalierung auf einen mittleren Jahresniederschlag 2006-2015 von 758 mm. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langjährige Durchschnitt aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

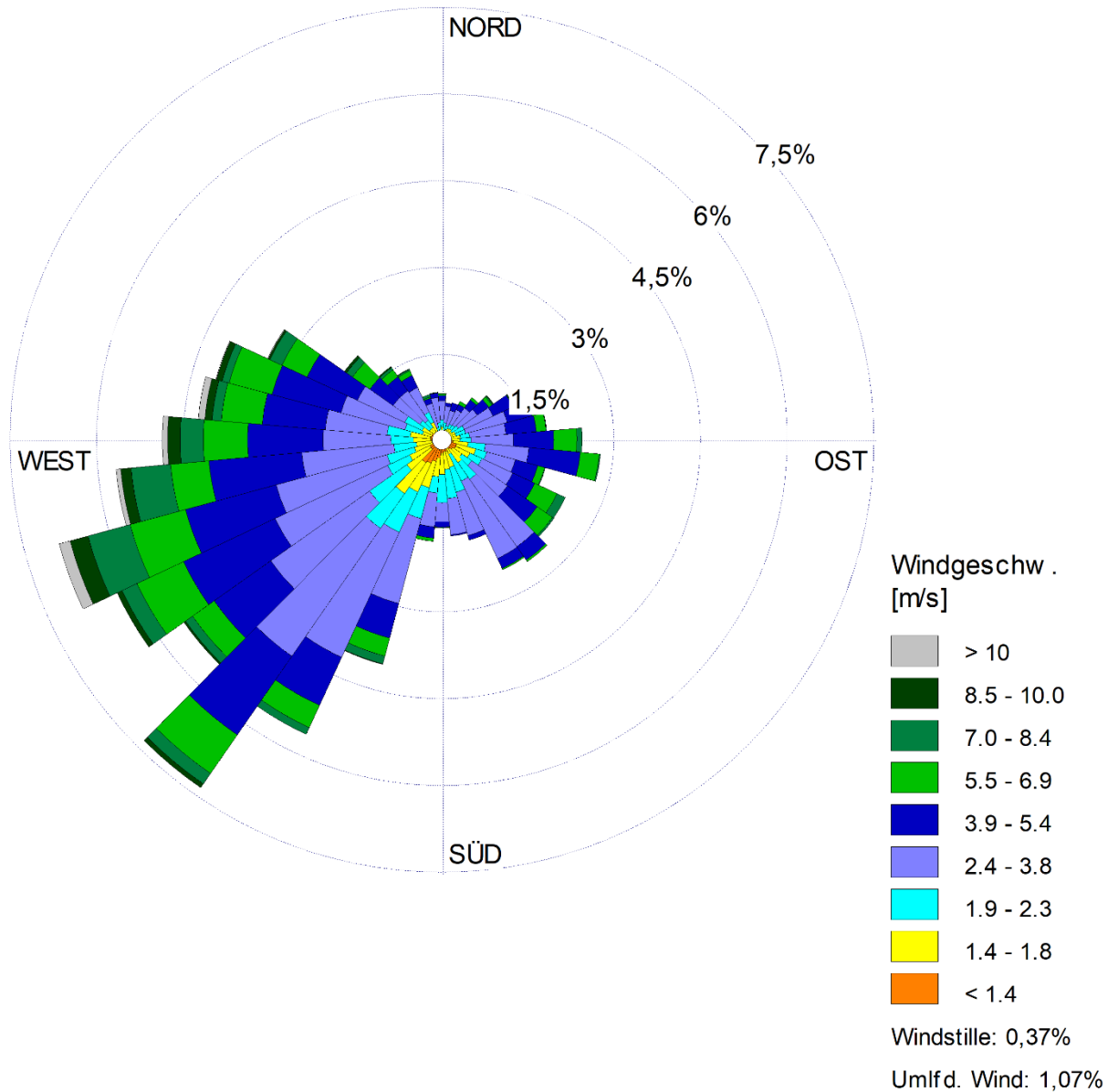


Abbildung 8-1: Relative Häufigkeiten der Windrichtungen und -geschwindigkeitsklassen an der Station Braunschweig für den Zeitraum 20.07.2014 bis 19.07.2015

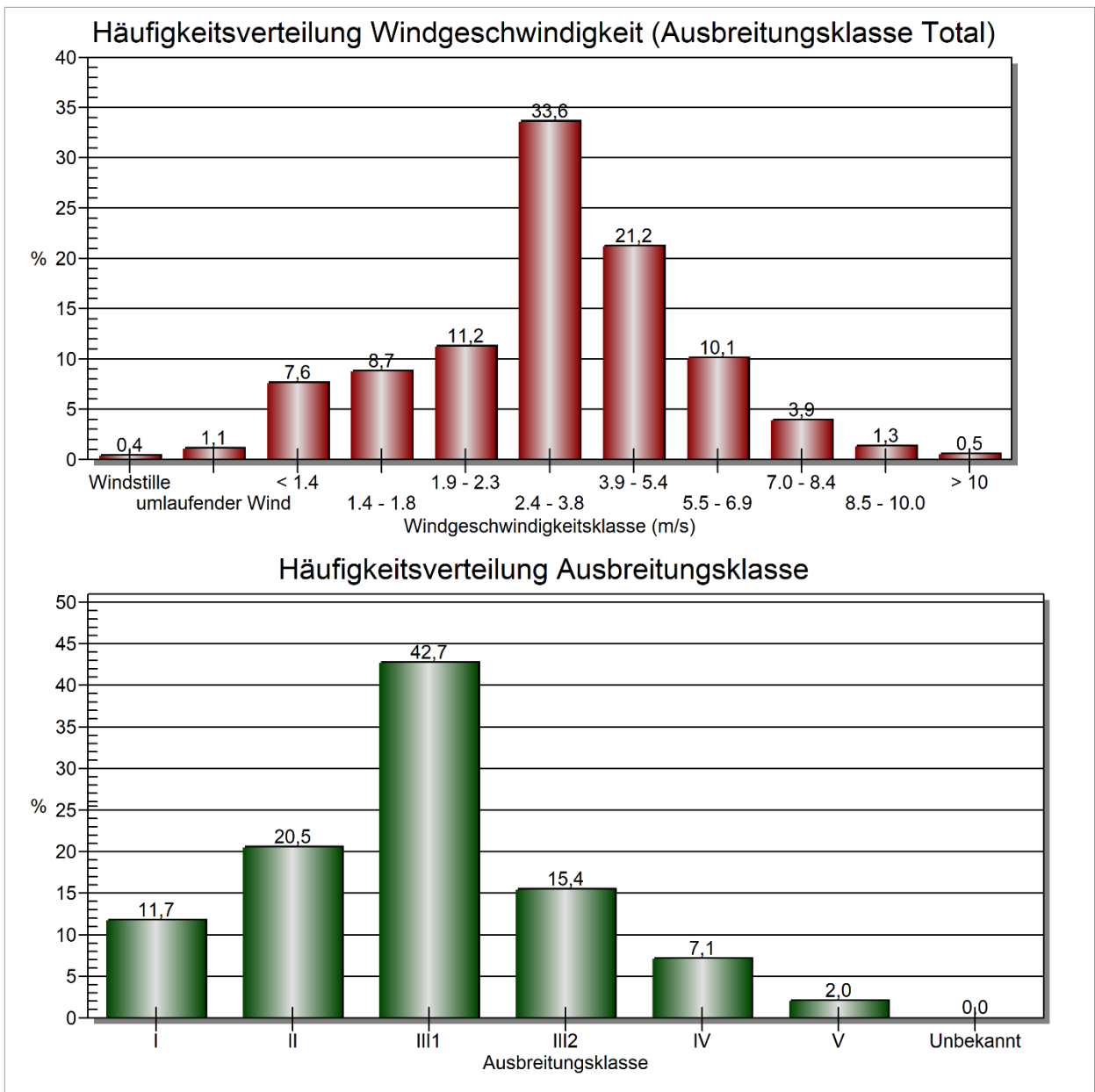


Abbildung 8-2: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen an der Station Braunschweig für den Zeitraum 20.07.2014 bis 19.07.2015

8.4 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 in Anhang 2 der TA Luft /1/ aus den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein zu bestimmen, dessen Radius das 15fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt. Als Mindestradius wird 200 m empfohlen. Bei diffusen Quellen ist gemäß VDI 3783, Bl. 13 /13/ eine Bauhöhe von mindestens 10 m anzusetzen. Sofern Gebäude modellhaft berücksichtigt werden (siehe nachfolgendes Kapitel) sollten diese nicht für die Bestimmung der Rauigkeitslänge einbezogen werden. Die gemäß den „Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland“ festgelegten Werte sind entsprechend zu korrigieren.

Durch die Programmroutine von AUSTAL wird für das Rechengebiet um die Emissionsquellen ein Wert von $z_0 = 0,37$ m vorgegeben, welcher auf $z_0 = 0,50$ m aufgerundet wird. Der überwiegende Anteil der Flächen um den Kraftwerksstandort besteht aus landwirtschaftlich genutzten Bereichen (Weide- und Ackerflächen) für die von eher geringen Rauigkeiten auszugehen ist (0,20 m). In einigen Bereichen liegt hingegen eine geschlossene Bebauung mit entsprechend hohen Rauigkeiten zwischen 1,0 und 2,0 vor.

Für die Ausbreitungsrechnung erscheint damit der Ansatz einer auf $z_0 = 0,50$ m gerundeten Rauigkeitslänge sachgerecht.

8.5 NO₂-Direktemission und NO/NO₂-Umwandlung

Wir gehen auf Grund unserer Erfahrungen mit Anlagenherstellern und mit Emissionsmessungen als anerkannte Messstelle nach § 26 BImSchG davon aus, dass bei Betrieb der Gasturbine und Motoren üblicherweise 20 % der NO_x-Emissionen und bei Betrieb des Kessels üblicherweise 10 % der NO_x-Emissionen direkt als NO₂ entstehen.

Gemäß Anhang 3, Nr. 3 der TA Luft ist die Umwandlung von NO in NO₂ gemäß VDI 3782, Blatt 1 umzurechnen. Der Grad der Umwandlung ist von der Ausbreitungsklasse und der Reisezeit der Stickoxide und damit von der Entfernung zwischen Beurteilungspunkt und Emissionsquelle abhängig und wird vom Programmsystem LASAT/AUSTAL jeweils berechnet.

8.6 Kornklassenverteilung und Depositionskenngrößen

Die Kornklassenverteilung der Staubemissionen des Feuerungsabgases wurden vor dem Hintergrund festgelegt, dass die zukünftig eingesetzte Technik im Rahmen des Vorbescheidverfahrens noch nicht feststeht. Die Kornklassenverteilung wird zu 100 % der PM₁₀-Fraktion zugeordnet. Die Aufteilung innerhalb der PM₁₀-Fraktion erfolgt gemäß dem Anhang 2 TA Luft mit 30 % zur PM_{2,5}-Fraktion.

Für die trockene Deposition sind folgende Geschwindigkeitsfaktoren gemäß Anhang 2 TA Luft verwendet worden. Die Auswaschkoeffizienten für die nasse Deposition sind ebenfalls aufgeführt.

Tabelle 8-4: Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeiten für Korngrößenklassen in [m/s] gem. Anhang 2, TA Luft

Stoffparameter		Geschwindigkeitsfaktoren		Auswaschkoeffizienten	
		Deposition1) [m/s]	Sedimentation2) [m/s]	λ [1/s]	κ [-]
Schwefeldioxid	SO ₂	0,01	0,0	2,0·10 ⁻⁰⁵	1,0
Stickstoffdioxid	NO ₂	0,003	0,0	1,0·10 ⁻⁰⁷	1,0
Stickstoffmonoxid	NO	0,0005	0,0	./.	./.
Ammoniak	NH ₃	0,01	0,0	1,2·10 ⁻⁰⁴	0,6
Partikel und Staubinhaltsstoffe Fraktion < 2,5 µm	pm-1	0,001	0,0	0,3·10 ⁻⁰⁴	0,8
Partikel und Staubinhaltsstoffe Fraktion 2,5–10 µm	pm-2	0,010	0,0	1,5·10 ⁻⁰⁴	0,8

¹⁾ Die Depositionsgeschwindigkeit beschreibt die Widerstände der Aerodynamik (Turbulenz in der Grenzschicht), des Transportes unmittelbar oberhalb der Oberfläche und den der Oberfläche (Absorptionsverhalten Oberfläche und Spurenstoff)

²⁾ Absinkgeschwindigkeit infolge der Schwerkraft

8.7 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Gebäude können die Luftströmung beeinflussen. Beim Anströmen eines Hindernisses wird die Luft nach oben und zur Seite abgedrängt. Bei der Umströmung bildet sich vor dem Hindernis ein Stauwirbel und hinter dem Hindernis ein Rezirkulationsgebiet. Wenn Abgase in diesen Bereichen emittiert werden oder auf dem Ausbreitungsweg in diesen Bereich gelangen, werden sie in Richtung Erdboden transportiert, was zu einer Erhöhung der Konzentration von Luftbeimengungen in Bodennähe führen kann.

Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind gemäß TA Luft, Anhang 2 Nr. 11 zu berücksichtigen. Maßgeblich für die Wahl der Vorgehensweise zur Berücksichtigung der Bebauung sind alle Gebäude, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6fache der Schornsteinbauhöhe sind. Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches dieser höheren Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen gemäß VDI 3781, Blatt 4), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des in AUSTAL3.1 implementierten diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden.

Im vorliegenden Fall wird das Windfeld im Bereich der Emissionsquellen im Wesentlichen durch die Baukörper der einzelnen Betriebsgebäude beeinflusst. Zur Modellierung des Windfeldes werden im Rechnetz alle relevanten Gebäude im Umfeld von Emissionsquellen entsprechend ihrer Geometrie berücksichtigt.

8.8 Berücksichtigung von Geländeeinflüssen

Über horizontal homogenem Gelände ohne Hindernisse und mit einheitlicher Rauigkeit stellt sich ein vertikales Windprofil ein, das von der Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit oberhalb der planetaren Grenzschicht (500 m bis 2.000 m Höhe), der Bodenrauigkeit und der Stabilität der Schichtung abhängt. Die Windgeschwindigkeit nimmt im Allgemeinen mit der Höhe zu, und der Wind dreht nach rechts. Durch Hindernisse kann diese Strömung beträchtlich modifiziert werden. Durch Wechselwirkungen entstehen bei weniger einfachen oder mehreren Hindernissen bis hin zu Stadtgebieten oder Industrieanlagen sehr komplexe Strömungsmuster.

Entsprechend TA Luft, Anhang 2 Nr. 12 /1/ sind Geländeunebenheiten zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 (0,05) auftreten. Ein mesoskaliges diagnostisches Windfeldmodell (z.B. TALdia) kann i.d.R. eingesetzt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,20) nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Im Rechengebiet liegt entsprechend den genannten Kriterien kein Geländeeinfluss vor, die Geländesteigungen zeigen fast ausschließlich Werte bis zu 1:5, eine Auswirkung auf die Berechnung ist hierbei nicht zu erwarten. Der Einfluss des Geländes wird in den Ausbreitungsrechnungen nicht berücksichtigt.

8.9 Genauigkeitsklasse

Die mittels Ausbreitungsrechnung mit Lagrange'schen Partikelmodellen ermittelten Immissionskenngrößen besitzen eine statistische Unsicherheit, die in direktem Zusammenhang mit der angesetzten Partikelzahl steht. Die berechneten Immissionswerte sind – mit Ausnahme der Maximalwerte – um diese statistische Unsicherheit zu erhöhen. Gemäß Anhang 2, Nr. 10 der TA Luft ist außerdem sicherzustellen, dass die statistische Unsicherheit 3,0 vom Hundert des Immissionsjahreswertes nicht überschreitet.

Der höchste statistische Stichprobenfehler, der vom Modellsystem AUSTAL ausgewiesen wird, liegt bei 100 % des jeweiligen Rechenwertes. Wenn bei Stoffen mit einer Irrelevanz von 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes die Irrelevanzkriterien eingehalten sind, ist die maximal mögliche statistische Unsicherheit daher ebenfalls kleiner als 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes. Die Anforderungen des Anhang 2, Nr. 10 der TA Luft sind also (bei Stoffen mit einer Irrelevanz von 3 vom Hundert) bei irrelevanter Zusatzbelastung eingehalten.

Die Partikelzahl wird über die Wahl der Qualitätsstufe der Ausbreitungsrechnung bestimmt. Als Genauigkeitsklasse wird der Wert **qs = 1** gewählt. Dies ist aufgrund der Verteilung und der Anzahl der Quellen im Untersuchungsgebiet sachgerecht. Die Vorgaben zur statistischen Unsicherheit werden eingehalten.

9 Immissionszusatzbelastung

Für das Berechnungsgebiet wurden die Immissionszusatzbelastungen der Schadstoffe für die geplanten Kraftwerks-Varianten 1 und 2 auf Basis der in dem Kapitel 7.1 genannten Emissionen berechnet.

Die räumliche Verteilung der Immissionszusatzbelastung ist für ausgewählte Schadstoffe im Kapitel 9.4.1 dargestellt.

In der Umgebung des geplanten Vorhabens sind verschiedene Natura 2000-Gebiete ausgewiesen. Die potenzielle Empfindlichkeit gegenüber Stickstoff- und Säureeinträgen ist für die betroffenen FFH-Gebiete zu prüfen.

Die maximalen Zusatzbelastungen für das Beurteilungsgebiet sowie der resultierende Stickstoff- und Säureeintrag sind in den tabellarischen Darstellungen der nachfolgenden Bewertung aufgeführt. Aufgrund der ausgewiesenen maximalen Zusatzbelastung im Beurteilungsgebiet wird auf eine Ausweisung von einzelnen Beurteilungspunkten verzichtet.

9.1 Zusatzbelastung

Zur Beurteilung der maximalen Zusatzbelastungen erfolgt eine Gegenüberstellung mit den Immissionswerten der TA Luft, der 39. BImSchV und einem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW). Daraus kann der Anteil der Immissionszusatzbelastung an den Immissionswerten ermittelt werden.

Der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV für CO bezieht sich auf einen 8-Stunden-Mittelwert. Diese Auswertung ist im Programm LASAT nicht vorgesehen, es werden daher die Immissionszeitreihen an den beschriebenen Immissionsorten ausgewertet. Das Irrelevanzkriterium der TA Luft von 3 % des Immissions(grenz)wertes wird sinngemäß für CO bezogen auf den 8-Stunden-Mittelwert angewendet.

Für den Stoff Formaldehyd, für den in Nr. 4 TA Luft keine Immissionswert festgelegt ist, erfolgt eine Bewertung, inwieweit die ermittelte Zusatzbelastung (Jahresmittelwert) Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung gemäß Nr. 4.8 TA Luft ergibt. In der Regel fehlt ein hinreichender Anhaltspunkt dann, wenn die Emissionen der Anlage keinen nennenswerten Anteil zur Immissionssituation liefern. Gemäß /6/ ist hiervon bei einer Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage von weniger als 1 % des jeweiligen Beurteilungswertes auszugehen. Die Beurteilung von Formaldehyd erfolgt an dem in Tabelle 4-4 genannten Orientierungswert.

Ob der Schutz der Vegetation und Ökosysteme vor sonstigen erheblichen Nachteilen durch Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ammoniak sichergestellt ist, ist nach Nummer 4.8 TA Luft zu prüfen. Eine solche Prüfung ist nicht erforderlich, wenn die in Nummer 4.4.3 TA Luft festgelegten Gesamtzusatzbelastungswerte für Schwefeldioxid und Ammoniak ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Stickstoffoxide ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) an keinem Beurteilungspunkt überschritten werden.

Tabelle 9-1: max. Immissionszusatzbelastung der Konzentration durch den geplanten Kraftwerksbetrieb und Irrelevanzschwellen gemäß TA Luft

Schadstoff	Zeitbezug	Einheit	Max. Zusatzbelastung Variante 1	Max. Zusatzbelastung Variante 2	Irrelevanzschwelle	Immissionswert bzw. Orientierungswert
PM _{2,5}	JMW	µg/m ³	< 0,1	< 0,1	0,9	25
PM ₁₀	JMW	µg/m ³	< 0,1	< 0,1	1,4	40
NO ₂	JMW	µg/m ³	0,1	0,1	1,4	40
SO ₂	JMW	µg/m ³	< 0,1	--	1,7	50
CO	8-SMW	µg/m ³	48,3	53,6	300 ¹⁾	10.000
CH ₂ O	JMW	µg/m ³	< 0,1	< 0,1	--	3,6

¹⁾ Sinngemäße Anwendung des Irrelevanzkriteriums der TA Luft auf den 8-Stunden-Mittelwert

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass alle für den Planzustand ermittelten Zusatzbelastungen deutlich unter den jeweiligen Irrelevanzschwellen (⇒Kap. 4.3) liegen.

Die Zusatzbelastung aus dem Betrieb der geplanten Änderung am Standort Mehrum erfüllt für die Schadstoffe Stickstoffdioxid NO₂, Schwefeldioxid SO₂, Schwebstaub PM_{2,5} und PM₁₀, Staubiederschlag an allen ausgewerteten Beurteilungspunkten die Irrelevanzkriterien der TA Luft.

Für die Zusatzbelastung bezüglich CO wird der 8-Stunden-Mittelwert als Beurteilungsgrundlage herangezogen. Das so ermittelte Irrelevanzkriterium wird durch CO eingehalten.

Aufgrund der Unterschreitung der Irrelevanzschwellen der TA Luft kann die Ermittlung weiterer Immissionskenngrößen nach Nr. 4.1 der TA Luft entfallen.

Hinsichtlich der Konzentration von Formaldehyd wird der Orientierungswert für die Planvarianten zu weniger als 2,8 % ausgeschöpft. Ein hinreichender Anhaltspunkt für eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft liegt nicht vor, da der Betrieb der geplanten Anlagen keinen nennenswerten Anteil zur Immissionssituation liefert.

9.2 Zusatzbelastung Ökosysteme und Vegetation

In Nr. 4.4.1 TA Luft sind Immissionswerte zum Schutz vor Gefahren für Ökosysteme und Vegetation in Bezug auf die Konzentration von Schwefeldioxid und Stickoxiden genannt. Die Werte sind auf das Jahr bezogen und beziehen sich hierbei auf die Gesamtbelastung durch diese Stoffe. Zusätzlich ist in Tabelle 5 der Nr. 4.4.3 TA Luft eine Irrelevanzschwelle für die Zusatzbelastung durch SO₂ und NO_x aufgeführt.

Tabelle 9-2: maximale Immissionszusatzbelastung durch den geplanten Kraftwerksbetrieb und Irrelevanzschwellen Vegetation und Ökosysteme gemäß TA Luft

Schadstoff	Zeitbezug	max. Zusatzbelastung in µg/m³ Variante 1	max. Zusatzbelastung in µg/m³ Variante 2	Irrelevanzschwelle gemäß TA Luft in µg/m³	Immissionswert in µg/m³
NO ₂	JMW	0,1	0,1	3,0	30
SO ₂	JMW	< 0,1	--	2,0	20
NH ₃	JMW	< 0,1	--	2,0	--

Sowohl für SO₂ und NH₃ als auch für NO_x liegen die Werte für die beiden Planvarianten der maximalen Zusatzbelastung deutlich unter den genannten jeweiligen Irrelevanzschwellen. Eine weitergehende Prüfung zum Schutz vor Gefahren durch diese beiden Stoffe ist nach Nr. 4.4.1 TA Luft nicht erforderlich.

9.3 Schutzgut Boden

Zur Beurteilung der Zusatzbelastungen erfolgt eine Gegenüberstellung mit den Immissionswerten der TA Luft für Staubniederschlag.

Tabelle 9-3: maximale Depositions-Zusatzbelastung durch den geplanten Kraftwerksbetrieb am Standort Mehrum

Schadstoff	Zeitbezug	Max. Zusatzbelastung in g/(m ² *d) Variante 1	Max. Zusatzbelastung in g/(m ² *d) Variante 2	Irrelevanzschwelle gemäß TA Luft in g/(m ² *d)	Immissionswert in g/(m ² *d)
STN	JMW	< 0,001	< 0,001	0,0105	0,35

Für Staubniederschlag wird das Irrelevanzkriterium der TA Luft am Ort der maximalen Belastung sicher eingehalten.

9.4 Stickstoffdeposition und Säureeintrag

Bei der Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition gewährleistet ist, soll zunächst geprüft werden, ob die Anlage in erheblichem Maße zur Stickstoffdeposition beiträgt.

Ist eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebiets 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 TA Luft gebildet werden. Der Einwirkungsbereich ist die Fläche um den Emissionsschwerpunkt, in der die Zusatzbelastung mehr als 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr bzw. mehr als 0,04 keq Säureäquivalente pro Hektar und Jahr beträgt (Anhang 8, TA Luft).

In einem ersten Schritt ist für Landschaftsschutzgebiete zu prüfen, ob die Gesamtzusatzbelastung der Anlage im Aufpunkt mehr als 5 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt (Anhang 9, TA Luft). Dazu ist nach Nummer 4.6.2.5 der TA Luft das Beurteilungsgebiet die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht.

Tabelle 9-4: maximale Zusatzbelastung (Jahresmittelwert) im Beurteilungsgebiet durch die zwei Planvarianten am Standort Mehrum

Schadstoff	Zeitbezug	Zusatzbelastung Variante 1		Zusatzbelastung Variante 2	
		Landschafts-schutzgebiet	FFH-Gebiet Hämeler Wald EU-Kennzahl 3626-331	Landschafts-schutzgebiet	FFH-Gebiet Hämeler Wald EU-Kennzahl 3626-331
N	JMW	0,37 kg/(ha*a)	0,14 kg/(ha*a)	0,03 kg/(ha*a)	0,03 kg/(ha*a)
Säure	JMW	0,03 keq/(ha*a)	0,01 keq/(ha*a)	< 0,01 keq/(ha*a)	< 0,01 keq/(ha*a)

9.4.1 Flächige Darstellung der Immissionen

Nachfolgend wird der Jahresmittelwert der Stickstoffdeposition (NDep) und der Säureäquivalente für die Variante 1 und Variante 2 grafisch dargestellt.

Auf die Darstellung von Partikel PM₁₀, PM_{2,5}, Staubbiederschlag (STN), Stickstoffoxide (NO₂), Schwefeloxide (SO₂), Ammoniak (NH₃) und Formaldehyd (CH₂O) wird verzichtet, da die Werte marginal sind bzw. ein Vergleich zwischen Variante 1 und Variante 2 nur bedingt erfolgen kann.

Die Darstellung von Kohlenmonoxid (CO) als 8-Stunden-Mittelwert besitzt keine Aussagekraft.

Die Säureäquivalente Darstellung besitzt aus Sicht der Luftreinhaltung keinen Informationswert. Die angegebene Zusatzbelastung ist rein nachrichtlich für die Beurteilung der naturschutzfachlichen Fragestellungen zu verstehen.

Abbildung 9-1: Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Stickstoffdeposition durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 1 in kg/(ha*a)

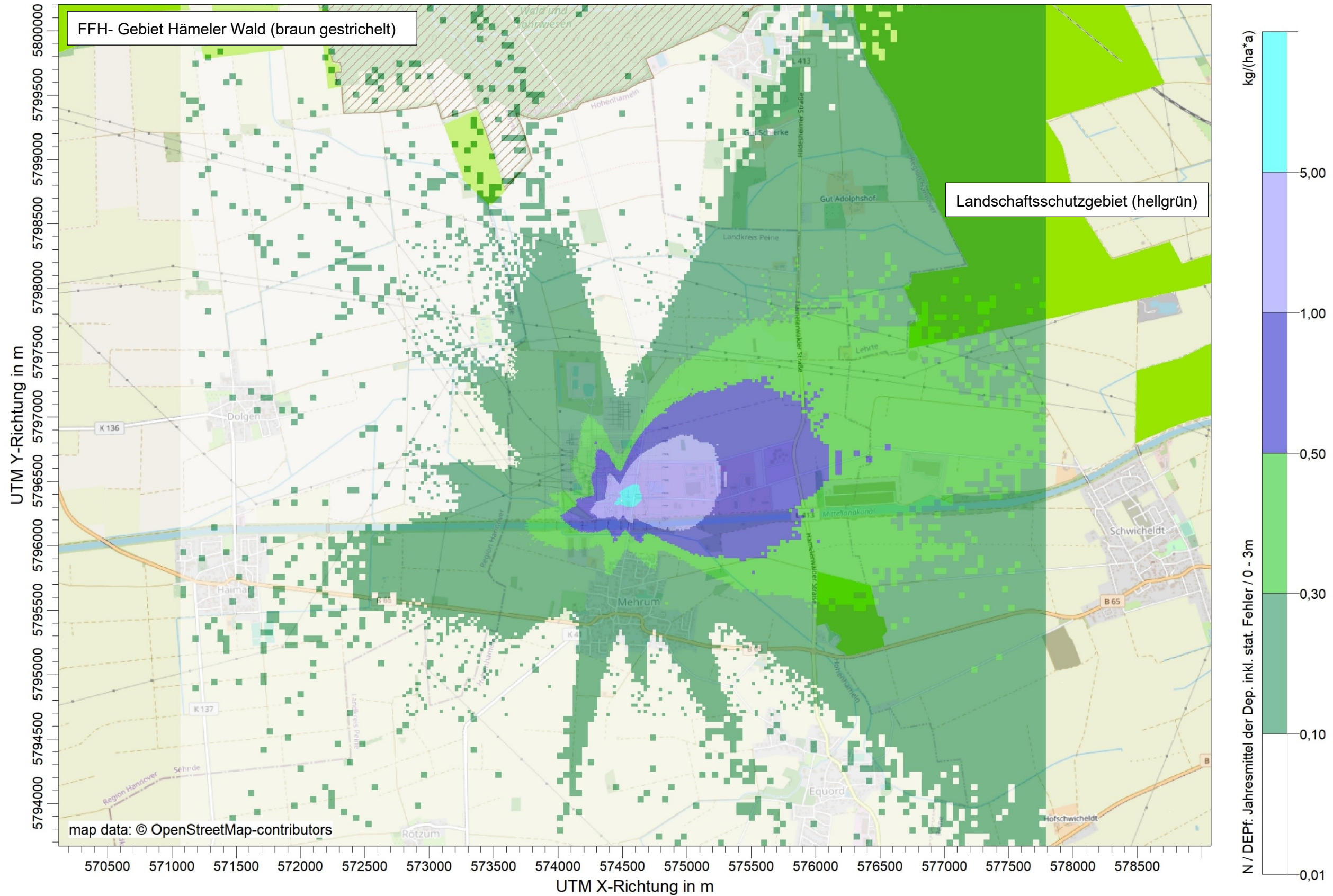


Abbildung 9-2: Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Säureäquivalente durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 1 in keq/(ha*a)

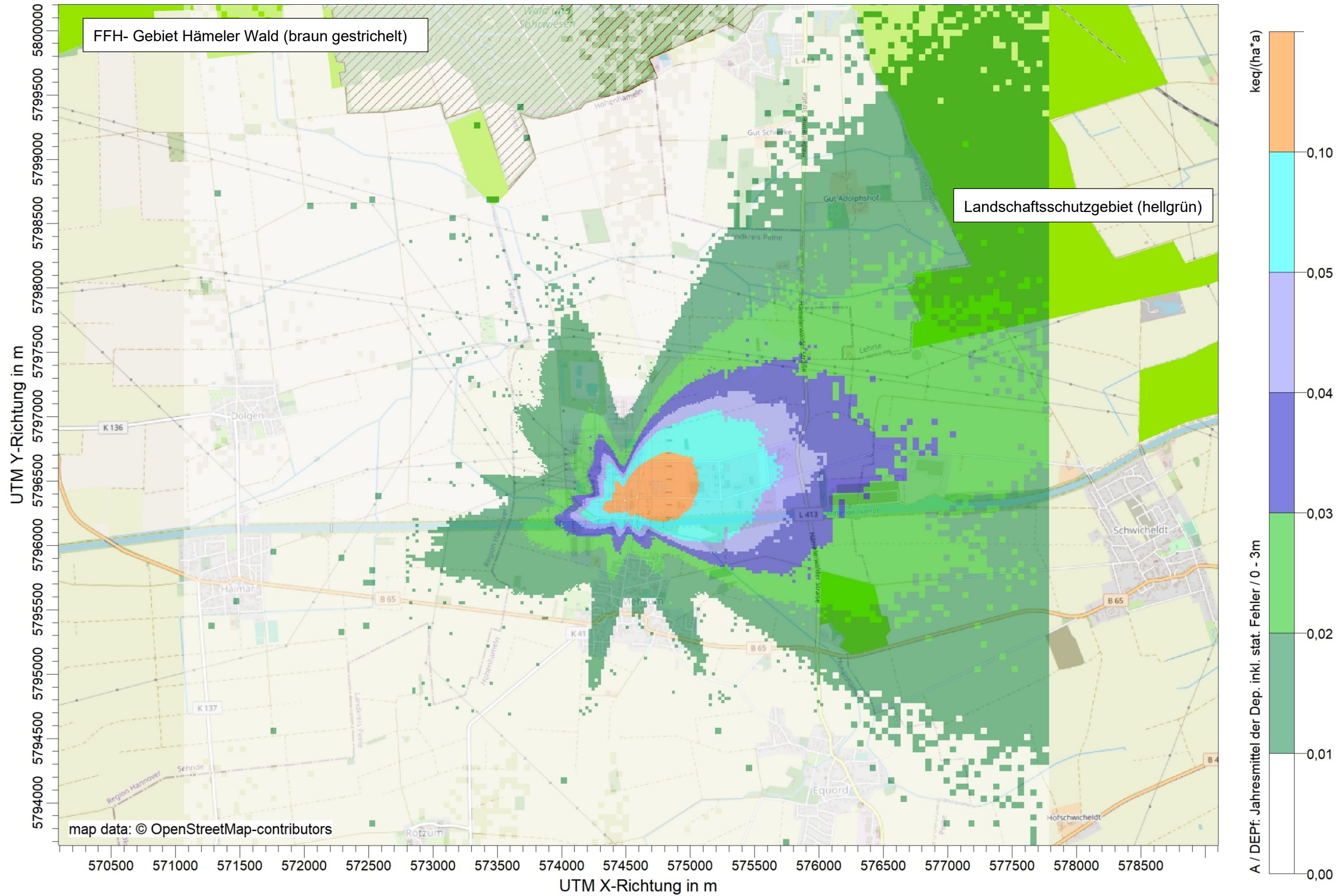


Abbildung 9-3: Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Stickstoffdeposition durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 2 in kg/(ha*a)

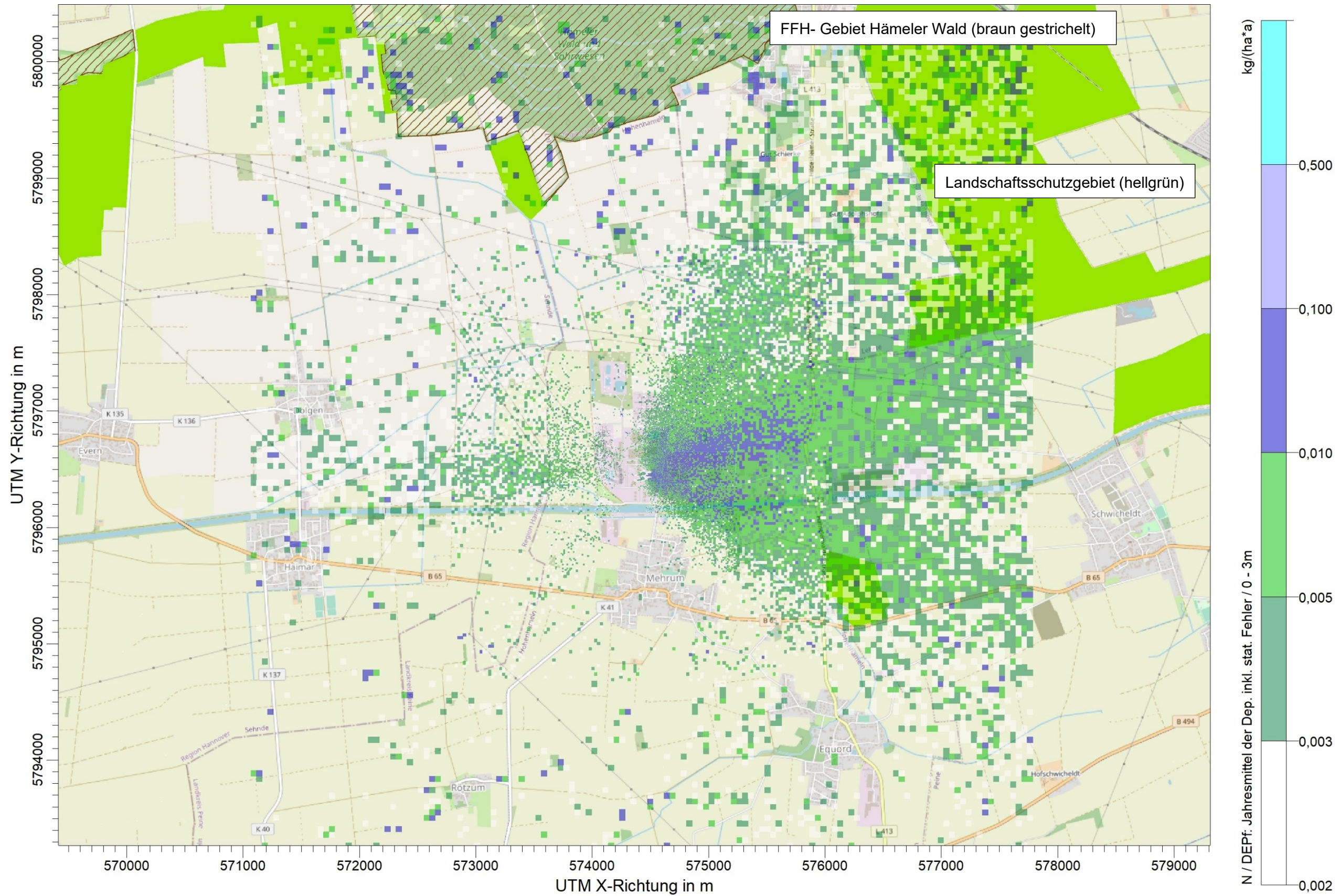
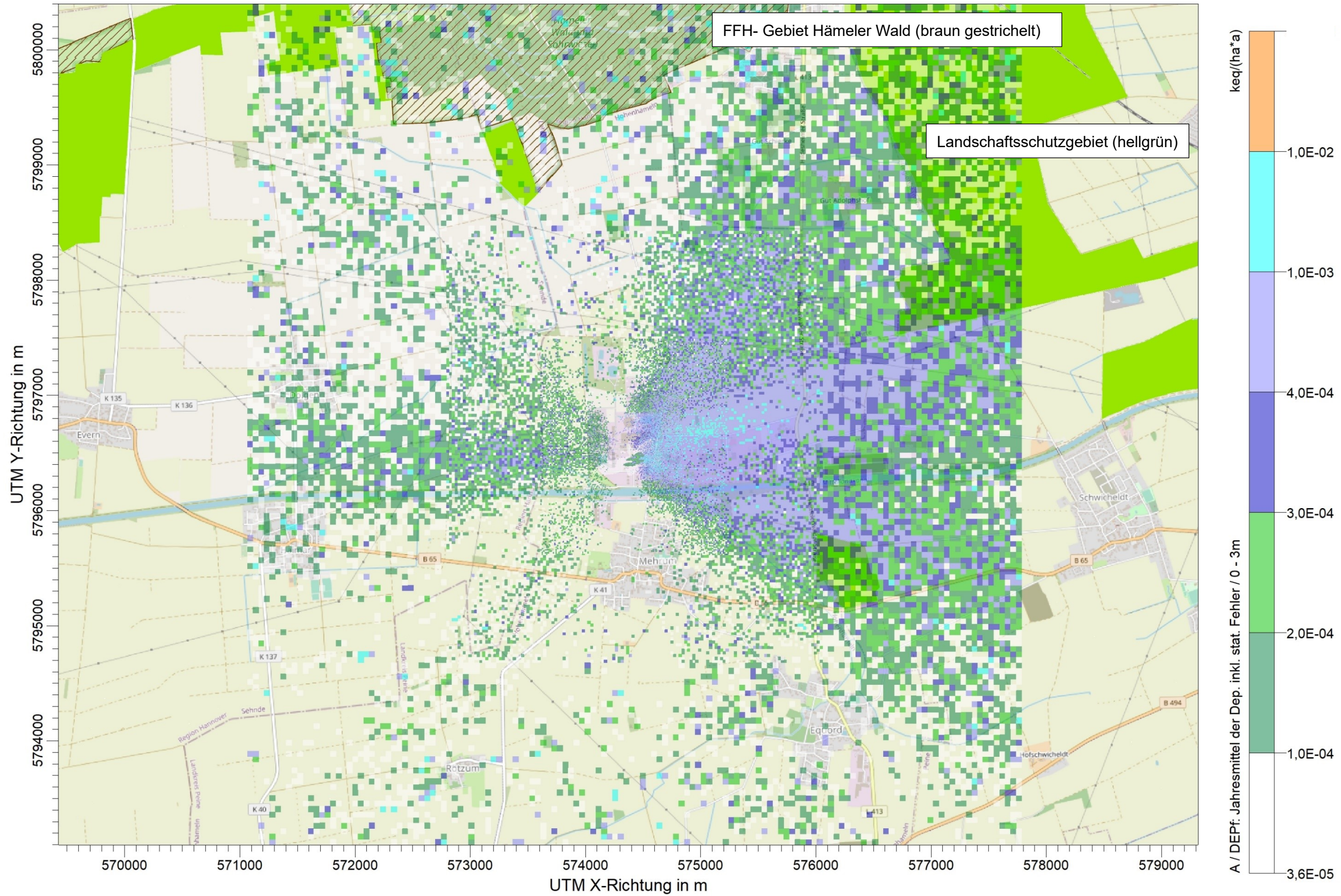


Abbildung 9-4: Jahresmittelwert der Immissionszusatzbelastung von Säureäquivalente durch das Gaskraftwerk Mehrum – Variante 2 in keq/(ha*a)



10 Anhang 1: Protokolldateien

Lasat-Eingabedatei

Die in der Stellungnahme enthaltenen Ergebnisse resultieren aus mehreren Berechnungsläufen der folgende Input-File gibt die Eingabedatei für die Variante 1 und Variante 2 wieder.

(Fluor (f) entspricht der CO-Emissionen und XX entspricht der Formaldehyd-Emission)

Variante 1

```

2023-08-02 17:19:49 -----
TalServer:D:/Projekte_R/IPG_2023/DHerzig/Kraftwerk_Mehrum/11_UTM_Variante_1_20230802/

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

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_R/IPG_2023/DHerzig/Kraftwerk_Mehrum/11_UTM_Variante_1_20230802

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
Das Programm läuft auf dem Rechner "H02TNUTS".

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "11" 'Projekt-Titel
> ux 32574400 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5796500 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50 'Rauigkeitslänge
> qs 1 'Qualitätsstufe
> az "..\Braunschweig1415.akt" 'AKT-Datei
> xa -2254.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 2003.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 3.0 6.0 12.0 24.0 48.0 'Zellengröße (m)
> x0 -214.0 -394.0 -814.0 -1654.0 -3334.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 160 140 140 140 140 'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -247.0 -427.0 -907.0 -1867.0 -3787.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 200 160 160 160 160 'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 52 52 52 52 52 'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0
60.0 63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 78.0 81.0 84.0 87.0 90.0 93.0 96.0 99.0 102.0 105.0 108.0 111.0 114.0
117.0 120.0 140.0 180.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq 82.06 33.66 -74.64 81.31
> yq -152.64 -94.29 3.23 -88.68
> hq 68.00 62.00 41.00 68.00
> aq 0.00 0.00 0.00 0.00
> bq 0.00 0.00 0.00 0.00
> cq 0.00 0.00 0.00 0.00
> wq 0.00 0.00 0.00 0.00
> dq 12.00 1.60 2.40 12.00
> vq 14.70 11.40 15.00 39.30
> tq 82.00 130.00 250.00 677.00
> lq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> rq 0.00 0.00 0.00 0.00
> zq 0.0650 0.0450 0.0410 0.0650
> sq 0.00 0.00 0.00 0.00
> so2 0 ? 0
> no ? ? ?
> no2 ? ? ?
> nox ? ? ?
> f ? ? ?
> nh3 ? 0 0 ?
> xx ? 0 ? ?

```

```

> pm-2 0      ?      ?      0
> pm25-1 0    ?      ?      0
> xp 292.10   1524.87  1285.72  2398.34  321.96  955.03
> yp -580.89  980.85   1659.64  2539.03  -89.83  33.47
> hp 1.50     1.50     1.50     1.50     1.50    1.50
> xb -89.00   -61.39   -97.01   -91.43   3.31    63.32    72.37   -78.37
24.25        -23.79   -1.87    38.70
> yb -17.25   -7.27    -18.13   -160.28  -108.16  -161.97  -106.66  -1.08
-98.62       -82.51   -29.63   -70.25
> ab 10.65    17.85    9.24     44.18    39.60    38.15    18.61    6.96
14.29        61.92    97.82    63.11
> bb 52.90    43.44    49.81    133.19   51.68    54.55    36.51    7.71
16.59        52.45    21.26    40.98
> cb 8.00     12.00    15.00    23.00    12.00    58.00    58.00    8.00
12.00        33.00    25.00    28.50
> wb 0.69     0.41     271.57   0.98     270.49   0.68     0.52     0.00
1.19         0.36     0.46     0.72
===== Ende der Eingabe =====

```

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

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 58.0 m.
 Die Zeitreihen-Datei
 "D:/Projekte_R/IPG_2023/DHerzig/Kraftwerk_Mehrum/11_UTM_Variante_1_20230802/zeitreihe.dmna" wird
 verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=18.7 m verwendet.
 Die Angabe "az ..\Braunschweig1415.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES 09fda7b3
 Gesamtniederschlag 758 mm in 823 h.

===== Übergabe an LASAT 03.08.2023 8:02:00,39 =====

...

```

WLB: adding 0.4907*('2025', 2.14, 250.0) and 1.1482*('2024', 2.14, 240.0) to (3.50, 243.0)
WLB: adding 0.4907*('2025', 2.14, 250.0) and 1.1482*('2024', 2.14, 240.0) to (3.50, 243.0)
Total Emissions:
  gas.so2 : 5.890163e+05 g
  gas.nox : 7.757526e+08 g
  gas.no2 : 1.540574e+08 g
  gas.no  : 4.044400e+08 g
  gas.nh3 : 1.675602e+08 g
  gas.f   : 3.373944e+09 g
  gas.pm-2 : 1.534105e+06 g
  gas.pm25-1 : 6.577751e+05 g
  gas.xx  : 1.697897e+08 g
2023-08-03 07:58:56 program lasat finished
2023-08-03 07:58:56 =====

```

===== Konvertieren der Ergebnisse LASAT nach AUSTAL =====

2023-08-03 08:01:59 LOPREP_1.1.10

Result evaluation for "."
 =====

```

DEP: Annual/long-time mean of total depositon
DRY: Annual/long-time mean of dry depositon
WET: Annual/long-time mean of wet depositon
Y00: Annual/long-time mean of concentration/odor hour frequency
Dnn: Maximum daily mean of concentration exceeded nn times
Hnn: Maximum hourly mean of concentration exceeded nn times

```

Maxima, deposition

NH3	DEP	364.5008	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	at x= 85 m, y= -153 m (1:100, 32)
NH3	DRY	0.1608	kg/(ha*a)	(+/- 38.1%)	at x= 163 m, y= -93 m (1:126, 52)
NH3	WET	364.5008	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	at x= 85 m, y= -153 m (1:100, 32)
NO	DEP	0.0583	kg/(ha*a)	(+/- 18.2%)	at x= 238 m, y= -24 m (1:151, 75)
NO	DRY	0.0583	kg/(ha*a)	(+/- 18.2%)	at x= 238 m, y= -24 m (1:151, 75)
NO	WET	0.0000	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	
NO2	DEP	0.2469	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	at x= 85 m, y= -153 m (1:100, 32)
NO2	DRY	0.1271	kg/(ha*a)	(+/- 19.9%)	at x= 238 m, y= -24 m (1:151, 75)
NO2	WET	0.2469	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	at x= 85 m, y= -153 m (1:100, 32)
PM	DEP	0.0008	g/(m²*d)	(+/- 0.1%)	at x= 37 m, y= -93 m (1: 84, 52)
PM	DRY	0.0000	g/(m²*d)	(+/- 16.9%)	
PM	WET	0.0008	g/(m²*d)	(+/- 0.1%)	at x= 37 m, y= -93 m (1: 84, 52)
SO2	DEP	0.2385	kg/(ha*a)	(+/- 0.1%)	at x= 37 m, y= -93 m (1: 84, 52)
SO2	DRY	0.0459	kg/(ha*a)	(+/- 9.6%)	at x= 13 m, y= -99 m (1: 76, 50)
SO2	WET	0.2385	kg/(ha*a)	(+/- 0.1%)	at x= 37 m, y= -93 m (1: 84, 52)
XX	DEP	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)	
XX	DRY	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)	
XX	WET	0.000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0.0%)	

Maxima, concentration at z=1.5 m

F	Y00	0.901	µg/m³	(+/- 32.8%)	at x= 2738 m, y= 2621 m (5:127,134)
NH3	Y00	0.03	µg/m³	(+/- 29.5%)	at x= 100 m, y= -75 m (1:105, 58)
NO	Y00	0.3	µg/m³	(+/- 11.9%)	at x= 109 m, y= -132 m (1:108, 39)
NO2	Y00	0.1	µg/m³	(+/- 69.9%)	at x= -117 m, y= -66 m (1: 33, 61)
NO2	H00	798	µg/m³	(+/- 99.9%)	at x= -268 m, y= -829 m (3: 46, 7)
NO2	H18	17	µg/m³	(+/- 99.9%)	at x= 133 m, y= -105 m (1:116, 48)
NOX	Y00	0.5	µg/m³	(+/- 11.5%)	at x= 103 m, y= -81 m (1:106, 56)
PM	Y00	0.0	µg/m³	(+/- 9.4%)	
PM	D00	1.5	µg/m³	(+/- 28.9%)	at x= 214 m, y= 85 m (1:143,111)
PM	D35	0.1	µg/m³	(+/- 54.5%)	at x= 52 m, y= -93 m (1: 89, 52)
PM25	Y00	0.0	µg/m³	(+/- 9.4%)	
SO2	Y00	0.0	µg/m³	(+/- 9.5%)	
SO2	D00	1	µg/m³	(+/- 16.1%)	at x= -90 m, y= -171 m (1: 42, 26)
SO2	D03	0	µg/m³	(+/- 38.7%)	
SO2	H00	7	µg/m³	(+/- 99.9%)	at x= -108 m, y= 91 m (1: 36,113)
SO2	H24	1	µg/m³	(+/- 60.1%)	at x= -207 m, y= -237 m (1: 3, 4)
XX	Y00	5.862e-08	g/m³	(+/- 19.7%)	at x= 130 m, y= -102 m (1:115, 49)

Evaluation for monitor points: Additional load

POINT		01	02	03	
xp		292	1525	1286	
yp		-581	981	1660	
hp		1.5	1.5	1.5	
F	Y00	0.013 25.6%	0.070 24.2%	0.105 34.6%	µg/m³
NH3	DEP	0.4455 1.4%	0.4433 1.3%	0.2754 4.3%	kg/(ha*a)
NH3	DRY	0.0000 0.0%	0.0000 0.0%	0.0168 67.4%	kg/(ha*a)
NH3	WET	0.4455 1.4%	0.4433 1.3%	0.2586 1.5%	kg/(ha*a)
NH3	Y00	0.00 0.0%	0.00 85.6%	0.00 53.7%	µg/m³
NO	DEP	0.0011 39.6%	0.0051 22.3%	0.0053 27.1%	kg/(ha*a)
NO	DRY	0.0011 39.6%	0.0051 22.3%	0.0053 27.1%	kg/(ha*a)
NO	WET	0.0000 0.0%	0.0000 0.0%	0.0000 0.0%	kg/(ha*a)
NO	Y00	0.0 29.5%	0.0 19.3%	0.0 19.1%	µg/m³
NO2	DEP	0.0024 39.9%	0.0118 25.9%	0.0149 31.8%	kg/(ha*a)
NO2	DRY	0.0019 49.8%	0.0114 27.0%	0.0146 32.4%	kg/(ha*a)
NO2	WET	0.0005 1.8%	0.0005 1.8%	0.0003 2.5%	kg/(ha*a)
NO2	Y00	0.0 38.6%	0.0 23.0%	0.0 24.6%	µg/m³
NO2	H00	7 99.9%	25 81.0%	17 99.9%	µg/m³
NO2	H18	0 99.9%	1 99.9%	1 99.9%	µg/m³
NOX	Y00	0.0 30.8%	0.1 20.3%	0.1 19.7%	µg/m³
PM	DEP	0.0000 7.5%	0.0000 10.1%	0.0000 13.5%	g/(m²*d)
PM	DRY	0.0000 32.5%	0.0000 14.2%	0.0000 18.8%	g/(m²*d)
PM	WET	0.0000 1.5%	0.0000 2.0%	0.0000 2.7%	g/(m²*d)
PM	Y00	0.0 20.8%	0.0 11.5%	0.0 14.8%	µg/m³
PM	D00	0.0 35.0%	0.1 63.4%	0.1 32.0%	µg/m³
PM	D35	0.0 0.0%	0.0 99.9%	0.0 99.9%	µg/m³

PM25	Y00	0.0	23.4%	0.0	12.4%	0.0	14.4%	µg/m ³
SO2	DEP	0.0018	21.3%	0.0042	13.2%	0.0030	18.1%	kg/(ha*a)
SO2	DRY	0.0011	34.2%	0.0040	14.0%	0.0028	19.3%	kg/(ha*a)
SO2	WET	0.0007	1.6%	0.0002	2.1%	0.0002	3.1%	kg/(ha*a)
SO2	Y00	0.0	21.1%	0.0	10.2%	0.0	14.0%	µg/m ³
SO2	D00	0	35.0%	0	37.7%	0	59.5%	µg/m ³
SO2	D03	0	53.7%	0	41.8%	0	52.1%	µg/m ³
SO2	H00	1	39.3%	0	51.2%	1	66.4%	µg/m ³
SO2	H24	0	0.0%	0	67.3%	0	99.9%	µg/m ³
XX	DEP	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	DRY	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	WET	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	Y00	5.823e-10	77.8%	5.145e-09	33.8%	6.094e-09	33.8%	g/m ³

POINT	04	05	06
xp	2398	322	955
yp	2539	-90	34
hp	1.5	1.5	1.5

F	Y00	0.406	34.2%	0.447	13.1%	0.303	18.0%	µg/m ³
NH3	DEP	0.2316	8.7%	4.1830	0.5%	1.1217	1.0%	kg/(ha*a)
NH3	DRY	0.0537	37.0%	0.0341	42.1%	0.0130	71.3%	kg/(ha*a)
NH3	WET	0.1779	1.8%	4.1489	0.3%	1.1088	0.6%	kg/(ha*a)
NH3	Y00	0.02	38.9%	0.01	25.2%	0.01	29.3%	µg/m ³
NO	DEP	0.0073	27.9%	0.0315	12.8%	0.0142	14.3%	kg/(ha*a)
NO	DRY	0.0073	27.9%	0.0315	12.8%	0.0142	14.3%	kg/(ha*a)
NO	WET	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	kg/(ha*a)
NO	Y00	0.0	26.3%	0.2	8.8%	0.1	11.0%	µg/m ³
NO2	DEP	0.0363	32.5%	0.0656	14.8%	0.0300	16.6%	kg/(ha*a)
NO2	DRY	0.0360	32.7%	0.0625	15.5%	0.0291	17.1%	kg/(ha*a)
NO2	WET	0.0002	3.3%	0.0030	0.5%	0.0009	0.8%	kg/(ha*a)
NO2	Y00	0.0	32.0%	0.1	10.6%	0.0	13.2%	µg/m ³
NO2	H00	72	99.9%	28	61.4%	30	66.9%	µg/m ³
NO2	H18	1	99.9%	9	40.4%	4	83.3%	µg/m ³
NOX	Y00	0.1	27.8%	0.3	9.1%	0.2	11.4%	µg/m ³
PM	DEP	0.0000	13.1%	0.0000	5.1%	0.0000	5.8%	g/(m ² *d)
PM	DRY	0.0000	18.6%	0.0000	9.0%	0.0000	9.6%	g/(m ² *d)
PM	WET	0.0000	3.6%	0.0000	0.8%	0.0000	1.1%	g/(m ² *d)
PM	Y00	0.0	14.6%	0.0	6.3%	0.0	7.6%	µg/m ³
PM	D00	0.1	71.4%	0.4	28.1%	0.2	33.8%	µg/m ³
PM	D35	0.0	70.4%	0.0	56.8%	0.0	78.0%	µg/m ³
PM25	Y00	0.0	14.4%	0.0	6.3%	0.0	7.5%	µg/m ³
SO2	DEP	0.0019	15.9%	0.0222	6.8%	0.0101	7.8%	kg/(ha*a)
SO2	DRY	0.0018	16.8%	0.0199	7.6%	0.0091	8.6%	kg/(ha*a)
SO2	WET	0.0001	5.1%	0.0023	0.9%	0.0010	1.5%	kg/(ha*a)
SO2	Y00	0.0	12.9%	0.0	5.4%	0.0	6.3%	µg/m ³
SO2	D00	0	35.4%	0	23.8%	0	26.1%	µg/m ³
SO2	D03	0	69.6%	0	21.3%	0	27.2%	µg/m ³
SO2	H00	0	62.3%	1	56.5%	1	57.4%	µg/m ³
SO2	H24	0	67.5%	0	99.9%	0	52.9%	µg/m ³
XX	DEP	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	DRY	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	WET	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	Y00	2.023e-08	34.5%	3.403e-08	12.9%	1.901e-08	17.8%	g/m ³

Berechnung beendet: 03.08.2023 8:02:04,40

Variante 2

2023-08-02 18:44:47 -----
 TalServer:D:/Projekte_R/IPG_2023/DHerzig/Kraftwerk_Mehrum/10_UTM_Variante_2_20230802/

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

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_R/IPG_2023/DHerzig/Kraftwerk_Mehrum/10_UTM_Variante_2_20230802

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
 Das Programm läuft auf dem Rechner "H02TNUTS".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "10" 'Projekt-Titel
> ux 32574400 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5796500 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50 'Rauigkeitslänge
> qs 1 'Qualitätsstufe
> az "..\Braunschweig1415.akt" 'AKT-Datei
> xa -2254.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 2003.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 3.0 6.0 12.0 24.0 48.0 'Zellengröße (m)
> x0 -214.0 -394.0 -814.0 -1654.0 -3334.0 'x-Koordinate der 1.u. Ecke
des Gitters
> nx 160 140 140 140 140 'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -247.0 -427.0 -907.0 -1867.0 -3787.0 'y-Koordinate der 1.u. Ecke
des Gitters
> ny 200 160 160 160 160 'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 46 46 46 46 46 'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0
60.0 63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 78.0 81.0 84.0 87.0 90.0 93.0 96.0 99.0 102.0 111.0 125.0 150.0 200.0
300.0 400.0 500.0 600.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq -74.64 21.74 22.52
> yq 3.23 -39.79 -82.38
> hq 42.00 29.00 29.00
> aq 0.00 0.00 0.00
> bq 0.00 0.00 0.00
> cq 0.00 0.00 0.00
> wq 0.00 0.00 0.00
> dq 2.40 18.00 18.00
> vq 15.00 12.90 12.90
> tq 250.00 610.00 610.00
> lq 0.0000 0.0000 0.0000
> rq 0.00 0.00 0.00
> zq 0.0410 0.0650 0.0650
> sq 0.00 0.00 0.00
> no ? ? ?
> no2 ? ? ?
> nox ? ? ?
> f ? ? ?
> nh3 0 0 0
> xx ? ? ?
> pm-2 ? 0 0
> pm25-1 ? 0 0
> xp 294.09 1524.87 1285.72 2398.34 259.05 96.95 2338.32
> yp -581.17 980.85 1659.64 2539.03 -141.28 3307.66 1022.60
> hp 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
> xb 17.54 17.75 38.22 53.06 60.82 61.04 61.24 61.03
> yb -50.86 -94.00 -92.50 -91.82 -31.41 -46.84 -74.34 -89.99
> ab 19.29 20.20 15.29 8.19 50.43 16.39 50.43 16.93
> bb 17.10 17.29 87.89 87.91 16.40 15.27 16.39 15.47
> cb 15.00 15.00 23.50 12.50 12.00 12.50 12.00 12.50
> wb 0.54 0.00 1.36 0.96 1.03 1.27 1.24 1.23
===== Ende der Eingabe =====
  
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 23.5 m.

Die Zeitreihen-Datei

"D:/Projekte_R/IPG_2023/DHerzig/Kraftwerk_Mehrum/10_UTM_Variante_2_20230802/zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=18.7 m verwendet.

Die Angabe "az ..\Braunschweig1415.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES 117a0c81
 Gesamtniederschlag 758 mm in 823 h.

==== Übergabe an LASAT 03.08.2023 9:03:46,22 =====

...

WLB: adding 0.4907*('2025', 2.14, 250.0) and 1.1482*('2024', 2.14, 240.0) to (3.50, 243.0)

WLB: adding 0.4907*('2025', 2.14, 250.0) and 1.1482*('2024', 2.14, 240.0) to (3.50, 243.0)

WLB: adding 0.4907*('2025', 2.14, 250.0) and 1.1482*('2024', 2.14, 240.0) to (3.50, 243.0)

Total Emissions:

gas.nox : 4.472096e+08 g
 gas.no2 : 8.942881e+07 g
 gas.no : 2.337772e+08 g
 gas.nh3 : 0.000000e+00 g
 gas.f : 1.235717e+09 g
 gas.pm-2 : 5.202662e+05 g
 gas.pm25-1 : 2.229552e+05 g
 gas.xx : 6.345144e+07 g

2023-08-03 09:01:18 program lasat finished

2023-08-03 09:01:18 =====

==== Konvertieren der Ergebnisse LASAT nach AUSTAL =====

2023-08-03 09:03:45 LOPREP_1.1.10

Result evaluation for "."

=====

DEP: Annual/long-time mean of total depositon
 DRY: Annual/long-time mean of dry depositon
 WET: Annual/long-time mean of wet depositon
 Y00: Annual/long-time mean of concentration/odor hour frequency
 Dnn: Maximum daily mean of concentration exceeded nn times
 Hnn: Maximum hourly mean of concentration exceeded nn times

Maxima, deposition

NH3 DEP 0.0000 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)
 NH3 DRY 0.0000 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)
 NH3 WET 0.0000 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)
 NO DEP 0.0260 kg/(ha*a) (+/- 51.6%) at x= 217 m, y= -3 m (1:144, 82)
 NO DRY 0.0260 kg/(ha*a) (+/- 51.6%) at x= 217 m, y= -3 m (1:144, 82)
 NO WET 0.0000 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)
 NO2 DEP 0.1641 kg/(ha*a) (+/- 99.0%) at x=-2110 m, y= 2045 m (5: 26,122)
 NO2 DRY 0.1641 kg/(ha*a) (+/- 99.0%) at x=-2110 m, y= 2045 m (5: 26,122)
 NO2 WET 0.1123 kg/(ha*a) (+/- 0.2%) at x= 22 m, y= -39 m (1: 79, 70)
 PM DEP 0.0005 g/(m²*d) (+/- 0.3%) at x= -75 m, y= 4 m (1: 47, 84)
 PM DRY 0.0000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
 PM WET 0.0005 g/(m²*d) (+/- 0.3%) at x= -75 m, y= 4 m (1: 47, 84)
 XX DEP 0.000e+00 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
 XX DRY 0.000e+00 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
 XX WET 0.000e+00 g/(m²*d) (+/- 0.0%)

=====

Maxima, concentration at z=1.5 m

F	Y00	0.545 µg/m³	(+/- 97.2%)	at x= 326 m, y= 1313 m	(4: 83,133)
NH3	Y00	0.00 µg/m³	(+/- 0.0%)		
NO	Y00	0.1 µg/m³	(+/- 35.1%)	at x= 64 m, y= -54 m	(1: 93, 65)
NO2	Y00	0.1 µg/m³	(+/- 99.8%)	at x=-1522 m, y=-1447 m	(4: 6, 18)
NO2	H00	665 µg/m³	(+/- 99.9%)	at x= 326 m, y= 1313 m	(4: 83,133)
NO2	H18	7 µg/m³	(+/- 66.2%)	at x= 524 m, y= 155 m	(3:112, 89)
NOX	Y00	0.2 µg/m³	(+/- 62.0%)	at x= 79 m, y= -75 m	(1: 98, 58)
PM	Y00	0.0 µg/m³	(+/- 0.0%)		
PM	D00	0.9 µg/m³	(+/- 99.9%)	at x= 79 m, y= -75 m	(1: 98, 58)
PM	D35	0.0 µg/m³	(+/- 0.0%)		
PM25	Y00	0.0 µg/m³	(+/- 0.0%)		
XX	Y00	2.953e-08 g/m³	(+/- 89.8%)	at x= 326 m, y= 1313 m	(4: 83,133)

Evaluation for monitor points: Additional load

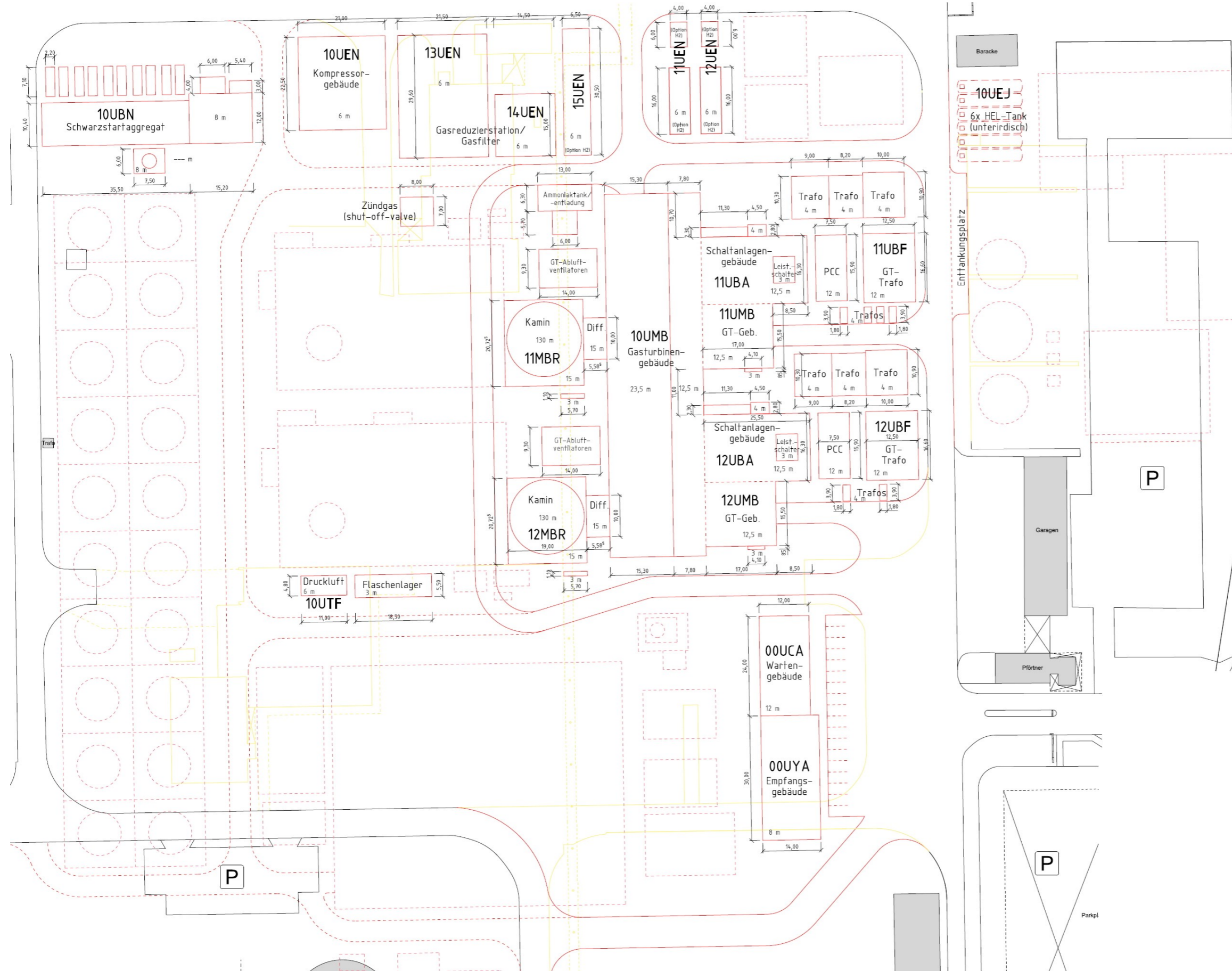
POINT		01		02		03	
xp		294		1525		1286	
yp		-581		981		1660	
hp		1.5		1.5		1.5	
F	Y00	0.001	99.9%	0.012	41.0%	0.014	41.0%
NH3	DEP	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NH3	DRY	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NH3	WET	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NH3	Y00	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
NO	DEP	0.0000	0.0%	0.0019	48.1%	0.0017	51.5%
NO	DRY	0.0000	0.0%	0.0019	48.1%	0.0017	51.5%
NO	WET	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NO	Y00	0.0	99.9%	0.0	40.8%	0.0	40.9%
NO2	DEP	0.0002	2.1%	0.0054	45.8%	0.0048	50.5%
NO2	DRY	0.0000	0.0%	0.0051	48.2%	0.0047	51.6%
NO2	WET	0.0002	2.1%	0.0003	2.1%	0.0001	2.9%
NO2	Y00	0.0	99.9%	0.0	40.8%	0.0	41.3%
NO2	H00	2	99.9%	11	93.2%	14	87.3%
NO2	H18	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
NOX	Y00	0.0	99.9%	0.0	40.9%	0.0	41.0%
PM	DEP	0.0000	99.9%	0.0000	37.4%	0.0000	37.6%
PM	DRY	0.0000	0.0%	0.0000	48.0%	0.0000	50.5%
PM	WET	0.0000	99.9%	0.0000	7.8%	0.0000	6.7%
PM	Y00	0.0	99.9%	0.0	39.7%	0.0	40.8%
PM	D00	0.0	99.9%	0.1	78.4%	0.1	46.7%
PM	D35	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%
PM25	Y00	0.0	99.9%	0.0	40.4%	0.0	40.9%
XX	DEP	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%
XX	DRY	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%
XX	WET	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%
XX	Y00	1.041e-10	99.9%	2.298e-09	40.9%	2.886e-09	41.0%
POINT		04		05		06	
xp		2398		259		97	
yp		2539		-141		3308	
hp		1.5		1.5		1.5	
F	Y00	0.005	48.6%	0.040	24.9%	0.000	0.0%
NH3	DEP	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NH3	DRY	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NH3	WET	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NH3	Y00	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
NO	DEP	0.0005	77.3%	0.0074	61.5%	0.0000	0.0%
NO	DRY	0.0005	77.3%	0.0074	61.5%	0.0000	0.0%
NO	WET	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%	0.0000	0.0%
NO	Y00	0.0	48.0%	0.0	24.8%	0.0	0.0%
NO2	DEP	0.0022	72.4%	0.0190	57.9%	0.0000	9.2%
NO2	DRY	0.0021	75.8%	0.0179	61.5%	0.0000	0.0%
NO2	WET	0.0001	3.4%	0.0011	1.4%	0.0000	9.2%
NO2	Y00	0.0	50.6%	0.0	24.9%	0.0	0.0%
NO2	H00	9	99.9%	22	74.3%	0	0.0%
NO2	H18	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
NOX	Y00	0.0	48.6%	0.1	24.9%	0.0	0.0%

PM	DEP	0.0000	45.0%	0.0000	26.9%	0.0000	38.8%	g/(m ² *d)
PM	DRY	0.0000	75.9%	0.0000	62.5%	0.0000	0.0%	g/(m ² *d)
PM	WET	0.0000	6.0%	0.0000	2.2%	0.0000	38.8%	g/(m ² *d)
PM	Y00	0.0	49.1%	0.0	24.6%	0.0	0.0%	µg/m ³
PM	D00	0.0	99.9%	0.1	49.1%	0.0	0.0%	µg/m ³
PM	D35	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	µg/m ³
PM25	Y00	0.0	48.7%	0.0	24.8%	0.0	0.0%	µg/m ³
XX	DEP	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	DRY	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	WET	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	Y00	1.086e-09	48.6%	8.033e-09	24.9%	0.000e+00	0.0%	g/m ³

```
=====
POINT                07
xp                   2338
yp                   1023
hp                    1.5
-----+-----
```

F	Y00	0.014	33.6%	µg/m ³
NH3	DEP	0.0000	0.0%	kg/(ha*a)
NH3	DRY	0.0000	0.0%	kg/(ha*a)
NH3	WET	0.0000	0.0%	kg/(ha*a)
NH3	Y00	0.00	0.0%	µg/m ³
NO	DEP	0.0020	38.1%	kg/(ha*a)
NO	DRY	0.0020	38.1%	kg/(ha*a)
NO	WET	0.0000	0.0%	kg/(ha*a)
NO	Y00	0.0	32.8%	µg/m ³
NO2	DEP	0.0067	40.3%	kg/(ha*a)
NO2	DRY	0.0065	41.5%	kg/(ha*a)
NO2	WET	0.0002	2.1%	kg/(ha*a)
NO2	Y00	0.0	35.2%	µg/m ³
NO2	H00	14	99.9%	µg/m ³
NO2	H18	0	0.0%	µg/m ³
NOX	Y00	0.0	33.3%	µg/m ³
PM	DEP	0.0000	26.1%	g/(m ² *d)
PM	DRY	0.0000	37.5%	g/(m ² *d)
PM	WET	0.0000	3.6%	g/(m ² *d)
PM	Y00	0.0	31.9%	µg/m ³
PM	D00	0.1	49.8%	µg/m ³
PM	D35	0.0	0.0%	µg/m ³
PM25	Y00	0.0	31.9%	µg/m ³
XX	DEP	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	DRY	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	WET	0.000e+00	0.0%	g/(m ² *d)
XX	Y00	2.856e-09	33.4%	g/m ³

```
=====
Berechnung beendet: 03.08.2023 9:03:51,57
```

Unterlagen und Literatur

- /1/ Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021
- /2/ VDI-Richtlinie 3787 Blatt 9: Umweltmeteorologie, Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen. Düsseldorf, Dezember 2008.
- /3/ Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, (RL (EU) 2015/1480 - ABI. Nr. L 226 vom 29.08.2015 S. 4, ber. 2019 L 72 S. 141, ber. 2020 L 94 S. 53)
- /4/ 39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065).
- /5/ 13. BImSchV - Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, vom 2. Mai 2013, letzmalig geändert BGBl. I Nr. 79 vom 22.12.2017 S. 4007
- /6/ VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4, Ableitbedingungen für Abgase, Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, Juli 2017
- /7/ VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3, Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre, Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, Dezember 2019
- /8/ BESTAL: Rechenprogramme Besmin und Besmax, Version 1.0.1 vom 21.10.2021, Download | Umweltbundesamt
- /9/ VDI-Richtlinie 3781, Blatt 2 Schornsteinhöhen unter Berücksichtigung unebener Geländeformen, August 1981
- /10/ VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4, Ableitbedingungen für Abgase, Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, Juli 2017
- /11/ VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell, September 2000
- /12/ IfU GmbH; Bestimmung eines repräsentativen Jahres nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft für die DWD-Station Braunschweig, 05. August 2020
- /13/ VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie, Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. Düsseldorf, Januar 2010.