

**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D - 01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0

Telefax: +49 (0) 351 / 8 39 14 59

E-Mail: [info.dd@lohmeyer.de](mailto:info.dd@lohmeyer.de)

URL: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

Büroleiter: Dr. rer. nat. Ingo Düring

**bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG  
für den Aufgabenbereich O - Gerüche**

## **IMMISSIONSPROGNOSE**

### **ERWEITERUNG HEIZKRAFTWERK INDUSTRIEPARK HÖCHST**

Auftraggeber: Infraserv GmbH & Co. Höchst KG  
Industriepark Höchst  
65926 Frankfurt am Main

*Antje Moldenhauer*  
Dipl.-Met. A. Moldenhauer

*I. Düring*  
Dr. rer. nat. I. Düring

Juli 2019  
Projekt 71614-18-03  
Berichtsumfang 135 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN</b> .....	<b>1</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>2 AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE</b> .....	<b>7</b>
<b>4 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN</b> .....	<b>8</b>
4.1 Zusammenfassung der Grenzwerte.....	8
4.2 Einhaltung der Immissionswerte .....	9
4.2.1 Immissions-Jahreswert.....	9
4.2.2 Immissions-Tageswert.....	9
4.2.3 Immissions-Stundenwert .....	9
4.3 Irrelevanzschwellen für die Zusatzbelastung nach TA Luft.....	10
<b>5 EINGANGSDATEN</b> .....	<b>12</b>
5.1 Örtliche Verhältnisse.....	12
5.1.1 Lage des Untersuchungsgebiets und der Anlage .....	12
5.1.2 Relief der Umgebung.....	14
5.1.3 Nutzungsstruktur in der Umgebung .....	15
5.1.4 Erkenntnisse aus dem Ortstermin .....	18
5.2 Vorbelastungssituation .....	18
5.3 Meteorologische Daten .....	18
5.3.1 Räumliche Repräsentanz .....	19
5.3.2 Zeitliche Repräsentanz.....	21
5.3.3 Thermische Windsysteme .....	22
5.4 Anlagenbeschreibung / Beschreibung der Emittentenstruktur .....	22
5.4.1 Bestehende und geplante Anlage allgemein .....	22
5.4.2 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die vorhandene Anlage.....	25
5.4.3 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die geplante Anlage .....	29

<b>6</b>	<b>SCHORNSTEINHÖHENBESTIMMUNG</b>	<b>32</b>
6.1	Gesetzliche Grundlagen	32
6.1.1	Schornsteinhöhe nach TA Luft (2002) Nr. 5.5.3	32
6.1.2	Ermittlung der gebäudebedingten Schornsteinhöhe nach VDI 3781 Blatt 4	35
6.2	Festlegung der Schornsteinhöhen für die einzelnen Quellen	39
<b>7</b>	<b>QUELLEN UND EMISSIONEN</b>	<b>40</b>
7.1	Zusatzbelastung durch die geplante Anlage	40
7.1.1	Kategorisierung nach Quellgeometrie	40
7.1.2	Abgasfahnenüberhöhung	41
7.1.3	Quantifizierung der Emissionen für die geplante Anlage	42
7.1.4	Quantifizierung der Emissionen für die vorhandene Anlage	47
7.1.5	Zeitliche Charakteristik	47
7.1.6	Zusammenfassende Darstellung der Emissionen	47
<b>8</b>	<b>AUSBREITUNGSMODELLIERUNG</b>	<b>49</b>
8.1	Rechengebiet	49
8.1.1	Ausdehnung und räumliche Auflösung	49
8.1.2	Bodenrauigkeit des Geländes	49
8.2	Komplexes Gelände - Auswirkungen auf die Windfeldmodellierung	50
8.2.1	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	50
8.2.2	Berücksichtigung von Bebauung	52
8.2.3	Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell	53
8.3	Rechenparameter	54
8.3.1	Anemometerposition und Anemometerhöhe	54
8.3.2	Statistische Sicherheit	54
8.3.3	Depositionsgeschwindigkeiten	54
8.3.4	NO-NO <sub>2</sub> -Konversion	56
<b>9</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>57</b>
9.1	Staub	59

9.2 Stickstoffoxide.....	61
9.3 Schwefeldioxid.....	62
9.4 Stickstoffdeposition für Planfall 80 m.....	63
9.5 Säuredeposition für Planfall 80 m.....	65
9.6 Zusammenfassende Bewertung.....	68
<b>10 LITERATUR.....</b>	<b>70</b>
<b>A1 MATERIALIEN UND UNTERLAGEN.....</b>	<b>74</b>
<b>A2 QPR WIND.....</b>	<b>75</b>
<b>A3 LOG-DATEIEN DER RECHENLÄUFE AM BEISPIEL FÜR DEN PLANFALL 80 M.....</b>	<b>117</b>
<b>A4 GUTACHTEN DER SGS-TÜV SAAR GMBH (2019): PRÜFUNG VERHÄLTNIS NO/NO<sub>2</sub> IM ABGAS KESSEL 2 INFRASERV HÖCHST.....</b>	<b>124</b>

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### **Emission / Immission**

Als Emission bezeichnet man die von einem Emittenten ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Schadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist für die Immissionskonzentration  $\mu\text{g}$  Schadstoff pro  $\text{m}^3$  Luft und für die Deposition  $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$  bzw.  $\text{mg}/(\text{m}^2 \text{ d})$ .

### **Vorbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung**

Als Vorbelastung werden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des betrachteten Betriebs an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich durch den betrachteten Betrieb hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung.

### **Feinstaub / PM10 / PM2.5**

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröÙenselektierenden Luftenlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von  $10 \mu\text{m}$  bzw.  $2.5 \mu\text{m}$  eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

### **Gesamtstaub**

Staubpartikel aller Größenordnungen, die sich zunächst als Schwebstaub in der Luft halten und sich nicht sofort auf dem Boden niederschlagen. Teilweise auch abgekürzt als TSP (Total Suspended Particulates). PM10 ist ein Teil des Gesamtstaubs.

### **Staubdeposition**

Der Eintrag von Staubpartikeln aus der Atmosphäre in terrestrische und aquatische Ökosysteme. Grundsätzlich können Stoffeinträge aus der Atmosphäre durch sedimentierende und nicht sedimentierende Partikel erfolgen. Die betrachteten Stäube weisen in Abhängigkeit von ihrer Korngröße Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeiten auf.

**Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>)**

Gemäß TA Luft (2002) werden unter Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) die Summe aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) verstanden. Unmittelbare schädliche Wirkungen auf den Menschen bringt NO<sub>2</sub> mit sich.

NO<sub>2</sub> ist ein Reizgas, welches in hohen Konzentrationen die Schleimhäute schädigt.

Bei den Emissionen wird die Gesamtheit der NO<sub>x</sub>-Emission betrachtet. Diese besteht überwiegend aus NO-Emissionen und einem kleineren Anteil an direkten NO<sub>2</sub>-Emissionen. Auf dem Ausbreitungspfad wandelt sich emittiertes NO allmählich in NO<sub>2</sub> um.

**Deposition**

Unter atmosphärischer Deposition werden die Stoffflüsse aus der Erdatmosphäre auf die Erdoberfläche verstanden, das heißt der Austrag und die Ablagerung von gelösten, partikelgebundenen oder gasförmigen Luftinhaltsstoffen auf Oberflächen biotischer oder abiotischer Systeme.

Die atmosphärische Deposition ist ein komplexer, aus vielen Einzelmechanismen bestehender Vorgang. Größere Partikel und Tropfen folgen der Schwerkraft und sedimentieren. Kleinere schwebende Partikel werden mit den Turbulenzen der Luftströmungen auf Oberflächen abgelagert. Gase werden an feuchten Oberflächen gelöst oder von trockenen Oberflächen adsorbiert.

*Trockene atmosphärische Deposition* ist der Austrag von Substanzen durch feste Partikel und kleine flüssige Partikel (Nebel- und Wolkenröpfchen) sowie von Gasen aus der Atmosphäre einschließlich ihrer Ablage auf Akzeptoroberflächen. Der Vorgang des Austrags und der Ablage von Stoffen durch kleine flüssige Partikel (Tröpfchen) wird auch gesondert als feuchte atmosphärische Deposition bezeichnet. Nasse atmosphärische Deposition ist der Austrag von gelösten und ungelösten (an Partikeln haftenden) Substanzen durch wässrige Niederschläge wie Regen, Schnee und Hagel.

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Firma Infraserb GmbH & Co. Höchst KG betreibt im nördlichen Teil des Industrieparks Höchst ein Heizkraftwerk zur Versorgung der dort ansässigen industriellen Kunden mit thermischer Energie (Dampf) und elektrischer Energie (Strom). Infraserb Höchst plant in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Kraftwerk D 580 den Neubau von zwei erdgasbefeuerten Gasturbinen (GT-X7 und GT-X8) mit jeweils bis zu ca. 260 MW<sub>th</sub> Feuerungswärmeleistung (je bis zu 97 MW<sub>el</sub> elektrische Leistung) und zwei nachgeschalteten, mit Erdgas zusatzgefeuerten Abhitzedampferzeugern (AHDE). Der erzeugte Dampf wird über bestehende Dampfturbinen zur Stromerzeugung genutzt und anschließend in das bestehende Dampfnetz eingespeist.

Die neue Gasturbinenanlage (Gasturbinenneubau E536) wird als Nebenanlage des Heizkraftwerks errichtet und betrieben.

Für den Gasturbinenneubau E536 soll im Rahmen des Genehmigungsantrags eine Schornsteinhöhenbestimmung durchgeführt sowie eine Immissionsprognose für die Gesamtanlage Heizkraftwerk nach Erweiterung um den Gasturbinenneubau erstellt werden.

Die Schornsteinhöhenbestimmung betrifft die geplante Gasturbinenanlage mit Anfahr-, Dauerkaminen und Kaminen für die Notstromaggregate.

Die Immissionsprognose soll für die Luftschadstoffe Stickstoffoxide, Schwefeloxide, Staub und Ammoniak zum einen für zehn Quellen für den Betriebszustand des Heizkraftwerkes nach Inbetriebnahme der Gasturbinenanlage (ohne Kohle-Kessel) und zum anderen für ca. 12 Quellen für einen Übergangszustand während der Inbetriebnahmephase (Probebetrieb) der Gasturbinenanlage (mit Kohle-Kessel) erstellt werden. Die Betrachtung des Übergangszustandes erfolgt in einem separaten Gutachten. Hier wird der Fall nach vollständiger Inbetriebnahme der genannten geplanten Anlagen und Abschaltung der Kohlekessel betrachtet.

Des Weiteren sollen die Stickstoff- und Säureeinträge in umliegende FFH-Gebiete quantifiziert werden.

Bei der Immissionsprognose sind die Vorgaben und Anforderungen der TA Luft (2002) und der VDI 3783 Blatt 13 (VDI, 2010) zu beachten inkl. Gebäudeberücksichtigung und ggf. Gelände.

Betrachtet werden 2 Varianten:

- Planfall 51 m: Gesamtanlage nach Umsetzung der Planung mit Mindestschornsteinbauhöhen nach TA Luft für die neuen relevanten Schornsteine
- Planfall 80 m: Emission der Gesamtanlage nach Umsetzung der Planung mit einer Schornsteinbauhöhe für die relevanten neuen Quellen von 80 m

Als langjähriges repräsentatives Jahr wurde bei den meteorologischen Daten ein Schaltjahr ermittelt (2012). Aus diesem Grund wurden die Emissionszeitreihen ebenfalls für ein Schaltjahr bestimmt, um eine Übereinstimmung zwischen Meteorologie und Emissionszeitreihen zu erzielen.

### **Ergebnis:**

Die Zusatz-Immissionsbelastung der betrachteten relevanten Schadstoffe durch das erweiterte Heizkraftwerk der InfraserV inklusive der Neuanlage Gasturbine GTX7/8 im Planfall wird für beide betrachteten Varianten (Planfall 51 m und Planfall 80 m) als irrelevant im Sinne der TA Luft errechnet. Damit muss keine Erhebung des Beitrags durch andere Quellen erfolgen.

Höhere Quellhöhen führen zu einer Reduktion der maximalen Belastungen am Erdboden. Deshalb sind die berechneten Belastungen für den Planfall 80 m geringer als für den Planfall 51 m.

Aus Sicht des Fachgutachtens bestehen für den Teilbereich „Schadstoff-Immission“ keine Konflikte mit den einschlägigen Grenzwerten.

Eine Bewertung der Stickstoffdeposition und der Säure-Deposition erfolgt im vorgelegten Gutachten nicht. Die Rechenergebnisse wurden 1:1 an den Fachgutachter Bosch & Partner GmbH übergeben, der die Bewertung der FFH-Verträglichkeit übernimmt.

Die abschließende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse obliegt der genehmigenden Behörde.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Die Firma Infracorv GmbH & Co. Höchst KG betreibt im nördlichen Teil des Industrieparks Höchst ein Heizkraftwerk zur Versorgung der dort ansässigen industriellen Kunden mit thermischer Energie (Dampf) und elektrischer Energie (Strom). Das Heizkraftwerk ist wärmegeführt, d. h. die benötigte Dampfmenge im Industriepark regelt die Leistung des Kraftwerks. Die gleichzeitige Erzeugung von Kraft (Stromgenerator) und Wärme (Dampf) bezeichnet man als Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), wodurch der Brennstoff maximal genutzt wird.

Es werden dazu bereits drei moderne hocheffiziente Gasturbinen und mehrere Dampferzeuger betrieben, die mit Erdgas oder anderen Gasen, wie z. B. Wasserstoff, beheizt werden. Nachgeschaltete Dampfturbinen nutzen den erzeugten Hochdruckdampf zur Stromerzeugung. Der verbleibende Niederdruckdampf wird als Produktions- und Heizdampf im Industriepark genutzt.

Infracorv Höchst beabsichtigt nun mit einer KWK-Lösung (Kraft-Wärme-Kopplung) die Energieeffizienz weiter zu verbessern und die Stromerzeugung der Volatilität des Stromnetzes anzupassen.

Dazu soll in unmittelbarer Nähe zum Kraftwerk D 580 der Gasturbinenneubau E 536 entstehen, der aus zwei erdgasbefeuerten Gasturbinen (GT-X7 und GT-X8) mit jeweils bis zu ca. 260 MW<sub>th</sub> Feuerungswärmeleistung (je bis zu 97 MW<sub>el</sub> elektrische Leistung) und zwei nachgeschalteten, mit Erdgas zusatzgefeuerten Abhitzedampferzeugern (AHDE) besteht. Der erzeugte Dampf wird über bestehende Dampfturbinen zur Stromerzeugung genutzt und anschließend in das bestehende Dampfnetz eingespeist.

Die neue Gasturbinenanlage (Gasturbinenneubau E536) wird als Nebenanlage des Heizkraftwerks errichtet und betrieben.

Für den Gasturbinenneubau E536 soll im Rahmen des Genehmigungsantrags eine Schornsteinhöhenbestimmung durchgeführt sowie eine Immissionsprognose für die Gesamtanlage Heizkraftwerk nach Erweiterung um den Gasturbinenneubau erstellt werden.

Die Schornsteinhöhenbestimmung betrifft die geplante Gasturbinenanlage mit Anfahr-, Dauerkaminen und Kaminen für die Notstromaggregate.

Die Immissionsprognose soll für die Luftschadstoffe Stickstoffoxide, Schwefeloxide und Staub zum einen für zehn Quellen für den Betriebszustand des Heizkraftwerkes nach Inbe-

triebnahme der Gasturbinenanlage (ohne Kohle-Kessel) und zum anderen für ca. 12 Quellen für einen Übergangszustand während der Inbetriebnahmephase (Probetrieb) der Gasturbinenanlage (mit Kohle-Kessel) erstellt werden. Die Betrachtung des Übergangszustandes erfolgt in einem separaten Gutachten. Hier wird der Fall nach vollständiger Inbetriebnahme der genannten geplanten Anlagen und Abschaltung der Kohlekessel betrachtet.

Des Weiteren sollen die Stickstoff- und Säureeinträge in umliegende FFH-Gebiete quantifiziert werden. Deshalb ist zusätzlich noch die Ammoniak-Emission in die Betrachtungen einzubeziehen.

Bei der Immissionsprognose sind die Vorgaben und Anforderungen der TA Luft (2002) und der VDI 3783 Blatt 13 (VDI, 2010) zu beachten inkl. Gebäudeberücksichtigung und ggf. Gelände.

Es handelt sich bei der geplanten Anlage um eine Anlage der Ziffer 1.1 des Anhangs der 4.BImSchV (Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas durch den Einsatz von Brennstoffen in einer Verbrennungseinrichtung (wie Kraftwerk, Heizkraftwerk, Heizwerk, Gasturbinenanlage, Verbrennungsmotoranlage, sonstige Feuerungsanlage), einschließlich zugehöriger Dampfkessel, mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 Megawatt oder mehr.

Das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul, wurde am 27.03.2019, unter Aktenzeichen „Bestellung 4800551900-S01“ beauftragt, im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens ein Fachgutachten für die durch das geplante Vorhaben zu erwartenden Emissionen und Immissionen gemäß TA Luft zu erarbeiten.

Betrachtet werden 2 Varianten:

- Planfall 51 m: Gesamtanlage nach Umsetzung der Planung mit Mindestschornsteinbauhöhen nach TA Luft für die neuen relevanten Schornsteine
- Planfall 80 m: Emission der Gesamtanlage nach Umsetzung der Planung mit einer Schornsteinbauhöhe für die relevanten neuen Quellen von 80 m

### 3 VORGEHENSWEISE

Es wurde ein Ortstermin durchgeführt und Daten zum bestehenden und geplanten Anlagenbetrieb erhoben.

Die Emissionsbestimmung erfolgte unter Nutzung der einschlägigen Emissionsgrenzwerte.

Es erfolgte eine Immissionsprognose für Stickstoffoxide, Schwefeloxide, Staub und Ammoniak mit dem Lagrangeschen Ausbreitungsmodell LASAT, und zwar im AUSTAL2000-Modus und demnach kompatibel zum Anhang 3 der TA Luft (2002), unter Berücksichtigung der Standortbedingungen (Windverteilung, Relief und Gebäude). Hierzu wurden geeignete Winddaten für den Standort recherchiert.

Die Staubbelastungen sowie die Belastungen durch Schwefel- und Stickstoffdioxid wurden anhand der Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach Nr. 4.2.1 und den Vorgaben der Nr. 4.2.2 der TA Luft (2002) bewertet.

Des Weiteren sind die Einträge von Stickstoff und Säure in umliegende FFH-Gebiete zu berechnen, und zwar für den Planfall 80 m mit den tatsächlich geplanten Schornsteinhöhen. Dies erfolgte ebenfalls mit LASAT, und zwar im AUSTAL2000N-Modus.

## 4 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

### 4.1 Zusammenfassung der Grenzwerte

In **Tab. 4.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten Beurteilungswerte für die zu betrachtenden Schadstoffkomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <sub>2</sub>	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr, 99.8-Perzentil)
PM10	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
SO <sub>2</sub>	Grenzwert ab 2005	50	350 (Stundenmittel, max. 24 Überschreitungen/Jahr) 125 (Tagesmittel, max. 3 Überschreitungen/Jahr)
CO	8 h gleitender Wert ab 2005	-	10 mg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	-
Staubnieder-schlag	Grenzwert TA Luft	350 mg/(m <sup>2</sup> d)	-

Tab. 4.1: Beurteilungsmaßstäbe zum Schutz der menschlichen Gesundheit für ausgewählte Luftschadstoffe nach 39. BImSchV (2010) bzw. TA Luft (2002)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

## 4.2 Einhaltung der Immissionswerte

In der TA Luft ist unter Punkt 4.7 Folgendes formuliert:

### 4.2.1 Immissions-Jahreswert

Der für den jeweiligen Schadstoff angegebene Immissions-Jahreswert ist eingehalten, wenn die Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissions-Jahreswert ist.

### 4.2.2 Immissions-Tageswert

a) Der Immissions-Tageswert ist auf jeden Fall eingehalten, wenn die Kenngröße für die Vorbelastung IJV nicht höher ist als 90 vom Hundert des Immissions-Jahreswertes und wenn die Kenngröße ITV die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes zu maximal 80 vom Hundert erreicht und wenn sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte ITZ nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Tageswert (

Konzentration) und dem Immissions-Jahreswert entspricht.

b) Im Übrigen ist der Immissions-Tageswert eingehalten, wenn die Gesamtbelastung – ermittelt durch die Addition der Zusatzbelastung für das Jahr zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für den Tag - an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 24 Stunden ist oder eine Auswertung ergibt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit eingehalten ist, es sei denn, dass durch besondere Umstände des Einzelfalls, z. B. selten auftretende hohe Emissionen, eine abweichende Beurteilung geboten ist.

### 4.2.3 Immissions-Stundenwert

a) Der Immissions-Stundenwert ist auf jeden Fall eingehalten, wenn die Kenngröße für die Vorbelastung IJV nicht höher ist als 90 vom Hundert des Immissions-Jahreswertes und wenn die Kenngröße ISV die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Stundenwertes zu maximal 80 vom Hundert erreicht und wenn sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Stundenwerte ISZ nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Stundenwert (Konzentration) und dem Immissions-Jahreswert entspricht.

b) Im Übrigen ist der Immissions-Stundenwert eingehalten, wenn die Gesamtbelastung – ermittelt durch die Addition der Zusatzbelastung für das Jahr zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für die Stunde – an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 1 Stunde ist oder eine Auswertung ergibt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit eingehalten ist, es sei denn, dass durch besondere Umstände des Einzelfalls, z.B. selten auftretende hohe Emissionen, eine abweichende Beurteilung geboten ist.“

### **4.3 Irrelevanzschwellen für die Zusatzbelastung nach TA Luft**

Die TA Luft dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft von Industrie- und Gewerbeansiedlungen vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen (Nr. 3.1 Abs. 1 Buchstabe a der TA Luft). Die Prüfung der Schutzpflicht nach Nr. 4 TA Luft folgt einem Kenngrößensystem. Von dem Erfordernis dieses Kenngrößensystems sieht Nr. 4.1 Abs. 4 TA Luft Ausnahmen vor. Bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nr. 4.2 bis 4.5 TA Luft festgelegt sind, soll die Bestimmung von Immissionskenngrößen

- a) wegen geringer Emissionsmassenströme (Nr. 4.6.1.1)
- b) wegen einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1) oder
- c) wegen einer irrelevanten Zusatzbelastung (Nr. 4.2.2 Buchstabe a), 4.3.2 Buchstabe a), 4.4.1 Satz 3, 4.4.3 Buchstabe a) und 4.5.2 Buchstabe a) entfallen.

Die Kriterien a bis c sind unabhängig voneinander zu verstehen, so dass die Erfüllung eines Kriteriums ausreicht, um auf die Ermittlung der Kenngrößen zu verzichten. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft vor.

Das Irrelevanzkriterium der TA Luft besagt, dass eine Anlage als genehmigungsfähig gilt, wenn die von ihr ausgehende Zusatzbelastung (Jahresmittelwert) an einem Beurteilungspunkt 3 vom Hundert des Immissionswertes für den jeweiligen Schadstoff nicht überschreitet. Für einige Beurteilungswerte legt die TA Luft darüber hinaus auch explizit Schwellenwerte fest.

Der jahresmittlere Beurteilungswert und die zugehörigen Irrelevanzwerte für die hier betrachteten Schadstoffkomponenten nach TA Luft sind in **Tab. 4.2** dargestellt.

Schadstoff	Jahresmittelwert	Irrelevanzschwelle für Zusatzbelastung (Jahresmittel)	Einheit
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) (Nr. 4.2 TA Luft)	40	1.2	µg/m <sup>3</sup>
Stickstoffoxid (NO <sub>x</sub> ) (Nr. 4.4 TA Luft)	30	3	µg/m <sup>3</sup>
Feinstaub (PM10) (Nr. 4.2 TA Luft)	40	1.2	µg/m <sup>3</sup>
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) (Nr. 4.2 TA Luft)	50	1.5	µg/m <sup>3</sup>
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) (Nr. 4.4 TA Luft)	20	2.0	µg/m <sup>3</sup>
Staubdeposition (Nr. 4.3 TA Luft)	350	10.5	mg/(m <sup>2</sup> d)

Tab. 4.2: Beurteilungswert und Irrelevanzschwellen für NO<sub>2</sub>, PM10 und SO<sub>2</sub> nach TA Luft (2002)

Der Irrelevantwert von PM2.5 beträgt nach TA Luft (3 % vom Grenzwert) 0.75 µg/m<sup>3</sup>.

Bei irrelevanter Zusatzbelastung ist die Betrachtung der Vorbelastung und die Bewertung nach Nummer 4.7 TA Luft nicht notwendig.

## 5 EINGANGSDATEN

### 5.1 Örtliche Verhältnisse

Nachfolgend werden der Anlagenstandort und seine Umgebung bezüglich der topografischen Situation und bezüglich der herrschenden Landnutzung charakterisiert. Die Abstände zu den nächstgelegenen betroffenen Schutzgütern bzw. Beurteilungspunkten werden beschrieben.

#### 5.1.1 Lage des Untersuchungsgebiets und der Anlage

Der Standort der zu betrachtenden Anlage befindet sich im Zentrum des Industrieparks Höchst im Blockfeld D5/E5. Der Industriepark Höchst liegt am westlichen Rand des Stadtgebietes von Frankfurt am Main im Untermain-Gebiet. Er wird im Westen, Südwesten, Osten und Nordosten umgeben von Wohngebieten, die z. T. bis an die Grenzen des Industrieparks heranreichen.

In **Abb. 5.1** ist zur Übersicht ein Ausschnitt aus der topografischen Karte dargestellt, der Standort der zu betrachtenden Anlage ist rot markiert.

Die Anlage hat in südliche Richtung eine Entfernung von ca. 1 500 m zum nördlichen Ortsrand von Kelsterbach. Die Wohnbebauung in Sindlingen befindet sich südwestlich der Anlage in einer Entfernung von ca. 1 200 m. Der Ortsteil Höchst befindet sich ca. 1 000 m nordöstlich. Bei der direkten Umgebung der Anlage handelt es sich um ein Industriegebiet.

Ebenfalls der **Abb. 5.1** zu entnehmen sind die bei der Berechnung betrachteten separaten Monitorpunkte. Dabei handelt es sich um folgende Punkte (**Tab. 5.1**):

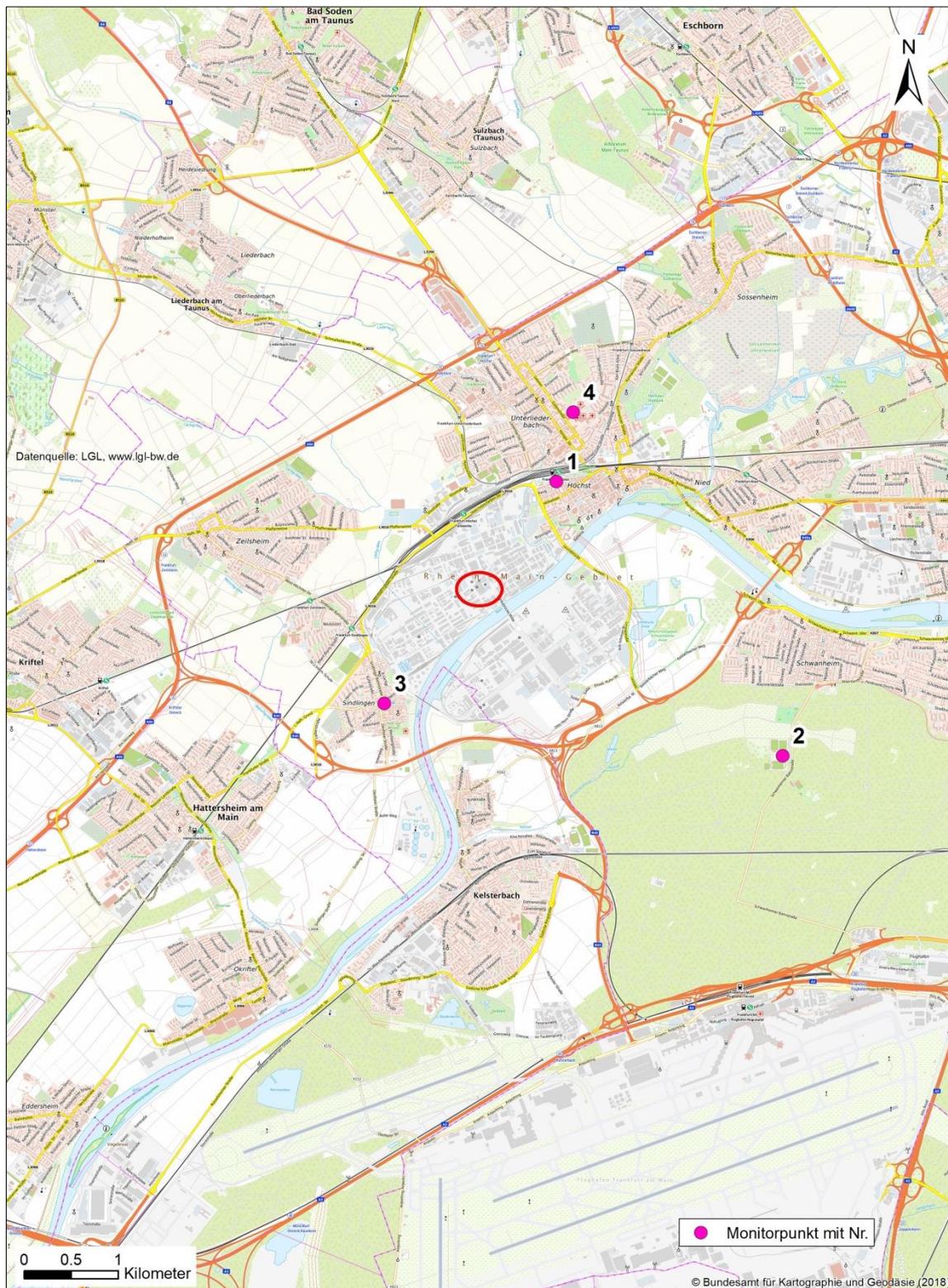


Abb. 5.1: Topografische Karte für den Standort (rotes Oval) und seine Umgebung inkl. separat betrachteter Monitorpunkte  
Kartengrundlage: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2018).

Nr.	Beschreibung	Kurzbezeichnung	Höhe über Grund in m
1	Standort Luftmessstation des HLNUG FFM-Höchst	LMS Höchst	1.5
2	Standort Luftmessstation des HLNUG FFM-Schwanheim	LMS Schwanheim	1.5
3	Monitorpunkt innerhalb des zweiten Immissionsmaximums in südöstlicher Richtung	Immi Nebenmaximum	1.5
4	Höchster Krankenhaus	Krankenhaus Höchst	55

Tab. 5.1: Bei der Ausbreitungsmodellierung separat betrachtete Monitorpunkte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

### 5.1.2 Relief der Umgebung

**Abb. 5.2** zeigt das Relief in der Umgebung der Anlage. Der Anlagenstandort ist mit einem roten Kreuz eingetragen. Das gewählte Rechengebiet und die Anemometerposition (d. h. der Referenzpunkt für das diagnostische Windfeldmodell) für die Ausbreitungsrechnung sind in blau eingezeichnet (vgl. Kapitel 8).

Die topographische Gliederung des Gebietes wird wesentlich geprägt durch den in Südwest/Nordost-Richtung verlaufenden Taunus (maximale Höhe 880 m) und den Main, der den Industriepark durchfließt und parallel zum Taunus verläuft.

Das Untersuchungsgebiet ist in einer Höhenlage von ca. 90 m über NN gelegen. Der Standort befindet sich im Tal des Mains. Das Gelände der Anlage sowie deren Umgebung ist nahezu eben. Auch die zu betrachtenden Immissionsorte liegen in nahezu derselben Höhenlage.

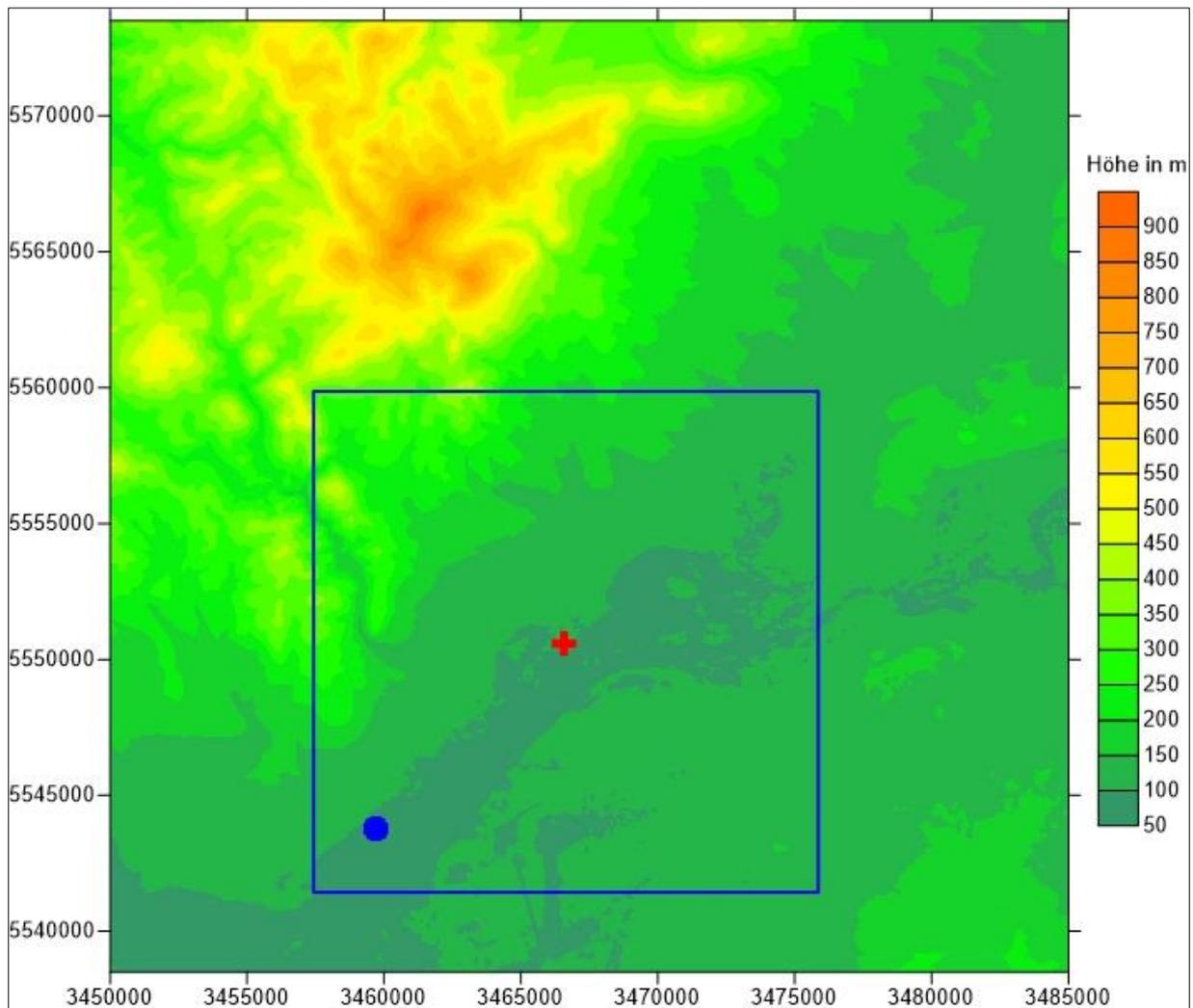


Abb. 5.2: Relief in der Umgebung der Anlage; rotes Kreuz: Anlagenstandort, blauer Punkt: Anemometerposition, blauer Rahmen: Rechengebiet, Datengrundlage: GlobDEM50 V2.0 - metSoft GbR Heilbronn (MetSoft, 2006).

### 5.1.3 Nutzungsstruktur in der Umgebung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen die Immissionen durch die zu betrachtende Anlage an der nächstgelegenen Wohnbebauung (Schutzgut „Mensch“) untersucht werden. Es werden die Flächen betrachtet, auf denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten. Folglich befinden sich auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen, die in mehrere Richtungen an den Industriepark anschließen keine Beurteilungspunkte. Bei der Wohnbebauung am südlichen Rand von Höchst sowie an den nördlichen und nordöstlichen Ortsrändern von Kelsterbach und Sindlingen handelt es sich um die nächstgelegenen, zu betrachtenden Beurteilungspunkte.

**Abb. 5.3** zeigt den Ausschnitt des Flächennutzungsplans von Frankfurt am Main für den Anlagenstandort und seine weitere Umgebung. Der Anlagenstandort ist rot markiert. Die grau eingefärbten Flächen (G) sind als gewerbliche Bauflächen eingestuft, die braunen (M) als gemischte Bauflächen, die roten Flächen (W) als Wohnbauflächen und die dunkelroten Flächen als Fläche für den Gemeinbedarf.

Die orange Farbe bezeichnet Verkehrsflächen. Die hellgrünen Flächen sind Grünflächen. Die dunkelgelbe Fläche westlich von Kelsterbach stellt eine Fläche für Versorgungsanlagen, für die Abfallentsorgung und Abwasserbeseitigung dar, weitere hellgelbe Flächen repräsentieren Flächen für die Landwirtschaft.

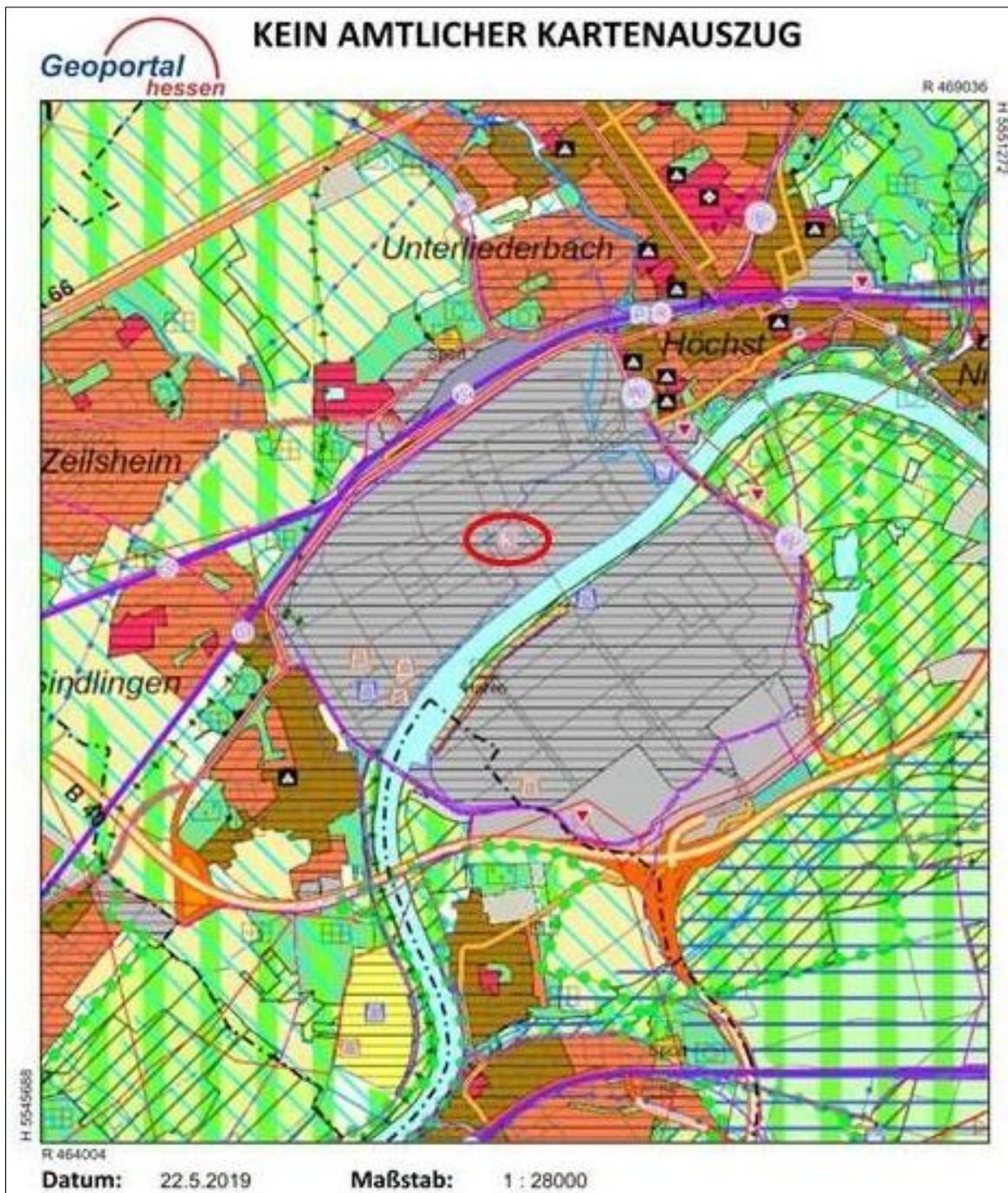


Abb. 5.3: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan von Frankfurt-Main, Anlagenstandort (roter Umriss), Quelle: Geoportal Hessen, 2019

### 5.1.4 Erkenntnisse aus dem Ortstermin

Am 15.05.2019 wurde ein Ortstermin durchgeführt. Bei diesem wurde der Standort besichtigt und es wurden die Quellen der bestehenden Anlage bezüglich Ableitbedingungen etc. aufgenommen.

In **Abb. 5.4** ist der Anlagenstandort mit Blick aus südlicher Richtung zu sehen.



Abb. 5.4: Anlagenstandort im Istzustand, Blick aus südlicher Richtung, die geplanten neuen Anlagenteile sollen auf dem Freigelände an der unteren Bildseite entstehen  
Quelle: Google Earth

## 5.2 Vorbelastungssituation

Da die zu betrachtende Anlage für alle relevanten Schadstoffe irrelevant im Sinne der TA Luft ist (siehe im Vorgriff Kapitel 9), ist eine Betrachtung der Vorbelastung nicht notwendig.

## 5.3 Meteorologische Daten

Zur Durchführung einer Ausbreitungsrechnung benötigt man Angaben zu den meteorologischen Verhältnissen am Standort. Diese sind in einer für den Standort repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik bzw. Ausbreitungsklassenzeitreihe enthalten. Dabei handelt es sich um Angaben über die Häufigkeit bestimmter Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luft-

schichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Druckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1 500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topografischen Strukturen modifiziert. Außerdem kann es zur Ausbildung von lokalen, thermisch induzierten Windsystemen kommen (vgl. Abschnitt 5.3.3).

### 5.3.1 Räumliche Repräsentanz

Die nächstgelegene Messung zum Standort erfolgt an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen (**Abb. 5.5**, Lageplan der Station siehe auch Abb. A2.1 im Anhang A2). Die Station Frankfurt-Flughafen ist repräsentativ für den Standort Frankfurt-Industriepark Höchst. Dies wurde im Rahmen eines Gutachtens zur Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf den Anlagenstandort durch die Firma ArguSoft GmbH & Co. KG ermittelt (ArguSoft, 2014 – siehe Anhang A2).

Die Messstation des Deutschen Wetterdienstes ist ca. 5 km vom Industriepark Höchst entfernt. Es liegen keine örtlichen Gegebenheiten vor, die eine Übertragbarkeit behindern.

Zur Prüfung dieses Sachverhaltes wurde zusätzlich zu oben genannten Übertragbarkeitsprüfung auf die Daten der Windmessstation im Industriepark Höchst zurückgegriffen. Das Anemometer befindet sich auf dem Gebäude B 598 in ca. 38 m Höhe (ca. 12 m über Dach). Die zugehörige achteilige Windrose ist in **Abb. 5.6** dargestellt.

Der Vergleich ergab eine sehr gute Übereinstimmung. Dies bestätigt zusätzlich die oben beschriebene Übertragbarkeitsprüfung.

Die mittlere gemessene Windgeschwindigkeit an der Station Frankfurt/Flughafen beträgt 3.2 m/s. Die gemessene Windrichtungsverteilung ist geprägt durch die Lage im Maintal mit hauptsächlich Strömungen aus Südwest bzw. Nordost. Diese gemessene Windverteilung ist in **Abb. 5.5** dargestellt.

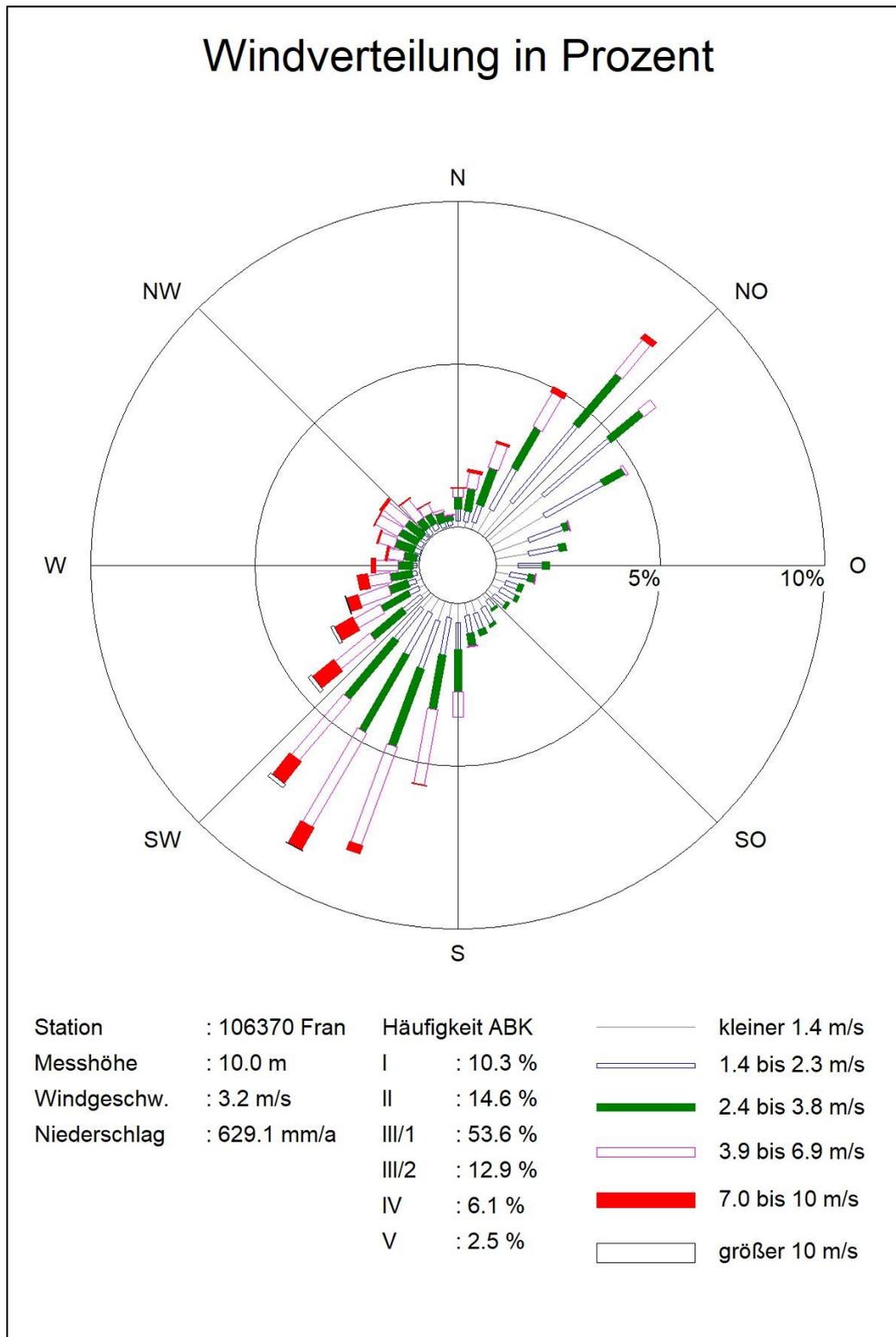


Abb. 5.5: Gemessene Windstatistik mit Ausbreitungsklassenverteilung (ABK) für die Station Frankfurt/Flughafen des DWD für das repräsentative Jahr 2012 (Quelle: Argusoft, 2014 und 2018 - siehe Anhang A2)

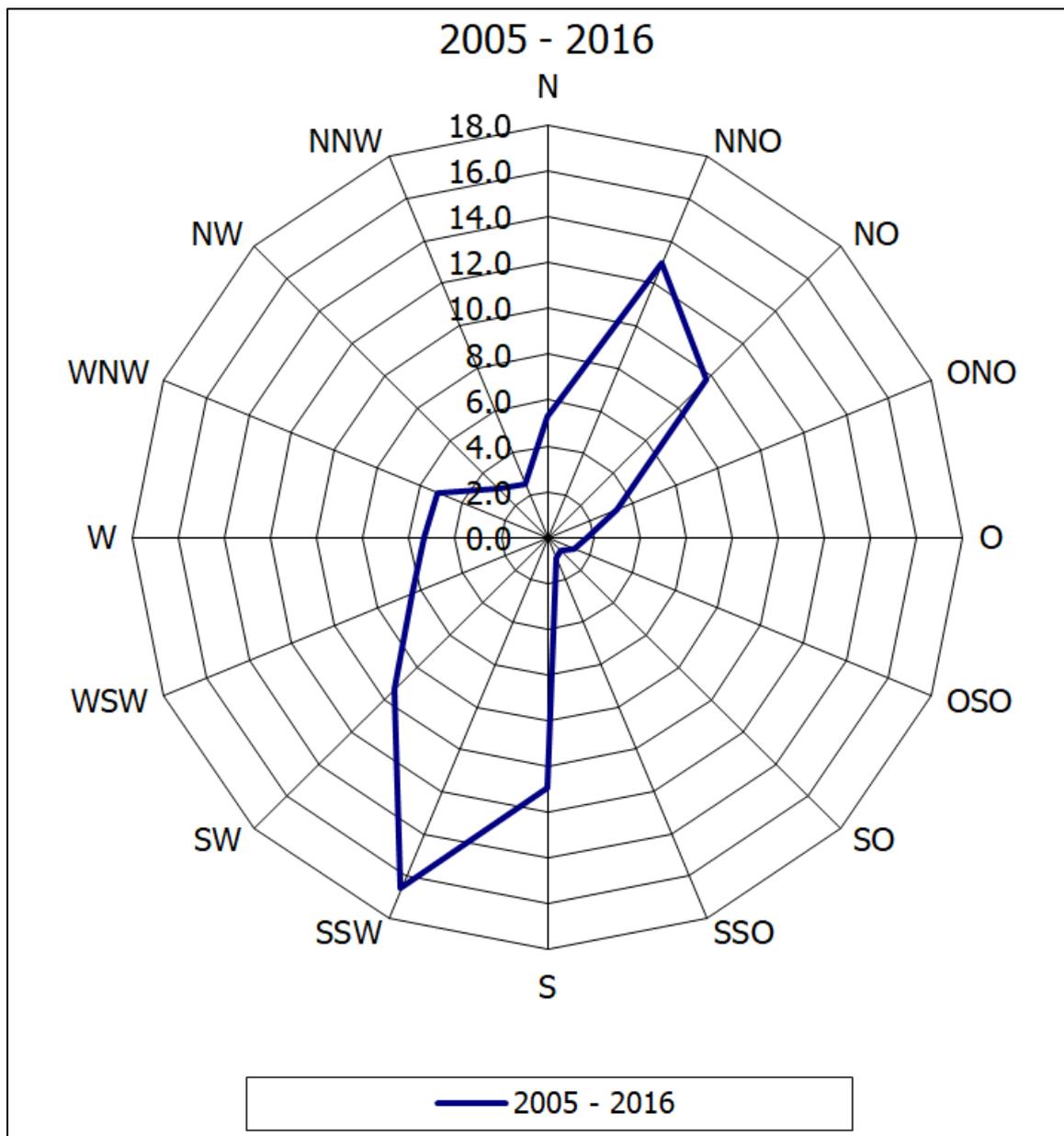


Abb. 5.6: Gemessene langjährige achteilige Windverteilung im Industriepark Höchst auf dem Gebäude B 598 in 38 m über Grund (Quelle: Auftraggeber)

### 5.3.2 Zeitliche Repräsentanz

Für die Messstation Frankfurt-Flughafen wurde von der Firma Argusoft (2018; siehe Anlage A2) aus einer 10-jährigen Reihe (Bezugszeitraum 2008 bis 2017) ein für Ausbreitungszwecke repräsentatives Jahr ermittelt. Dies wird in einem standardisierten Verfahren durchgeführt. Die Bezugswindstationen sollen Messdatensätze aus einem zusammenhängenden Zeitraum von mindestens fünf Jahren umfassen. Der Beginn des Zeitraums sollte zum Zeit-

punkt der Bearbeitung nicht länger als 15 Jahre zurückliegen. Diese Voraussetzung ist erfüllt.

Für den Standort Frankfurt-Flughafen wurde aus der oben genannten Bezugsperiode das Jahr 2012 als repräsentativ ausgewählt. Die Daten liegen in Form einer dreidimensionalen (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse) und für den 10-Jahreszeitraum 2008 bis 2017 repräsentativen Jahreszeitreihe von 2012 vor (Argusoft, 2018; siehe Anhang A2).

### **5.3.3 Thermische Windsysteme**

Von den an einem Standort auftretenden thermischen Windsystemen sind vor allem die Kaltluftabflüsse von Bedeutung, da bei bodennaher Freisetzung die Schadstoffe oder Gerüche im Kaltluftabfluss relativ wenig verdünnt werden und immer entlang den vorgegebenen Geländestrukturen (Täler, Klüften etc.) transportiert werden.

Der Untersuchungsstandort befindet sich im breiten Tal des Mains. Kaltluftabflüsse mit relevanten Geschwindigkeiten werden nördlich und nordwestlich des Untersuchungsgebietes in den steilen Hanglagen und Tälern des Taunus erwartet. Das Untersuchungsgebiet und dessen Umgebung ist aber einige Kilometer von diesen Hanglagen entfernt und weist nur eine sehr geringe Neigung auf. Deshalb sind lokale Kaltluftabflüsse zu Beginn der Nacht und bei voll ausgebildeter Kaltluft in diesem Bereich von untergeordneter Bedeutung. Das Tal des Mains fungiert vielmehr als Kaltluftsammelgebiet mit sehr geringen Kaltluftgeschwindigkeiten. Die verwendeten Messdaten vom Flughafen Frankfurt-Main enthalten diese Situationen in Messhöhe. Eine separate Betrachtung ist aus diesem Grund nicht notwendig, zumal die Quellenhöhe der zu betrachtenden Schornsteine mit 40 m bis 167 m hoch ist und schon deshalb ein Einmischen der Emissionen in die Kaltluft unwahrscheinlich ist.

## **5.4 Anlagenbeschreibung / Beschreibung der Emittentenstruktur**

Nachfolgend erfolgt zunächst eine allgemeine Beschreibung der vorhandenen und der geplanten Anlage, anschließend der emissionsrelevanten Betriebsdaten.

### **5.4.1 Bestehende und geplante Anlage allgemein**

Das bestehende Kraftwerk D 580 fällt unter die Ziffer 1.1 Spalte 1 des Anhangs der 4. BImSchV (Anlage zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme).

Das Heizkraftwerk D 580 betreibt bereits vier befeuerte Dampfkessel (Kessel 2, 3, 4 und 9). Die Kessel 3 und 4 sind für den Einsatz von Kohle, Heizöl EL oder gasförmigen Brennstoff ausgelegt. Für die Entschwefelung der Rauchgase ist diesen Kesseln eine Rauchgasentschwefelungsanlage nachgeschaltet.

Nach Aufnahme des Dauerbetriebs des beantragten Gasturbinenneubau E 536 kann der Dampfbedarf des Industriepark vollständig durch moderne erdgasbetriebene Kraftwerkstechnik gedeckt werden, so dass die Kohlekessel 3 und 4 außer Betrieb genommen werden können. Das Projekt ist damit auch eine Maßnahme zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung.

In den o. g. vorhandenen Kesseln 2 und 9 wird ausschließlich Gas als Brennstoff eingesetzt. Dem Kessel 2 wurde im Jahre 2003 zur Erhöhung der Effizienz des Kraftwerkes eine Gasturbine mit Generator zur Stromerzeugung vorgeschaltet. Kessel 2 mit Gasturbine GT-X1 und Kessel 9 sind von dem hier beantragten Vorhaben nicht betroffen.

Weiterhin gehört zum Heizkraftwerk die Gasturbinenanlage (Betriebseinheit BE 13) bestehend aus zwei erdgasbefeuerten Gasturbinen GT-X2 und GT-X3 mit insgesamt max. 294 MW<sub>th</sub> Feuerungswärmeleistung und 112 MW<sub>el</sub> elektrischer Leistung und einem nachgeschalteten gemeinsamen Abhitzeessel zur Dampferzeugung.

Die Gasturbinen GT-X2 / GT-X3 dürfen bei Ausfall des nachgeschalteten Dampfkessels 1 zur Stromerzeugung bis zu 1 000 h/a nur über den An-/Abfahrkamin (Reservebetrieb) weiterbetrieben werden. Mit Genehmigung des beantragten Gasturbinenneubaus E 536 wird der Reservebetrieb auf maximal 200 h/a verringert.

Die letzten wesentliche Änderungen des Heizkraftwerks erfolgten durch Genehmigungsverfahren nach § 16 BImSchG (2017)Az.: IV/F 43.1-298/12 Gen 18/09 sowie Az.: IV/F 43.1-298/12 Gen 03/15. Diese Genehmigungen betrafen die Errichtung, den Betrieb sowie die Änderung der Betriebseinheit 13 *Gasturbinenanlage D 570 mit Abhitzeessel D 571* (Dampfkessel 1).

Neben den genannten Einrichtungen zur Wärme-, Dampf- und Stromerzeugung gehören ebenfalls zum bestehenden Heizkraftwerk D 580:

- Nebeneinrichtungen zur Brennstoffversorgung (Restgasometer, Kohleumschlagbereiche)
- Speisewasseraufbereitung in Gebäude D 580
- Turbinenanlage in Gebäude D 597 zur Stromeigenerzeugung

Der beantragte Gasturbinenneubau E 536 bekommt einen eigenen Anschluss an das 67 bar<sub>ü</sub> Erdgasnetz des Industrieparks. Das im Gebäude D 580 durch die Speisewasserauf-

bereitungsanlage erzeugte Speisewasser wird auch zur Dampferzeugung im geplanten Vorhaben genutzt. Der im beantragten Vorhaben entstehende Dampf wird in der bestehenden Dampfturbinenanlage D 597 zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt.

**Abb. 5.7** zeigt einen schematischen Plan des Standorts mit den bestehenden und geplanten Anlagen.

Während Dampf als Wärmeträger im Industriepark ständig zur Verfügung stehen muss, variiert der Strombedarf. Der variierende Strombedarf in Kombination mit stark schwankenden Einspeisemengen aus Anlagen der erneuerbaren Energien in die übergeordneten Stromnetze erfordern Maßnahmen zum Ausbalancieren von Verbrauch und Erzeugung.

Die neue Anlage wird daher flexibel ausgeführt, um eine stabile Dampferzeugung von der Stromerzeugung der Gasturbinen (GT) zu entkoppeln. Eine Umschaltung zwischen verschiedenen Betriebs- und Lastzuständen von Gasturbine (GT) und Zusatzfeuerung (ZF) ist im sogenannten „fliegenden Wechsel“ möglich.

Jede Gasturbine kann durch Umschaltung auf ihren Anfahrtschornstein jederzeit von der Dampferzeugung im AHDE getrennt und abgefahren werden oder neu angefahren und zugeschaltet werden.

Eine Stromerzeugung der GT ohne Wärmenutzung über den AHDE (sogenannter „Reservekraftwerkbetrieb“) ist nicht vorgesehen. Die Bypass-Schornsteine (= Anfahrtschornsteine) werden nur zum An- und Abfahren der GT, für Inbetriebnahme- und Wartungsfahrten, sowie für das so genannte „Fangen im Eigenbedarf“ genutzt. Fangen im Eigenbedarf bezeichnet die automatische Umschaltung und Weiterbetrieb der Gasturbine auf Eigenstromversorgung getrennt von einem in diesem Falle gestörten vorgelagerten Stromnetz.

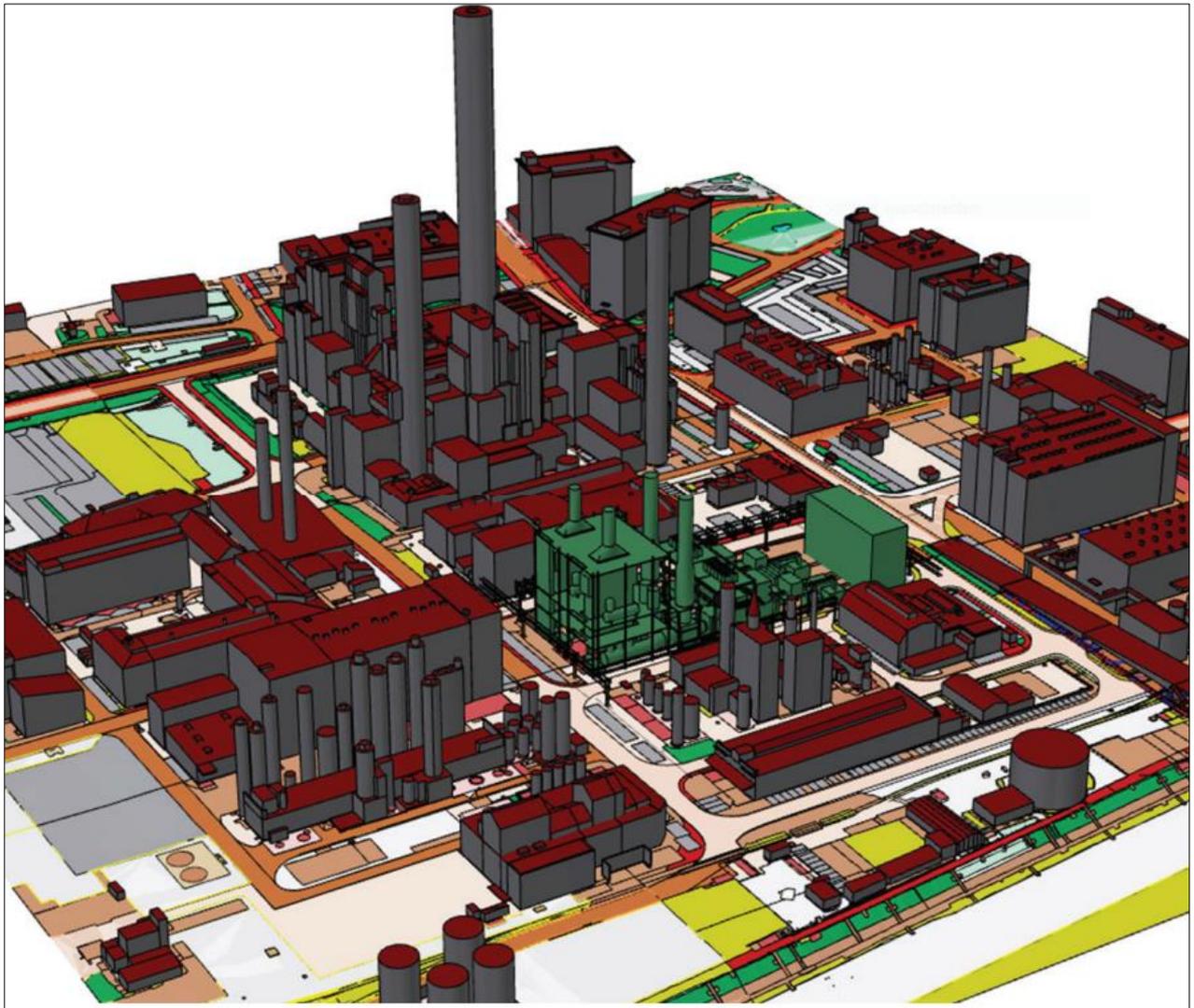


Abb. 5.7: Dreidimensionales Bild der bestehenden und der geplanten Anlage. Quelle: Auftraggeber

Hinweis: Im Folgenden werden die Eingangsdaten zur Ermittlung der Emissionsmassenströme und der Abgasparameter beschrieben. Als Volumenstrom standen lediglich die Werte für  $N_t$  zur Verfügung. Angaben zur Feuchte im Abgas liegen nicht vor. Deshalb wird im Folgenden der Wärmestrom und die Abgasgeschwindigkeit aus den Werten für  $N_t$  ermittelt. Dies stellt ein konservatives Vorgehen dar.

#### 5.4.2 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die vorhandene Anlage

Die emissionsrelevanten Eingangsdaten für die vorhandene Anlage wurden aus dem Formular 8/1 unverändert übernommen. Sie entstammen den bisherigen Genehmigungsunter-

lagen. Für die Quelle D583E1 werden nach Rücksprache mit dem Auftraggeber die Werte für die Quelle im Bestand angesetzt, und zwar für alle betrachteten Varianten.

Bei den meisten Quellen werden (falls die betroffenen Quellen sehr variabel betrieben werden) verschiedene Betriebszustände berücksichtigt. Dabei wurden jeweils diejenigen Betriebszustände ausgewählt, bei denen die meisten Emissionen entstehen.

Eine Übersicht zu den relevanten Eingangsdaten ist der **Tab. 5.2** zu entnehmen. Im Endzustand entfallen zwei Quellen.

Für die Quelle D583E1 (Emission von Kessel 2 + GTX1) wurde der Zustand X221 im Bestand angenommen. Die Planungen aus Formular 8/1 zu dieser Quelle sind nach Rücksprache mit dem Auftraggeber NICHT Bestandteil der hier zu betrachtenden Planung.

Die Quelle D531E2 beinhaltet das Anfahren von Kessel 2 aus dem Stillstand sowie Inspektionen/Wartungsarbeiten und das Abfahren des genannten Kessels.

Die Kessel 3 und 4 werden mit Kohle betrieben und werden nach Inbetriebnahme der hier zu betrachtenden Anlage abgeschaltet (Quelle D582E1\_H). Sie weisen deshalb nur noch im Fall der Inbetriebnahme eine Emission auf. Diese setzt sich zusammen aus dem bestimmungsmäßigen Dauerbetrieb der Quelle (mit Rauchgasreinigung) und dem Störbetrieb (9 d/a a 12 h/d), bei dem die RRA durch einen Bypass umgangen wird. Im Störbetrieb treten keine NH<sub>3</sub>-Emissionen auf, die SO<sub>2</sub>-Emissionen sind dafür aber besonders hoch.

Die Quelle D582E1\_A stellt das Anfahren eines einzelnen Kessels (3 oder 4) dar. Dies ist im Jahr der Inbetriebnahme jedoch nur in 15 h zu erwarten. Im Planfall nach vollständiger Inbetriebnahme entfällt diese Quelle.

Kessel 9 arbeitet im Dauerbetrieb 8784 Stunden pro Jahr (Schaltjahr).

Die Quellen E1D571\_H und \_S stellen die Emissionen der Gasturbinen 2 und 3 für den Hochlastzustand und den Schwachlastzustand dar. Gemeinsam mit der Quelle E2D571 ergibt sich eine Gesamtemissionszeit von 8 784 h pro Jahr, und zwar sowohl für den Planfall als auch für das Jahr der Inbetriebnahme.

Die zugehörigen Emissionen sind in **Tab. 5.3** dargestellt.

Kenng	Brennstoff	GKx	GKy	Höhe über Grund [m]	Abgas-temperatur [°C]	Volumenstrom Nt [m³/h]	Austrittsgeschwindigkeit* [m/s]	Durchmesser [m]	Wärmestrom [MW]	Bezeichnung	Emissionszeit IBN [h/a]	Emissionszeit Plan [h/a]
E1D571_H	Gas	3466457	5550647	60	105	800000	22.2	4.2	28.7	GTX2+3_Dauerkamin_Hochlast_1D2 GTX2+3_Dauerkamin	4776	4776
E1D571_S	Gas	3466457	5550647	60	90	440000	11.7	4.2	13.3	_Schwachlast_X122	3768	3768
D583E1	Gas	3466497	5550695	111	140	405779	15.0	3.8	19.9	Kessel 2 + GTX1_BestandX221	8664	8664
D582E1_H	Kohle	3466519	5550766	167	140	298400	19.0	2.9	14.7	Kessel 3 und 4_Vollast_oder_Bypass	4452	0
D585E1	Gas	3466588	5550725	75.5	120	160000	9.1	3.0	6.7	Kessel 9	8784	8784
E2D571	Gas	3466447	5550664	40	550	220000	13.3	4.2	44.9	Bypasskamin_GTX2+3_K1_X132	240	240
D531E2	Gas	3466444	5550750	40	550	450000	35.1	3.7	91.8	Anfahrkamin_GTX1_An/Ab2 K3/4_Anfahren1Kessel_Bypass	120	120
D582E1_A	Kohle	3466519	5550766	167	100	230000	13.2	2.9	7.8	2. Kessel um RRA	15	0

Tab. 5.2: Emissionsparameter für die Quellen der vorhandenen Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen. Hinweis: Die maßgebliche Spalte für die Emissionszeiten für die hier betrachteten Planfälle ist die Spalte „Emissionszeit Plan“.

Kenng	Volumenstrom Nt [m³/h]	Massenkonzentration [mg/m³]					Massenstrom [kg/h]					Bezeichnung
		Nox	CO	SO2	Staub	NH3	Nox	CO	SO2	Staub	NH3	
E1D571_H	800000	60	100	10			48.0	80.0	8.0			GTX2+3_Dauerkamin_Hochlast_1D2
E1D571_S	440000	200	100	10			88.0	44.0	4.4			GTX2+3_Dauerkamin _Schwachlast_X122
D583E1	405779	111.85	151.85	15.19	7.59		45.4	61.6	6.2	3.08		Kessel 2 + GTX1_BestandX221
D582E1_H	298400	200	250	100	20		59.7	74.6	29.8	5.97		Kessel 3 und 4_Vollast_oder_Bypass
D585E1	160000	100	50		5		16.0	8.0		0.80		Kessel 9
E2D571	220000	200	100	10			44.0	22.0	2.2			Bypasskamin_GTX2+3_K1_X132
D531E2	450000	67	100	10			30.2	45.0	4.5			Anfahrkamin_GTX1_An/Ab2
D582E1_A	230000	200	250	2300	20		46.0	57.5	529.0	4.60		K3/4_Anfahren1Kessel_Bypass 2. Kessel um RRA

Tab. 5.3: Massenkonzentrationen und Massenströme für die Quellen der vorhandenen Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen.

Zur Ermittlung der  $\text{NO}_2$ -Direktanteils an der  $\text{NO}_x$ -Gesamtemission wurde von der SGS-TÜV Saar GmbH am bestehenden Kraftwerkessel 2 Emissionsmessungen für  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$  vorgenommen (SGS-TÜV Saar GmbH, 2019, siehe auch Anhang A4).

Im Kombibetrieb von Gasturbine 1 und Kessel 2 ergeben sich für den Fall, dass die Gasturbine in Vollast bzw. Teillast betrieben wird,  $\text{NO}_2$ -Direktanteile von 7 % bis 9 % bzw. von 5 % bis 6 %.

Es wurde an dieser Quelle mit einem  $\text{NO}_2$ -Direktanteil von 8 % gearbeitet.

Für die weiteren vorhandenen Quellen, die alle eine andere Funktionsweise aufweisen, lagen keine Messungen vor. Dort wurde ein  $\text{NO}_2$ -Direktanteil von 10 % angesetzt.

Bei der Quelle D583E1 wurden die Massenströme für  $\text{CO}$  und  $\text{SO}_2$  aus den Massenkonzentrationen für diese Stoffe berechnet, und zwar auf Grundlage des gegebenen Volumenstromes  $\text{Nm}^3/\text{h}$ . Es wurde mit den so berechneten Werten weiter gearbeitet, obwohl sie sich von demjenigen im Formular 8/1 leicht unterscheiden. Dies ist mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Bei der Quelle D582E1\_H (nur für Fall IBN relevant) wurde bei der Massenkonzentration von  $\text{SO}_2$  ein zeitlich gewichteter Mittelwert aus beiden hier berücksichtigten Zuständen berechnet. Bei  $\text{NH}_3$  entstehen bei dieser Quelle nur Emissionszeiten im Fall IBN an 4 344 h pro Jahr.

Die  $\text{NO}_x$ -Massenkonzentration für die Quelle D531E2 wurde so festgelegt, dass sich ein Massenstrom von etwa 30 kg/h ergibt.

### **5.4.3 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die geplante Anlage**

Die emissionsrelevanten Eingangsdaten für die geplante Anlage wurden ebenfalls aus dem Formular 8/1 unverändert übernommen.

Es sind insgesamt 6 Emissionsquellen geplant. Die Gasturbinen 7 und 8 werden bei der Modellierung mit 3 verschiedenen Lastzuständen berücksichtigt. Diese verschiedenen Lastfälle bedingen für die Quellen jeweils unterschiedliche Emissionsparameter (wegen geänderten Volumenströmen). Dies wird bei der Modellierung analog zu den im Istzustand vorhandenen Quellen dahingehend berücksichtigt, dass diese Quellen mehrfach aufgeführt werden. Zu verschiedenen Zeiten wird dann auf jeweils andere Quellkonfigurationen zurückgegriffen. Analog zu den bestehenden Quellen wurden auch bei den geplanten Quellen jeweils diejeni-

gen Betriebszustände ausgewählt, bei denen die meisten Emissionen entstehen. Dieses konservative Vorgehen ist mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt.

Der Betrieb der Gasturbine in Hochlast, Mittellast und Schwachlast ergibt in Summe 8 784 h/a.

Hinzu kommt für jede Gasturbine je ein An- bzw. Abfahrkamin. Bei diesen Kaminen wurden jeweils die Zustände durch den Anfahrbetrieb aus dem Stillstand der Anlage und das An- und Abfahren bei Inspektionsbetrieb berücksichtigt. Diese Zustände haben im Planfall eine Emissionsdauer von zusammen je 300 h pro Jahr.

Die Notstromaggregate habe eine Einsatzzeit von jeweils nur 12 h pro Jahr (nur Testbetrieb).

Eine Übersicht zu den relevanten Eingangsdaten ist der **Tab. 5.2** zu entnehmen. Die Schornsteinbauhöhen der geplanten Schornsteine sind noch unbekannt und müssen noch bestimmt werden. Dies erfolgt im Kapitel 6.

Der Wärmestrom sowie die Abgasgeschwindigkeit für die Quellen E3E534\_1 und E4E534\_1 (An- und Abfahrkamin) wurde konservativ mit einem Volumenstrom von 400 000 m<sup>3</sup>/h kalkuliert, die Emissionsbestimmung erfolgte mit 500 000 m<sup>3</sup>/h.

Kenng	Brennstoff	GKx	GKy	Höhe über Grund [m]	Abgastemperatur [°C]	Volumenstrom Nt [m³/h]	Austrittsgeschwindigkeit* [m/s]	Durchmesser [m]	Wärmestrom [MW]	Bezeichnung	Emissionszeit IBN [h/a]	Emissionszeit Plan [h/a]
E1E534_H	Gas	3466562	5550590	n.U.	102	739419	21.37	4.1	25.7	GTX7_D_Hochlast_X712	2424	4752
E2E534_H	Gas	3466572	5550571	n.U.	102	739419	21.37	4.1	25.7	GTX8_D_Hochlast_X812	2424	4752
E1E534_S	Gas	3466562	5550590	n.U.	78	399767	10.8	4.1	10.3	GTX7_Dauer_Schwachlast_X732	1008	2016
E1E534_M	Gas	3466562	5550590	n.U.	87	495952	13.8	4.1	14.4	GTX7_Dauer_Mittellast_X722	1008	2016
E2E534_S	Gas	3466572	5550571	n.U.	78	399767	10.8	4.1	10.3	GTX8_Dauer_Schwachlast_X832	1008	2016
E2E534_M	Gas	3466572	5550571	n.U.	87	495952	13.8	4.1	14.4	GTX8_Dauer_Mittellast_822	1008	2016
E3E534_1	Gas	3466580	5550604	n.U.	600	500000	13.5	5.8	89.2	GTX7_Anfahr_An1_An2GTX7	150	300
E4E534_1	Gas	3466593	5550580	n.U.	600	500000	13.5	5.8	89.2	GTX8_Anfahr_An1_An2GTX8	150	300
E1E539	Diesel/ Heizöl EL	3466649	5550652	n.U.	500	3000	18.8	0.4	0.6	Notstromdiesel_GTX7_X77	12	12
E2E539	Diesel/ Heizöl EL	3466650	5550652	n.U.	500	3000	18.8	0.4	0.6	Notstromdiesel_GTX8_X87	12	12

Tab. 5.4: Emissionsparameter für die Quellen der geplanten Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen. Hinweis: Die Schornsteinbauhöhen der geplanten Schornsteine sind noch unbekannt und müssen demnach noch bestimmt werden (Kennung n.U.). Hinweis: Die maßgebliche Spalte für die Emissionszeiten für die hier betrachteten Planfälle ist die Spalte „Emissionszeit Plan“.

## 6 SCHORNSTEINHÖHENBESTIMMUNG

### 6.1 Gesetzliche Grundlagen

Gemäß Anhang 1 zur 4. BImSchV (2017) handelt es sich bei der bestehenden und der geplanten Anlage um eine Anlage nach Ziffer 1.1 Spalte 1 des Anhangs der 4. BImSchV (Anlage zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme). Somit gilt für die Bestimmung der Schornsteinhöhe der Abschnitt 5.5 der TA Luft (2002) über die Ableitung von Abgasen.

In Abschnitt 5.5.2 der TA Luft (2002) wird vorgeschrieben, dass der Schornstein mindestens eine Höhe von 10 m über der Flur und eine den Dachfirst um drei Meter überragende Höhe haben soll. Die Schornsteinhöhe wird nach Abschnitt 5.5.3 der TA Luft (2002) mittels des Nomogramms (Abbildung 2, TA Luft, 2002) bestimmt. In den Fällen, in denen nach Abschnitt 5.5.4 der TA Luft (2002) die geschlossene Bebauung oder der geschlossene Bewuchs mehr als 5 % der Fläche des Beurteilungsgebiets beträgt, muss die nach Abschnitt 5.5.3 der TA Luft bestimmte Schornsteinhöhe gemäß Abbildung 3 (TA Luft, 2002) erhöht werden. Bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe ist eine unebene Geländeform zu berücksichtigen, wenn die Anlage in einem Tal liegt oder die Ausbreitung der Emissionen durch Geländeerhebungen gestört wird. Dies liegt hier nicht vor.

Darüber hinaus liefern das Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung (LAI, 2012) und die VDI 3781 Blatt 4 (VDI, 2017) Festlegungen, welche Regelungslücken der TA Luft (2002) schließen.

#### 6.1.1 Schornsteinhöhe nach TA Luft (2002) Nr. 5.5.3

Für alle Schornsteine der geplanten Anlage wird die Schornsteinhöhe zunächst aus dem Nomogramm entsprechend Ziffer 5.5.3 der TA Luft (2002) bestimmt. Eingangsgrößen je Kamin sind:

- Innendurchmesser des Schornsteins
- Temperatur des Abgases
- Volumenstrom des Abgases im Normzustand trocken bei realem Sauerstoffgehalt
- Emissionsmassenstrom des luftverunreinigenden Stoffes
- S-Wert aus Anhang 7 der TA Luft (2002).

Die anlagenspezifischen Eingangsdaten sind in **Tab. 6.1** für alle zu betrachtenden neuen Einzelquellen zusammengestellt, wobei zunächst noch alle betrachteten Auslastungszustände für die Dauerkamine mit aufgeführt sind.

Schornsteine	Kamin	Durchmesser in m	Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	Temperatur in °C	Q_NO <sub>2</sub> in kg/h	Q/S in kg/h
E1E534_H	Dauer 1 Hochlast	4.1	739 419	102	21.4	214
E2E534_H	Dauer 2 Hochlast	4.1	739 419	102	21.4	214
E1E534_S	Dauer 1 Schwachlast	4.1	399 767	78	34.4	344
E1E534_M	Dauer 1 Mittellast	4.1	495 952	87	28.7	287
E2E534_S	Dauer 2 Schwachlast	4.1	399 767	78	34.4	344
E2E534_M	Dauer 2 Mittellast	4.1	495 952	87	28.7	287
E3E534_1	Anfahr 1	5.8	500 000	600	38.4	384
E4E534_1	Anfahr 2	5.8	500 000	600	38.4	384
E1E539	Notstrom 1	0.4	3 000	500	6.7	67
E2E539	Notstrom 2	0.4	3 000	500	6.7	67

Tab. 6.1: Maximaler Emissionsmassenstrom Q für den relevanten Schadstoff NO<sub>2</sub>, Eingangswert Q/S für die Schornsteinhöhenbestimmung (bei einem S-Wert von NO<sub>2</sub> von 0.1)

Der S-Wert der TA Luft (2002) ist nicht für NO<sub>x</sub>, sondern für NO<sub>2</sub> gültig. Deshalb ist für die Bestimmung des Emissionsmassenstromes von NO<sub>2</sub> die Umwandlungsrate von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid zu berücksichtigen. Der Anteil von primärem NO<sub>2</sub> ist aus Messdaten abgeleitet und in Abschnitt 7.1.3 dargestellt und begründet. Entsprechend TA Luft (2002) wird für den NO-Anteil eine Umwandlungsrate von 60 % zu NO<sub>2</sub> (Nr. 5.5.3 TA Luft) angesetzt. Aus der Summe von primären und sekundären NO<sub>2</sub> ergibt sich die anzusetzende Gesamtfracht von NO<sub>2</sub> (vgl. **Tab. 6.1**). NO<sub>2</sub> stellt wegen des geringeren S-Wertes im Vergleich zu CO die Leitkomponente dar und wird deshalb im Folgenden allein betrachtet. Die

maximalen Emissionen treten bei den Dauerkaminen bei Schwachlast auf. Deshalb werden die folgenden Berechnungen für den Schwachlastzustand durchgeführt.

Die Fracht wird mit dem Emissionstagesmittelgrenzwert (gemäß Merkblatt) ermittelt.

Die Schornsteine mit gleichartigen Emissionen sind bei der Schornsteinhöhenbestimmung zusammen zu fassen. Zur Ermittlung der passenden Methode sind die Durchmesser und die Abstände der Kamine entscheidend:

- Durchmesser Dauerkamin: 4.1 m, Abstand der Dauerkamine: 22 m
- Durchmesser Anfahrkamin: 5.8 m, Abstand der Anfahrkamine: 22 m
- Durchmesser Notstromdiesel: 0.4 m, Abstand der Notstromdieselskamine: >2 m.

Der Abstand der Kamine liegt im Bereich zwischen dem 5fachen Durchmesser und der 1.4 fachen Höhe für die Dauerkamine und beträgt für die beiden Anfahrkamine weniger als der 5fache Durchmesser. Für die Anfahrkamine ist demnach nach Methode 2 (Addition der Massen- und Volumenströme und Bildung eines fiktiven äquivalenten Schornsteindurchmessers) vorzugehen und für die Dauerkamine nach Methode 1 (Addition der Emissionsmassenströme unter Beibehaltung der übrigen Daten) des Merkblattes. Für die Kamine der Notstromdiesel ergibt sich ab einem Abstand von ca. 2 m bei einem angenommenen Durchmesser von 0.40 m bereits eine Auslegung nach Methode 2.

Es ergeben sich die in **Tab. 6.2** angegebenen Frachten als maximale Frachten bei Betriebs-sauerstoffgehalt, die in den Antragsunterlagen dargestellt sind.

Zusammenfassung Schornsteine	Durchmesser in m	Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h	Temperatur in °C	Q_NO <sub>2</sub> in kg/h	Q/S in kg/h
Dauerkamine, Methode 1	4.1	399 767	78	68.90	689
Anfahrkamine Methode 2	8.2	1 000 000	600	76.80	768
Notstromkamine Methode 2	0.57	6 000	500	13.4	134

Tab. 6.2: Maximaler Emissionsmassenstrom Q für den relevanten Schadstoff NO<sub>2</sub>, Eingangswert Q/S für die Schornsteinhöhenbestimmung (bei einem S-Wert von NO<sub>2</sub> von 0.1) unter Beachtung der Zusammenfassung gleichartiger Quellen

Aufgrund der Q/S-Verhältnisse von >10 ergibt sich für alle Emissionsquellen eine Auslegung der Schornsteinhöhe nach Nomogramm der TA Luft.

Als Immissionsniveau wurde mit einem Wert von 15 m gerechnet.

Die berechneten Emissionshöhen nach Nomogramm sind in **Tab. 6.3** dargestellt.

Zusammenfassung Schornsteine	Schornsteinbauhöhe nach 5.5.3 TA Luft
Dauerkamine, Methode 1	49.4
Anfahrkamine Methode 2	44.8
Notstromkamine Methode 2	49.9

Tab. 6.3: Schornsteinbauhöhe nach 5.5.3 TA Luft

Die Notstromdiesel sind nur wenige Jahresstunden (1 h/Monat) testweise in Betrieb, damit sind die Anforderungen aus Absatz 1, Nr. 5.5.2 TA Luft, jedoch ohne die Vorschriften nach Nr. 5.5.3 (Nomogramm) zu erfüllen. Die Emissionen sind lediglich in den freien Luftstrom abzugeben. Die dafür notwendige Mindesthöhe der Schornsteine wird im folgenden Abschnitt ermittelt.

### 6.1.2 Ermittlung der gebäudebedingten Schornsteinhöhe nach VDI 3781 Blatt 4

Grundsätzlich ist das Ziel, in den freien Luftstrom zu emittieren. Der aktuelle Stand der Technik, um diese Grundanforderung aus Nr. 5.5.1 der TA Luft (2002) zu überprüfen, ist in Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (VDI, 2017) zusammengefasst.

Für die Ermittlung der erforderlichen Höhe der Abgasableitinrichtung bei ungestörtem Abtransport mit der freien Luftströmung nach VDI (2017) kommt das Softwareprogramm WinSTACC (<http://www.lohmeyer.de/de/WinSTACC>), eine Umsetzung der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4, zum Einsatz.

Gemäß Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (VDI, 2017) ist die erforderliche Schornsteinhöhe ( $H_M$ ) unter Berücksichtigung von zwei Anforderungen zu ermitteln. Zum einen wird der ungestörte Abtransport der Abgase gefordert mit der dazugehörigen Schornsteinhöhe  $H_A$  und zum anderen die ausreichende Verdünnung der Abgase und die dazugehörige Schornsteinhöhe  $H_E$ .

Die Schornsteinhöhe  $H_A$  wird unter Berücksichtigung

- 1) der Rezirkulationszone des Einzelgebäudes mit der geplanten Abluftableitinrichtung in Abhängigkeit von dessen Dachform,
- 2) des Einflusses von vorgelagerten Gebäuden bzw. deren Rezirkulationszonen,

- 3) des möglichen Einflusses der Topographie (Hanglage) und
- 4) ggf. von Dachaufbauten (wenn  $H \geq 1$  m über First und  $L$  oder  $B > 2$  m)

berechnet.

Die im Folgenden angegebenen Abkürzungen entsprechen den Abkürzungen in Richtlinie VDI 3781, Blatt 4 (VDI, 2017).

Das für die Bestimmung der Schornsteinhöhe entscheidende Gebäude ist das jeweilige zugehörige Einzelgebäude.

Nach Richtlinie VDI 3781, Blatt 4 (VDI, 2017) sind die Höhen von Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) und von Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen in der Umgebung sowie von Geländeunterschieden zu berücksichtigen. Geländeunterschiede sind zu vernachlässigen. Lüftungsöffnungen existieren in den berechneten Höhen im näheren Umfeld der geplanten Kamine nicht.

Die Ergebnisse der WinStACC-Modellierung sind beispielhaft für EINE der Dauerquellen (E1 E534) und für ein Notstromaggregat in den **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.2** zu finden. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse ist in **Tab. 6.4** dargestellt.

Die beiden Kesselhäuser wurden als EIN quadratisches Gebäude mit einem kleineren Dachaufbau an der Nordostecke modelliert. Dieses Gebäude entscheidet über die notwendige Mindestschornsteinhöhe der zugehörigen Schornsteine im Nahbereich, um in den freien Luftstrom zu emittieren. Umliegende weitere Gebäude weisen eine geringere Höhe auf und führen nicht zu einer Erhöhung der Mindestschornsteinhöhe.

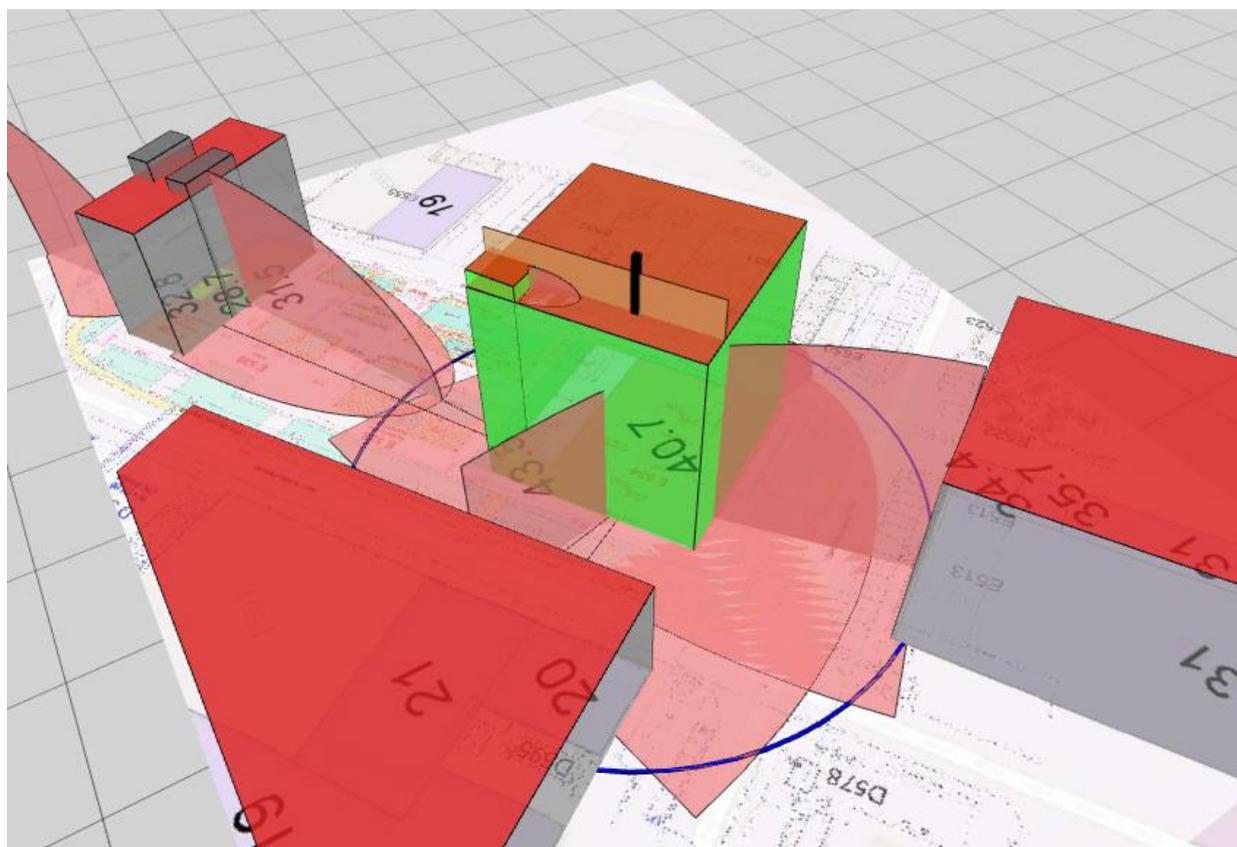


Abb. 6.1: 3D-Darstellung des nördlichen Dauerkamins (E1 E534; GTX7) über dem Kesselhaus (grün gekennzeichnet) und der vorgelagerten Gebäude (grau) sowie der nach der Richtlinie VDI 3781, Blatt 4 (2017) berechneten Rezirkulationszonen, Blauer Kreis: Einwirkungsbereich, Kartengrundlage: vom Auftraggeber. Blick aus Nordwesten

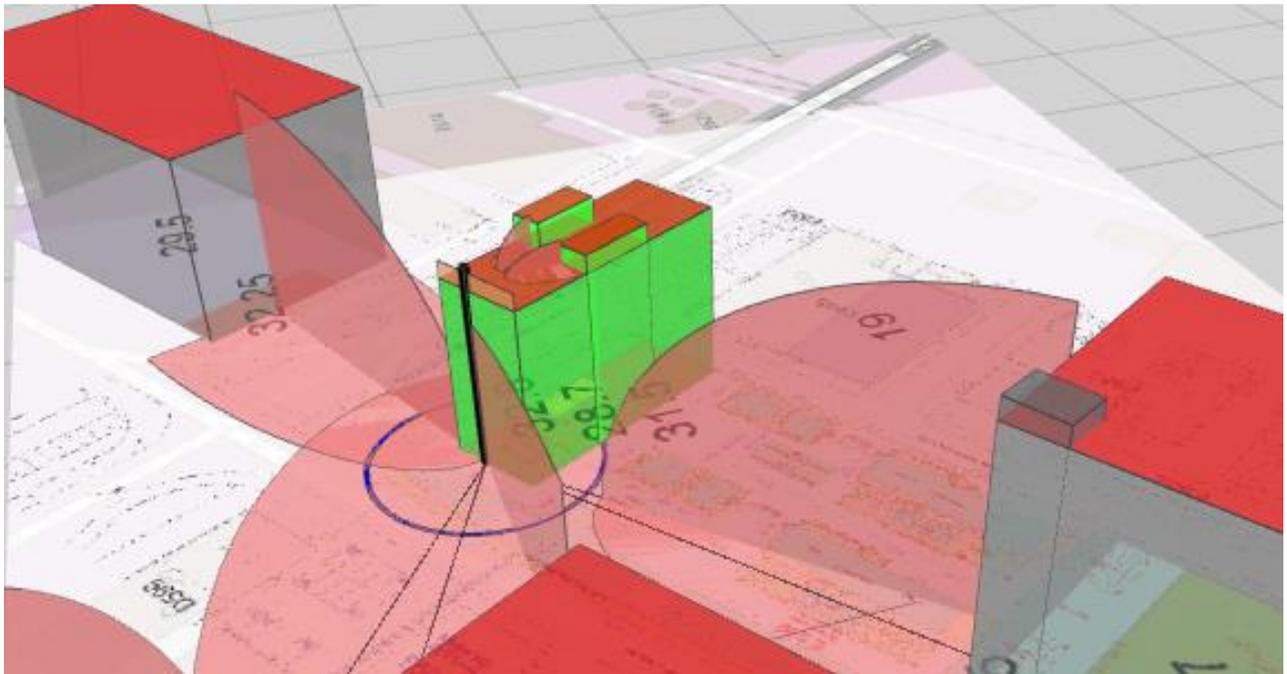


Abb. 6.2: 3D-Darstellung des Schornsteins für ein Notstromaggregat (zugehöriges Gebäudeteil grün gekennzeichnet) und der vorgelagerten Gebäude (grau) sowie der nach der Richtlinie VDI 3781, Blatt 4 (2017) berechneten Rezirkulationszonen, Blauer Kreis: Einwirkungsbereich, Kartengrundlage: vom Auftraggeber. Blick aus Nordwesten

	<b>GTX7</b>	<b>Notstrom</b>
Gebäudebreite ( $b_v$ )	38.7	14.7
Gebäuelänge ( $l_v$ )	39	39.6
Firsthöhe Flachdach ( $H_{\text{First},v}$ )	40.7	28.7
<b><math>H_{S1}</math> in m ü. Dach</b>	7.0	2.7
<b><math>H_{\ddot{u}}</math> in m</b>	3.0	1.0
<b><math>H_{A1}</math> in m ü. Dach</b>	10	3.7
<b>Mündung über Grund in m</b>	50.7≈51	32.4≈33

Tab. 6.4: Berechnete gebäudebedingte Mindesthöhe der Abluftöffnung der geplanten Schornsteine exemplarisch für eine Quelle im Bereich des Kesselhauses und ein Notstromaggregat unter Berücksichtigung der Abmessungen des jeweils zugehörigen Gebäudeteils

Für die Quelle E1 E534 (GTX7) wird eine gebäudebedingte Mindestschornsteinhöhe von 51 m über Grund berechnet. Dieses Rechenergebnis ist aufgrund der vorliegenden Gebäudekonfiguration auf die weiteren Quellen (Dauerkamin GTX8 und Anfahrkamine) im Bereich des Kesselhauses übertragbar. Die berechneten Mindestschornsteinhöhen für die Notstromaggregate betragen 32.4 m. Dieser Wert wurde auf ganze Meter aufgerundet.

## 6.2 Festlegung der Schornsteinhöhen für die einzelnen Quellen

Im hier vorliegenden Fall ist das maßgebende Kriterium der ungestörte Abtransport der Abluft mit der freien Luftströmung, und zwar für alle betrachteten Quellen.

Es ergeben sich folgende Mindestschornsteinbauhöhen:

Quellen	Bezeichnung	Mindesthöhe in m
E1E534	Dauerkamin 1 (GTX7)	51
E2E534	Dauerkamin 2 (GTX8)	51
E3E534	Anfahrkamin 1 GTX7	51
E4E534	Anfahrkamin 2 GTX 8	51
E1E539	Notstromaggregat 1 (GTX7)	33
E2E539	Notstromaggregat 2 (GTX8)	33

Tab. 6.5: Notwendige Mindestschornsteinhöhen für die geplanten neuen Schornsteine

Hinweis: Die genaue Position der Kamine der Notstromaggregate liegt noch nicht fest und wird in der folgenden Teilgenehmigung beschrieben. Die beiden betroffenen Quellen wurden in der Modellierung an den nördlichen Rand des Gebäudes gesetzt. Falls die Quellen noch verlegt werden müssen, sollte beachtet werden, dass dies nicht in die Rezirkulationszonen der beiden Dachaufbauten hinein erfolgt.

## 7 QUELLEN UND EMISSIONEN

Nachfolgend werden die Emissionsparameter der einzelnen Quellen ermittelt. Dies sind die Emissionsmassenströme für NO<sub>x</sub>, Ammoniak, Staub usw., ggf. Abgastemperatur und Abgasvolumenstrom.

### 7.1 Zusatzbelastung durch die geplante Anlage

#### 7.1.1 Kategorisierung nach Quellgeometrie

Generell wird bei Quellen zwischen gefassten und diffusen Quellen unterschieden. Die weitere Unterteilung erfolgt anhand der Quellgeometrie. Man differenziert die bei einer Ausbreitungsrechnung möglichen Quellgeometrien in Punktquellen PQ (wie beispielsweise Schornsteine und Abgasrohre), Flächenquellen FQ (Quellen mit Erstreckung in 2 Raumrichtungen, z. B. Lagerflächen), Volumenquellen VQ (Quellen mit Erstreckung in 3 Raumrichtungen, z. B. offene Hallen) sowie vertikal ausgedehnte Ersatzquellen EQ.

In **Abb. 7.1** ist der Quellenplan für die geplante Anlage inklusive der bereits im Istzustand vorhandenen Anlagenteile dargestellt. Hinweis: die genaue Position der Kamine der Notstromaggregate liegt noch nicht fest und wird in der folgenden Teilgenehmigung beschrieben. Die beiden betroffenen Quellen wurden in der Modellierung an den nördlichen Rand des Gebäudes gesetzt.

Bei allen vorhandenen und geplanten Quellen handelt es sich ausschließlich um Punktquellen.

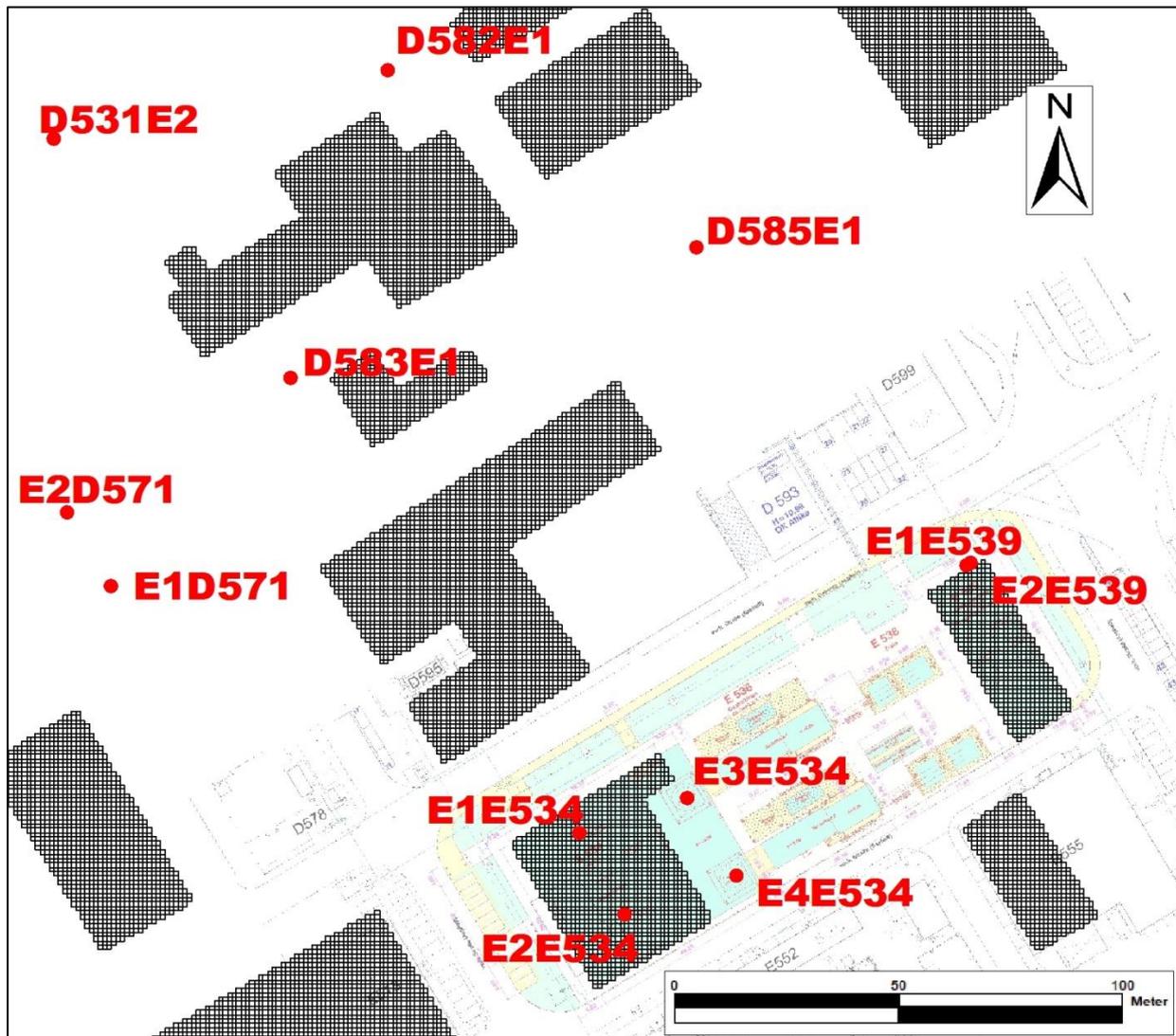


Abb. 7.1: Quellenplan: Bereits vorhandene Quellen (auf dem Gelände des vorhandenen Kraftwerkes im Norden: D582E1, D531E2, D583E1, D585E1, E2D571 und E1D571) und geplante Quellen: E1E534, E2E534 (jeweils Dauerkamine), E3E534, E4E534 (jeweils Anfahrkamine), E1E539, E2E539 (jeweils Notstromaggregate). Hinweis: Im hier betrachteten Planfall emittiert die Quelle D582E1 nicht mehr (Kohlekessel werden im Planfall abgeschaltet). Deshalb werden für diese Quelle die Emissionen im Planfall 51 m und Planfall 80 m auf Null gesetzt.

### 7.1.2 Abgasfahnenüberhöhung

Die Freisetzungsbedingungen der Abgase von gefassten Quellen stellen eine wichtige Grundlage für die Ausbreitungsrechnung dar.

Zum einen ist von Bedeutung, ob die Ableitung der Abgase in die sog. „freie Luftströmung“ erfolgt, was zu weitgehend ungestörtem Abtransport und ungestörter Verdünnung führt.

Werden die Abgase dagegen innerhalb der Einflusszone von Gebäuden und Geländestrukturen emittiert, so werden Abtransport und Verdünnung beeinflusst und es können örtlich höhere Konzentrationen an Luftschadstoffen auftreten.

Zum anderen ist die Abgasfahnenüberhöhung durch Impuls und Auftrieb zu berücksichtigen. Die Überhöhung kann in AUSTAL2000 entsprechend der Richtlinie VDI 3782, Blatt 3 (VDI, 1985) berücksichtigt werden.

Alle zu betrachtenden Punktquellen emittieren in den freien Luftstrom und haben Abluftgeschwindigkeiten von mehr als 7 m/s. Deshalb wird die Überhöhung bei allen Quellen bei der Modellierung berücksichtigt.

Die entsprechenden Eingangsparameter für die Modellierung der Abgasfahnenüberhöhung finden sich in den **Tab. 5.2** und **Tab. 5.4**. Die Berechnung der Austrittsgeschwindigkeit und der Wärmeströme erfolgte unter Nutzung der Volumenströme  $N_t$  und ist damit geringfügig kleiner als tatsächlich. Dies stellt ein konservatives Vorgehen dar.

### **7.1.3 Quantifizierung der Emissionen für die geplante Anlage**

Die Abgas-Grenzwerte ergeben sich aus den gesetzlichen Anforderungen nach § 8 der 13. BImSchV. Da der Durchführungsbeschluss (EU) 2017/1442 der Kommission vom 31. Juli 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für Großfeuerungsanlagen veröffentlicht wurde, ist aus Vorsorgegründen vorgesehen, bereits die niedrigeren BVT-assoziierten Emissionswerte für Gasturbinen (GuD-Anlagen - obere Grenze des Emissionsbereichs) zu beantragen und einzuhalten. Die angesetzten Emissionsgrenzwerte für die Tagesmittelwerte sind in **Tab. 7.1** dargestellt. Sie wurden der Genehmigungsunterlage entnommen.

<b>Emissionsgrenzwerte Gaskessel</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), , angegeben als Stickstoffdioxid	85 mg/m <sup>3</sup>	3 %
Kohlenstoffmonoxid*	30 mg/m <sup>3</sup>	3 %

<b>Emissionsgrenzwerte Gasturbinen (GT)</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), , angegeben als Stickstoffdioxid	40 mg/m <sup>3</sup>	15 %
Kohlenstoffmonoxid*	60 mg/m <sup>3</sup>	15 %

Tab. 7.1: Emissionsgrenzwerte für die geplante Anlage bei Volllast, \* Entsprechend Angaben des Auftraggebers

Die obigen Grenzwerte gelten gem. 13. BImSchV und BVT ab einer GT-Last von 70 %, unter ISO-Bedingungen (288.15 K, 101.3 kPa, relative Luftfeuchte 60 %), nachfolgend "Emissionsfenster Hochlast" genannt. Das Emissionsfenster Hochlast wird antragsgemäß bis zu einer GT-Last von 60 % nach unten erweitert, so dass die o. g. niedrige Emissionsbegrenzung für einen großen Nutzungsbereich gilt.

Für GT-Lasten unter 60 % und für Kombinationsbetrieb GT zusammen mit Zusatzfeuerung sind gemäß § 8 Abs. 2 Satz 2 der 13. BImSchV die Emissionsgrenzwerte und zugehörige Bezugssauerstoffgehalte durch die Behörde im Einzelfall festzulegen. Hierzu wurde auf Basis der vom Antragsteller vorgelegten technischen Informationen vom RP Darmstadt Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt, Dez 43.1 folgendes bestimmt:

<b>Emissionsgrenzwerte Gasturbinen in Mittellast</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), angegeben als Stickstoffdioxid	80 mg/m <sup>3</sup>	15 %
Kohlenstoffmonoxid	120 mg/m <sup>3</sup>	15 %

<b>Emissionsgrenzwerte Gasturbinen in Schwachlast</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), angegeben als Stickstoffdioxid	120 mg/m <sup>3</sup>	15 %
Kohlenstoffmonoxid	200 mg/m <sup>3</sup>	15 %

Tab. 7.2: Emissionsgrenzwerte für die geplante Anlage bei Mittellast und Schwachlast

Zur Berechnung der Emissionsgrenzwerte für den Kombibetrieb, also Mischbetriebsweise von Gasturbine und zusatzbefeuertem Abhitzekessel mit unterschiedlichen Lasten und Bezugssauerstoffgehalten, wurde die Anwendung einer Mischungsformel (sog. modifizierte "TÜV-Rheinland-Formel") festgelegt. Die Formel geht davon aus, dass sowohl der Gasturbine wie auch der Zusatzfeuerung der jeweils infrage kommende Emissionsgrenzwert an das Einzelaggregat angerechnet wird.

Je nach Lastzustand der Gasturbine und Leistung der Zusatzfeuerung ergeben sich somit verschieden hohe Emissionen, die sich mit folgender Matrix darstellen lassen:

Emissionsfenster	Leistung der Gasturbine (GT) im Emissionsfenster	Leistung der Zusatzfeuerung (ZF) des Kessels					
		ZF aus		Maximal		Minimal	
		Kessel 7	Kessel 8	Kessel 7	Kessel 8	Kessel 7	Kessel 8
Hochlast	Maximal	X711	X811	<b>X712</b>	<b>X812</b>	X713	X813
	Minimal	X714	X814	X715	X815	X716	X816
Mittellast	Maximal	X721	X821	<b>X722</b>	<b>X822</b>	X723	X823
	Minimal	X724	X824	X725	X825	X726	X826
Schwachlast	Maximal	X731	X831	<b>X732</b>	<b>X832</b>	X733	X833
	Minimal	X734	X834	X735	X835	X736	X836
Frischlufbetrieb	GT Aus	--	--	X741	X841	X742	X842

Tab. 7.3: Emissionsfenster und Betriebszustände

Die höchsten Emissionen für  $\text{NO}_x$  und Kohlenmonoxid treten in jedem Emissionsfenster jeweils bei maximaler Gasturbinenlast kombiniert mit maximaler Zusatzfeuerung des Kessels auf, so dass die in **Tab. 7.3** grau unterlegten Betriebszustände X712/X812, X722/X822 und X732/X832 des beantragten Gasturbinenneubau E 536 als worst-case in der hier vorliegenden Immissionsprognose betrachtet werden.

Ergänzend zu den aus dem Verbrennungsprozess herrührenden Emissionen von Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) und Kohlenmonoxid wird eine Emissionsbegrenzung für Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) vorgesehen.

Diese Emissionen entstehen durch den technisch nicht vermeidbaren sogenannten "Ammoniak-Schlupf", der bei Einsatz einer Rauchgasentstickung (auch  $\text{DeNO}_x$  genannt) entstehen kann. Mit einer  $\text{DeNO}_x$  werden Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) im Abgas mittels Einsprühen von Ammoniak durch Reduktion zu elementarem Stickstoff verringert.

Durch optimierte Brennprozesse (Primärmaßnahmen) wird im Gasturbinenneubau E 536 versucht, die thermische  $\text{NO}_x$ -Bildung weitestgehend zu unterdrücken. Eine  $\text{DeNO}_x$  (Sekundärmaßnahme) wird im Vorhaben nur optional für den Fall vorgesehen, dass die beantragten niedrigen  $\text{NO}_x$ -Emissionsbegrenzungen mit Primärmaßnahmen nicht erreicht werden können.

Da Ammoniakschlupf im Abgas einen Beitrag zur Stickstoffdeposition liefert, wird vorsorglich der nach BVT-assoziierte Emissionswert für  $\text{NH}_3$ -Emissionen in die Luft beim Einsatz von

DeNO<sub>x</sub> Abgasreinigung festgelegt und die resultierende Fracht in der hier vorliegenden Immissionsprognose berücksichtigt.

Der BVT-assoziierte Emissionswert für NH<sub>3</sub>-Emissionen in die Luft beim Einsatz von SCR- und/oder SNCR- Verfahren beträgt < 3-10 mg/Nm<sup>3</sup> als Jahresmittelwert oder Mittelwert über den Zeitraum der Probennahme. Hier wird in Absprache mit dem Auftraggeber nicht mit den maximalen Werten der gegebenen Spannweite gearbeitet.

Die Anteile an NO<sub>2</sub>-Direktemission wurden den Messungen am vorhandenen Kessel 2 aus dem Jahr 2019 entnommen und auf die neuen Quellen übertragen.

Für die geplanten Gasturbinen in Volllast wurde demnach ein NO<sub>2</sub>-Direktanteil an der NO<sub>x</sub>-Gesamtemission von 8 % festgelegt, in Teillast 6 %.

Für die weiteren Quellen wurde mit einem Direktanteil von 10 % gearbeitet.

Entsprechend LfULG (2012) liegt der PM<sub>2.5</sub>-Anteil sowie der PM<sub>10</sub>-Anteil am Gesamtstaub bei 100 %. Bei den Staubemissionen handelt es sich demnach ausschließlich um Feinstaubpartikel ≤ 2.5 µm.

Die angesetzten Emissionen sowie die zugehörigen Emissionszeiten sind in **Tab. 7.4** dargestellt.

Kenng	Volumenstrom Nt [m³/h]	Massenkonzentration [mg/m³]					Massenstrom [kg/h]				
		Nox	CO	SO2	Staub	NH3	Nox	CO	SO2	Staub	NH3
E1E534_H	739419	45.88	62.08			6.42	33.9	45.9			4.7
E2E534_H	739419	45.88	62.08			6.42	33.9	45.9			4.7
E1E534_S	399767	138.1	206.4			7.3	55.2	82.5			2.9
E1E534_M	495952	92.88	124.55			6.91	46.1	61.8			3.4
E2E534_S	399767	138.1	206.4			7.3	55.2	82.5			2.9
E2E534_M	495952	92.88	124.55			6.91	46.1	61.8			3.4
E3E534_1	500000	120	200				60.0	100.0			
E4E534_1	500000	120	200				60.0	100.0			
E1E539	3000	3500	900		80		10.5	2.7		0.24	
E2E539	3000	3500	900		80		10.5	2.7		0.24	

Tab. 7.4: Massenkonzentrationen und Massenströme für die Quellen der geplanten Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen.

#### 7.1.4 Quantifizierung der Emissionen für die vorhandene Anlage

Die Emissionen für die vorhandene Anlage wurden den Eingangsdaten, die vom Auftraggeber übernommen wurden, entnommen (siehe Abschnitt 5.4.2).

#### 7.1.5 Zeitliche Charakteristik

Es erfolgte eine zeitliche Variation der Emission für nahezu alle betrachteten Emissionsquellen entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers und entsprechend der in Formular 8/1 gegebenen Zeitanteile. Die angesetzten Zeitanteile sind in **Tab. 5.2** (bestehende Quellen) bzw. **Tab. 5.4** (geplante Quellen) dargestellt. Die Eingangsdaten jeder einzelnen Emissionsquelle beruhen auf der Annahme einer maximal möglichen Ausnutzung der beantragten Jahresstunden.

Hinweis: Als langjähriges repräsentatives Jahr wurde bei den meteorologischen Daten ein Schaltjahr ermittelt (2012). Aus diesem Grund wurden die Emissionszeitreihen ebenfalls für ein Schaltjahr bestimmt, um eine Übereinstimmung zwischen Meteorologie und Emissionszeitreihen zu erzielen.

#### 7.1.6 Zusammenfassende Darstellung der Emissionen

In **Tab. 7.5** sind die Quellen der vorhandenen und geplanten Anlage für die Planfälle 51 m und 80 m zusammengestellt.

Geringe Abweichungen zu den im Text genannten Zahlen sind auf Rundungseffekte zurückzuführen.

	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 3	Quelle 4*	Quelle 5	Quelle 6	Quelle 7	Quelle 8	Quelle 9	Quelle 10*	Quelle 11
	E1D571_H	E1D571_S	D583E1	D582E1_H	D585E1	E2D571	D531E2	E1E534_H	E2E534_H	D582E1_A	E1E534_S
Art der Quelle	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ
Rechtswert	3466457	3466457	3466497	3466519	3466588	3466447	3466444	3466562	3466572	3466519	3466562
Hochwert	5550647	5550647	5550695	5550766	5550725	5550664	5550750	5550590	5550571	5550766	5550590
Quellhöhe bzw. Quellunterkante in m	60.0	60.0	111.0	167.0	75.5	40.0	40.0	51/80	51/80	167.0	51/80
Durchmesser der Quelle in m	4.2	4.2	3.8	2.9	3	4.2	3.7	4.1	4.1	2.9	4.1
Wärmestrom in MW	28.71	13.3	19.93	14.65	6.65	44.88	91.8	25.7	25.7	7.82	10.27
Abgasgeschwindigkeit in m/s	22.21	11.73	15.04	18.98	9.05	13.3	35.05	21.37	21.37	13.22	10.81
Anteil NO <sub>2</sub> an NO <sub>x</sub> in %	10	10	8	10	10	10	10	8	8	10	6
SO <sub>2</sub> in kg/a	38204	16576	53398	0	0	528	540	0	0	0	0
NO in kg/a	134488	194655	235924	0	82274	6198	2122	96621	96621	0	68265
NO <sub>2</sub> in kg/a	22919	33152	31471	0	14016	1056	362	13001	13001	0	6689
PM-1 in kg/a	0	0	26683	0	7008	0	0	0	0	0	0
NH <sub>3</sub> in kg/a	0	0	0	0	0	0	0	22496	22496	0	5883

	Quelle 12	Quelle 13	Quelle 14	Quelle 15	Quelle 16	Quelle 17	Quelle 18
	E1E534_M	E2E534_S	E2E534_M	E3E534_1	E4E534_1	E1E539	E2E539
Art der Quelle	PQ						
Rechtswert	3466562	3466572	3466572	3466586	3466597	3466649	3466650
Hochwert	5550590	5550571	5550571	5550598	5550580	5550652	5550652
Quellhöhe bzw. Quellunterkante in m	51/80	51/80	51/80	51/80	51/80	33.0	33.0
Durchmesser der Quelle in m	4.1	4.1	4.1	5.8	5.8	0.4	0.4
Wärmestrom in MW	14.43	10.27	14.43	89.16	89.16	0.56	0.56
Abgasgeschwindigkeit in m/s	13.76	10.81	13.76	13.45	13.45	18.78	18.78
Anteil NO <sub>2</sub> an NO <sub>x</sub> in %	6	6	6	10	10	10	10
SO <sub>2</sub> in kg/a	0	0	0	0	0	0	0
NO in kg/a	56994	68265	56994	10565	10565	74	74
NO <sub>2</sub> in kg/a	5599	6689	5599	1800	1800	13	13
PM-1 in kg/a	0	0	0	0	0	3	3
NH <sub>3</sub> in kg/a	6899	5883	6899	0	0	0	0

Tab. 7.5: Zusammenstellung der emissionsseitigen Eingangsdaten für die Berechnung der Zusatzbelastung durch die vorhandene und die geplante Anlage im Planfall (nach Abschaltung der Kohlekessel). \* im Planfall nicht mehr in Betrieb, \*\* Quellhöhe der geplanten Schornsteine nach TA Luft (vor dem Schrägstrich) bzw. entsprechend der geplanten Schornsteinbauhöhe (nach dem Schrägstrich), geplante Quellen sind grau gekennzeichnet

## 8 AUSBREITUNGSMODELLIERUNG

Die Ausbreitungsrechnungen für die zu betrachtenden Immissionen sowie die Staub-Deposition erfolgten mit dem Programmsystem LASAT im AUSTAL2000-Modus. Die im vorliegenden Gutachten verwendete Version von LASAT ist Version 3.4. Die Deposition von Stickstoff und Säure in die FFH-Gebiete wurde ebenfalls mit LASAT in der genannten Version berechnet, und zwar im Modus AUSTAL2000N.

Die Eingangs- und Protokolldateien der Ausbreitungsrechnungen (Input- und LOG-Dateien) sind am Beispiel für den Planfall 80 m in Anhang A3 aufgeführt. Es wurden nur Zusatzbelastungen durch die geplanten und vorhandenen Anlagenteile betrachtet.

### 8.1 Rechengebiet

#### 8.1.1 Ausdehnung und räumliche Auflösung

Das Rechengebiet wurde entsprechend den Vorgaben der TA Luft (2002) automatisch von AUSTAL2000 generiert. Das Gitter besitzt im Nahbereich (944 m x 960 m) eine horizontale Auflösung von 4 m x 4 m und überdeckt insgesamt eine Fläche von ca. 18 km x 18 km. Für die vertikale Auflösung des Rechengitters wurde die Standardauflösung von AUSTAL2000 verwendet, was für die Größenordnung der hier zu betrachtenden Gebäude ausreichend ist (im Bereich der Gebäude vertikale Auflösung von 3 m).

#### 8.1.2 Bodenrauigkeit des Geländes

Bei Ausbreitungsrechnungen wird eine mittlere Rauigkeitslänge  $z_0$  zur Abbildung der Oberflächenstruktur durch Bebauung und Bewuchs des Geländes verwendet. Die Rauigkeitslänge stellt ein Maß für den Strömungswiderstand der Erdoberfläche dar. Bei der Modellierung geht die Rauigkeitslänge sowohl in die meteorologischen Grenzschichtprofile als auch in die Festlegung der Monin-Obukov-Länge (vgl. Tabelle 17, Anhang 3, TA Luft, 2002) ein.

Die mittlere Rauigkeitslänge wird in Tabelle 14, Anhang 3, der TA Luft (2002) in Abhängigkeit von Landnutzungsklassen neun Klassenwerten für  $z_0$  von 0.01 m (für beispielsweise Wasserflächen) bis 2 m (durchgängig städtische Prägung) zugeordnet. Diese Landnutzungsklassen können flächenhaft dem CORINE-Kataster entnommen werden.

Bei inhomogenen Landnutzungsverhältnissen am Standort ist der Einfluss des verwendeten Wertes der Rauigkeitslänge auf die berechneten Immissionsbeiträge nach TA Luft (2002) zu

prüfen. Gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 (VDI, 2010) ist der Wert für die Rauigkeitslänge so zu wählen, dass eine konservative Bestimmung der Immissionsbeiträge erfolgt.

Die Rauigkeitslänge am vorliegenden Standort wurde anhand des CORINE-Katasters zu 1.0 m bestimmt. Dies ist dadurch bedingt, dass die zu betrachtenden Bereiche überwiegend durch Industriegebiet gekennzeichnet sind, welche im Corine-Kataster standardmäßig mit einem  $Z_0$  von 1.0 m belegt ist. Im hier vorliegenden Fall sind die Gebäudehöhen innerhalb des umliegenden Industriegebietes jedoch deutlich höher und zudem ist das Gelände überwiegend dicht bebaut. Obwohl einzelne nahegelegene sehr hohe Gebäude bei der Modellierung explizit aufgelöst werden, ist die Rauigkeit aus dem Corine-Kataster trotzdem noch zu niedrig. Es wurde deshalb mit einer resultierenden Rest-Rauigkeitslänge (nach Abzug der Rauigkeiten für die explizit aufgelösten Gebäude) von 1.5 m gerechnet.

## 8.2 Komplexes Gelände - Auswirkungen auf die Windfeldmodellierung

### 8.2.1 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Geländeunebenheiten zeigen bei der Ausbreitungsmodellierung ggf. Auswirkungen sowohl auf die mittlere Strömung als auch auf die Turbulenz- und Ausbreitungseigenschaften. Im Fall von geringen Geländesteigungen sind im Allgemeinen nur die Auswirkungen auf das mittlere Windfeld relevant. Dieses ist dann nicht mehr horizontal homogen, sondern es folgt bodennah den Geländeunebenheiten und weist damit ortsabhängige Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen auf.

Das Gelände im Umkreis ist kaum topographisch gegliedert (vgl. **Abb. 5.2**).

Nach TA Luft (2002) sollen Geländeunebenheiten in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden, wenn über eine Strecke, die der doppelten Schornsteinhöhe entspricht, Steigungen von mehr als 1:20 (entspricht 0.05 m/m) und innerhalb des Rechengebiets Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0.7fachen der Schornsteinhöhe auftreten.

**Abb. 8.1** zeigt die Geländesteigungen im Rechengebiet bei einer horizontalen Gitterauflösung vom 2fachen der Schornsteinhöhe der geplanten Dauerkamine (160 m). Die Strecken zwischen den relevanten Quellen des Betriebs und den Beurteilungsflächen weisen nur Steigungen auf, die den Wert von 0.05 nicht überschreiten. Steigungen über dem Mindestkriterium zur Berücksichtigung des Reliefs bei der Modellierung treten vereinzelt im Bereich des Kelsterbaches Waldes und des Schwanheimer Waldes auf. Diese Bereiche liegen jedoch mit

maximal 0.07 auch nur leicht über der Mindestschwelle. Die Flächen mit Steigungen über 0.05 nehmen insgesamt einen untergeordneten Anteil ein. Das Rechengebiet ist demnach im Bereich der interessierenden Immissionsorte nahezu flach. Hinzu kommt, dass die Höhen im Rechengebiet zumindest im relevanten Bereich zwischen 84 m und 147 m über NN variieren. Nach TA Luft liegen auch diese Höhendifferenzen in einem so kleinen Bereich, dass auch aus diesem Grund das Relief nicht mit zu betrachten ist. Daher wurde die Berechnung ohne Berücksichtigung des Reliefs durchgeführt. Ganz im Nordwesten des Rechengebietes schließt sich der Taunus an, mit höheren Neigungen. Dieser ist jedoch so weit weg, dass er sich nicht lokal auf die Ausbreitungsmodellierung für den zu betrachtenden Nahbereich der Anlage auswirkt bzw. in den angesetzten Meteorologiedaten enthalten ist. Deshalb werden die dortigen Längsneigungen (hier durch die Legende verdeckt) ebenfalls vernachlässigt.

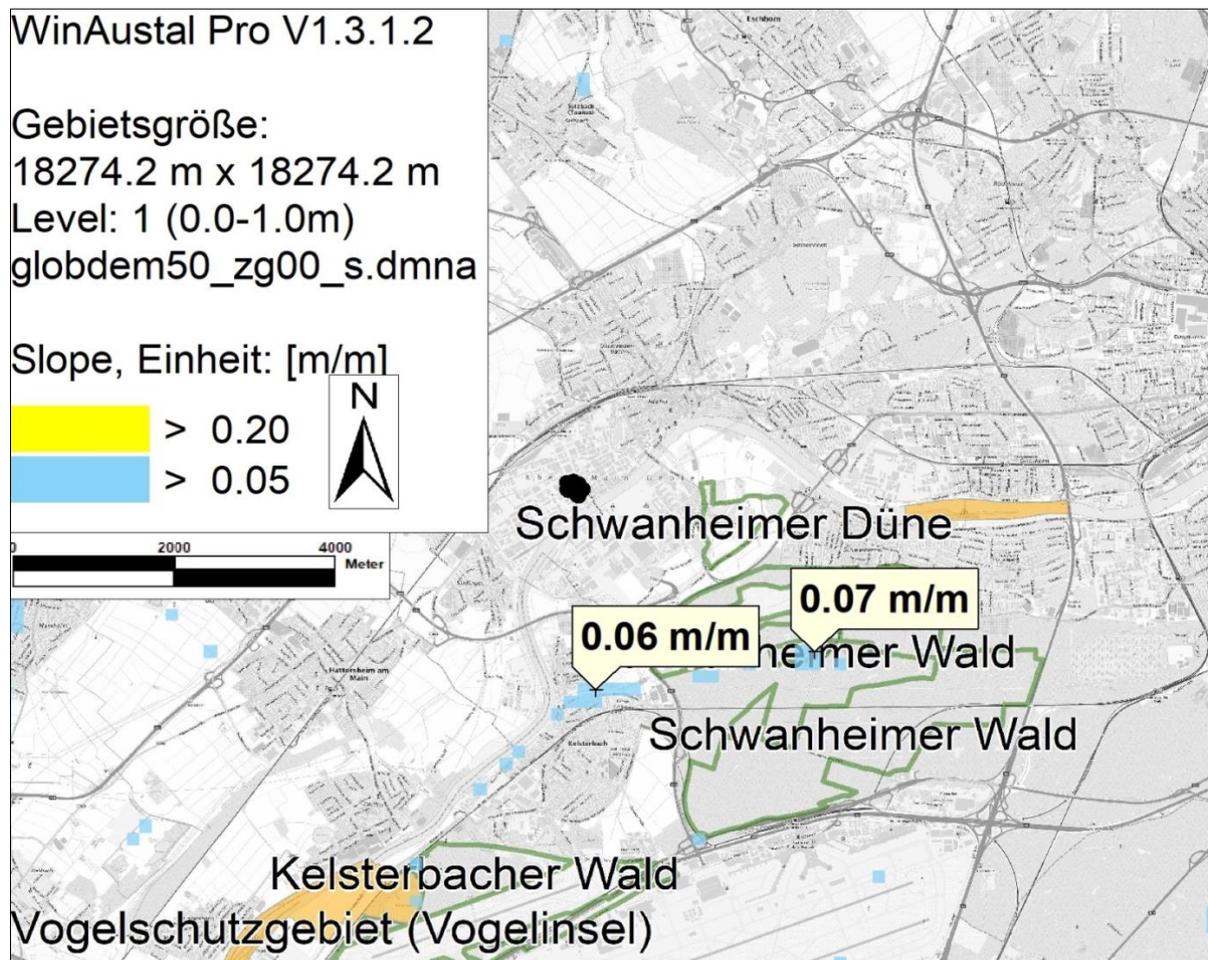


Abb. 8.1: Geländesteigungen im Modellgebiet im Bereich mit relevanten Immissionen. Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

### 8.2.2 Berücksichtigung von Bebauung

Das Wind- und Turbulenzfeld wird durch Bebauungsstrukturen (wie einzelne Gebäude oder Gebäudeblöcke) beeinflusst. Die Auswirkungen zeigen sich auch im Ausbreitungsverhalten einer Konzentrationsfahne, insbesondere, wenn sich die Bebauungsstrukturen in der Nähe des Freisetzungsortes befinden.

Es erfolgte eine detaillierte Berücksichtigung der Bebauungsstruktur mittels des diagnostischen Windfeldmodells von LASAT im AUSTAL2000-Modus (TALdia). **Abb. 8.2** zeigt die im Modell abgebildeten Bebauungsstrukturen am Standort der Anlage. Die Berücksichtigung der Gebäude erfolgte unter Beachtung der Vorgaben der TA Luft, für die Fälle, in denen bei der Gebäudehöhe die entsprechenden Schwellwerte überschritten werden.



Abb. 8.2: Berücksichtigte Bebauungsstruktur (rot gekennzeichnet).  
Kartengrundlage: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2018)

Die im Untersuchungsgebiet und seiner Umgebung vorhandenen Gebäude wurden aus dreidimensionalen Daten des Auftraggebers übernommen und um den geplanten Gebäudekomplex ergänzt. Danach wurden die Gebäude in das dreidimensionale Rechengitter überführt. Die Gebäudedigitalisierung für das Plangebiet und seine Umgebung ist mit Blick aus Süden in **Abb. 8.3** dargestellt.

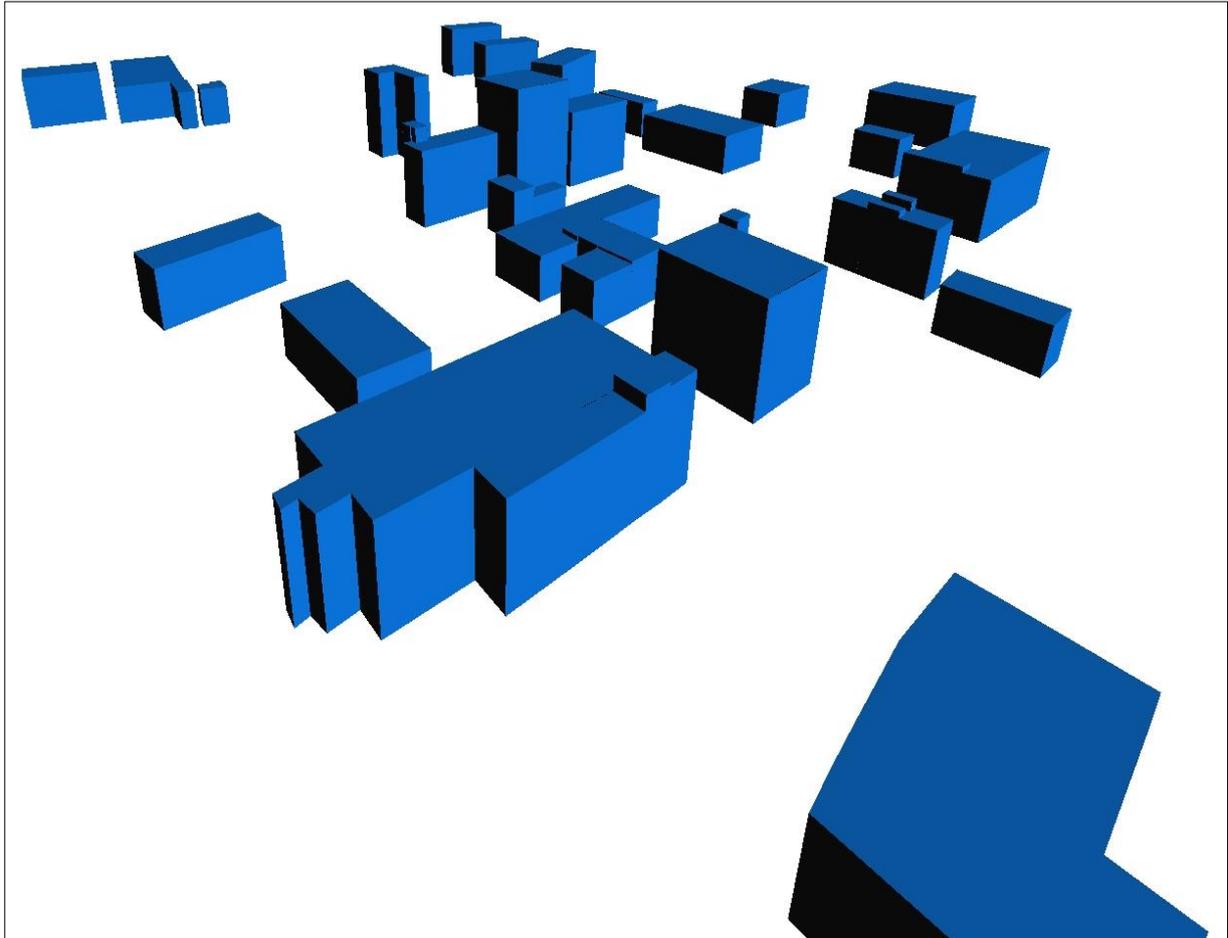


Abb. 8.3: Dreidimensionale Darstellung des bei der Strömungsrechnung berücksichtigten Gebäudemodells, Blick aus Südwesten

### 8.2.3 Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell

Die Windfeld- und Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Programmsystem AUSTAL2000, das dort angewandte Windfeldmodell TALdia erfüllt die in VDI (2010) aufgestellten Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell im Rahmen des Einsatzbereichs der TA Luft (2002).

Der Zahlenwert des Divergenzfehlers (Maximum 0.004) liegt damit mehr als eine Größenordnung unter dem im Handbuch zu AUSTAL2000 nicht zur Überschreitung empfohlenen maximalen Wert von 0.05.

## **8.3 Rechenparameter**

### **8.3.1 Anemometerposition und Anemometerhöhe**

Bei der Ausbreitungsrechnung werden die meteorologischen Daten (siehe Abschnitt 5.3) im Modellgebiet einer räumlichen Anemometerposition und einer dazugehörigen Anemometerhöhe (in m über Grund) zugeordnet.

Bei Rechnungen für homogenes Gelände und ohne die Berücksichtigung des Einflusses der Bebauung ist eine freie Wahl des Anemometerstandorts möglich, da die meteorologischen Profile in diesem Fall standortunabhängig sind. Erfolgt die Ausbreitungsrechnung dagegen unter Berücksichtigung komplexer Strömungsverhältnisse, (Einfluss von Bebauung und bzw. oder Geländeunebenheiten), ist die Anemometerposition sorgfältig auszuwählen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Anemometerposition südwestlich des Anlagenstandorts außerhalb des Einflussbereiches der bei der Modellierung explizit berücksichtigten Gebäude gelegt (vgl. **Abb. 5.2**). Die Anemometerhöhe wurde mit 19.3 m in Abhängigkeit von der Rauigkeit am Untersuchungsstandort bestimmt.

### **8.3.2 Statistische Sicherheit**

Die statistische Sicherheit der Ausbreitungsrechnung ist in den Protokollen der Berechnungen (LOG-Dateien) in Anhang A3 ausgewiesen und erfüllt die Anforderungen der TA Luft Anhang 3.

Die Anzahl der in LASAT pro Sekunde freigesetzten Partikel wurde entsprechend der Qualitätsstufe +4 in AUSTAL2000 gewählt und geht damit über die Anforderungen aus VDI (2010) hinaus.

### **8.3.3 Depositionsgeschwindigkeiten**

Bei den Ausbreitungsrechnungen für die Immission und die Deposition von  $\text{NH}_3$  wurden die Depositionsgeschwindigkeiten entsprechend Anhang 3 TA Luft (2002) Abschnitte 3 und 4 für Ammoniak und Staub mit den dort gegebenen Geschwindigkeiten berücksichtigt.  $\text{PM}_{10}$

wurde der Größenklasse der Korngröße 1 nach Anhang 3 TA Luft (2002) Abschnitt 4 zugeordnet.

Für die Ermittlung der Deposition von  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_2$  wurde eine separate Berechnung durchgeführt, und zwar im Modus AUSTAL2000N.

Dort verankert sind die Depositionsgeschwindigkeiten für  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$  und  $\text{SO}_2$  aus VDI 3782 Blatt 5 (VDI, 2006). Bei  $\text{SO}_2$  und  $\text{NH}_3$  wird mit 1.0 cm/s (=TA Luft-Wert) gearbeitet.

Die bei der Modellierung der Depositionen in die FFH-Gebiete für alle betrachteten Komponenten angesetzten Depositionsparameter für die LASAT-Rechnung sind in **Tab. 8.1** dargestellt.

Stoff	Depositionsgeschwindigkeit in cm/s	Literatur
NO	0.05	VDI (2006)
$\text{NO}_2$	0.3	VDI (2006)
$\text{NH}_3$	1.0	TA Luft (2002)
Pm-1	0.1	TA Luft (2002)
$\text{SO}_2$	1.0	VDI (2006)

Tab. 8.1: Bei der Ausbreitungsmodellierung standardmäßig verwendete Depositionsgeschwindigkeiten in cm/s (entsprechend AUSTAL2000/AUSTAL2000N)

Für Ammoniak und Schwefeldioxid wird in der Richtlinie VDI 3782, Blatt 5 für Wald eine separate Depositionsgeschwindigkeit genannt, während für die anderen Komponenten keine Differenzierung in der Landnutzung gemacht wird.

Die Effekte der nassen Deposition werden bei der Modellierung entsprechend den Vorgaben von AUSTAL2000N berücksichtigt.

Teile der zu bewertenden FFH-Gebiete stellen Waldflächen dar. Dafür werden in der Richtlinie VDI 3782, Blatt 5 für  $\text{SO}_2$  (relevant für Säureeintrag) und  $\text{NH}_3$  separate Depositionsgeschwindigkeiten ausgewiesen.

Um dies bei der Auswertung entsprechend zu berücksichtigen, wurden die berechneten N-Depositionen und Säureeinträge zum einen so ausgewiesen, wie im AUSTAL2000N-Modus berechnet, zum anderen wurde das berechnete Feld entsprechend der höheren Wald-Depositionen für die beiden genannten Komponenten skaliert. Dies entspricht der Methode 3 nach

LANUV (2015) (Ausbreitungsrechnung mit mesoskaliger Depositionsgeschwindigkeit, nachträgliche Bestimmung der Deposition im Wald durch Multiplikation der Modell-Depositionen mit dem Faktor  $V_{dWald}/V_{dTA\ Luft}$ ).

Bei LANUV (2013) heißt es dazu: „Da die einfach handhabbare Methode 3 zu etwas höheren Depositionsflüssen führt als Methode 5 (Anm.: Dies wäre eine flächig variable Depositionsgeschwindigkeit), ist sie als eine praktikable, belastbare und ausreichend konservative Methode zurzeit die beste Wahl für die Genehmigungspraxis, sowohl im Bereich industrieller als auch landwirtschaftlicher Vorhaben.“

Aus diesem Grund gibt es bei den ausgewiesenen Depositionen von Stickstoff und Säure jeweils zwei Werte: einmal für Waldflächen und einmal für Flächen außerhalb von Wald. Der FFH-Gutachter muss je nach vorhandener Landnutzung eines der beiden Ergebnisse zur Bewertung heran ziehen.

Die Ermittlung der Deposition erfolgte nach Straub (2015) wie folgt (F = Deposition, S = Säureäquivalent):

$$FN = \left(\frac{14}{30}\right) \cdot F_{NO} + \left(\frac{14}{46}\right) \cdot F_{NO_2} + \frac{14}{17} \cdot F_{NH_3}$$

$$S = \left(\frac{1 \text{ eq}}{30 \text{ g}}\right) \cdot F_{NO} + \left(\frac{1 \text{ eq}}{46 \text{ g}}\right) \cdot F_{NO_2} + \frac{1 \text{ eq}}{17 \text{ g}} \cdot F_{NH_3} + \frac{2 \text{ eq}}{64 \text{ g}} \cdot F_{SO_2}$$

### 8.3.4 NO-NO<sub>2</sub>-Konversion

Gemäß TA Luft (2002) werden unter Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) die Summe aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) verstanden. Bei den Emissionen wird die Gesamtheit der NO<sub>x</sub>-Emission sowohl als NO<sub>x</sub> als auch als NO bzw. NO<sub>2</sub> betrachtet. Aus der Quelle wird überwiegend NO emittiert, der Anteil der Direktmissionen von NO<sub>2</sub> am NO<sub>x</sub> wurde aus Messdaten an den vorhandenen Anlagenteilen abgeleitet und auf die hier zu betrachteten Quellen übertragen. Eine Übersicht über die angesetzten Anteile von NO<sub>2</sub>-Direktmissionen zeigt die **Tab. 7.5**.

Auf dem Ausbreitungspfad wandelt sich emittiertes NO allmählich in NO<sub>2</sub> um. Im verwendeten Ausbreitungsmodell werden, entsprechend der Vorgaben der TA Luft (2002), die Umwandlungszeiten aus VDI (2010) für die Berechnung der Umwandlung von NO zu NO<sub>2</sub> verwendet.

## 9 ERGEBNISSE

Die berechneten maximalen Immissionen sind in **Tab. 9.1** dargestellt, und zwar getrennt für die beiden betrachteten Varianten Planfall 51 m und Planfall 80 m.

Die Berechnungsergebnisse an den betrachteten separaten Immissionsorten sind für die beiden betrachteten Varianten für die Parameter zum Schutz der menschlichen Gesundheit in **Tab. 9.2** dargestellt.

Die ermittelten Maximalwerte an Stickstoff- und Säuredeposition in den drei zu betrachteten FFH-Gebieten zeigt die **Tab. 9.3**, und zwar getrennt für die Waldbereiche und diejenigen Bereiche, die sich außerhalb von Wald befinden.

	<b>Maximalwert im Untersuchungsgebiet in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Irrelevanzwert TA Luft in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
NO <sub>2</sub> -I1 ZB	0.9/0.7	1.2
PM10-I1-ZB	0.1/0.1	1.2
PM2.5-I1-ZB	0.1/0.1	0.75
SO <sub>2</sub> -I1-ZB	0.2/0.2	1.5

Tab. 9.1: Maximale Immissionswerte im gesamten Rechengebiet. Wert vor bzw. nach dem Schrägstrich: bei Schornsteinhöhe der neuen Schornsteine von 51 m bzw. 80 m. Hinweis: I1  $\hat{=}$  Jahresmittelwert, ZB  $\hat{=}$  Anlagenbedingte Zusatzbelastung

	<b>Punkt 1 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Punkt 2 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Punkt 3 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Punkt 4 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Irrelevanzwert TA Luft in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
NO <sub>2</sub> -I1 ZB	0.8/0.7	0.1/0.1	0.5/0.4	0.7/0.7	1.2
PM10-I1-ZB	0.1/0.1	0.0/0.0	0.0/0.0	0.1/0.1	1.2
PM2.5-I1-ZB	0.1/0.1	0.0/0.0	0.0/0.0	0.1/0.1	0.75
SO <sub>2</sub> -I1-ZB	0.2/0.2	0.0/0.0	0.1/0.1	0.2/0.2	1.5

Tab. 9.2: Berechnete Zusatzbelastung an den separat betrachteten Untersuchungspunkten zum Schutz der menschlichen Gesundheit. Wert vor bzw. nach dem Schrägstrich: bei Schornsteinhöhe der neuen Schornsteine von 51 m bzw. 80 m, Hinweis: I1  $\triangleq$  Jahresmittelwert, ZB  $\triangleq$  Anlagenbedingte Zusatzbelastung. Lage der Punkte siehe **Abb. 5.1** und **Tab. 5.1**

FFH-Gebiete	N-Deposition in kg/(ha*a)		Säureeintrag in eq/(ha*a)	
	Außerhalb von Wald	Im Wald	Außerhalb von Wald	Im Wald
Schwanheimer Düne	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$	23	32
Schwanheimer Wald	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$	18	26
Kelsterbacher Wald	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$	11	16

Tab. 9.3: Berechnete maximale Zusatzbelastung an Stickstoff- und Säuredeposition in die zu betrachtenden umliegenden FFH-Gebiete bei der geplanten Schornsteinbauhöhe von 80 m, Erster Wert: gültig für alle Landnutzungen außer Wald, Zweiter Wert: Gültig für Wald

Die Staub-Deposition ist im gesamten Untersuchungsgebiet irrelevant. Sie liegt rechnerisch bei 0.0 g/(m<sup>2</sup> d)

## 9.1 Staub

Staubemissionen treten an den geplanten neuen Quellen nicht auf. Aus diesem Grund werden bei beiden berechneten Planvarianten (neue relevante Quellen mit Quellhöhen nach TA Luft bzw. mit den geplanten 80 m hohen Schornsteinen) dieselben PM10-Belastungen berechnet.

Aus diesem Grund erfolgt die Abbildung nur für den Planfall 80 m. Im Planfall 51 m treten dieselben Werte auf.

**Abb. 9.1** zeigt den Jahresmittelwert der Feinstaubimmissionen. Auf allen beurteilungsrelevanten Flächen wird die Irrelevanzschwelle der TA Luft (2002) von  $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit maximalen Werten von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unterschritten, und zwar um mehr als eine Größenordnung.

Folglich liegt kein Hinweis auf erhebliche Beeinträchtigungen durch die Feinstaubzusatzbelastung der Anlage im Planfall vor.

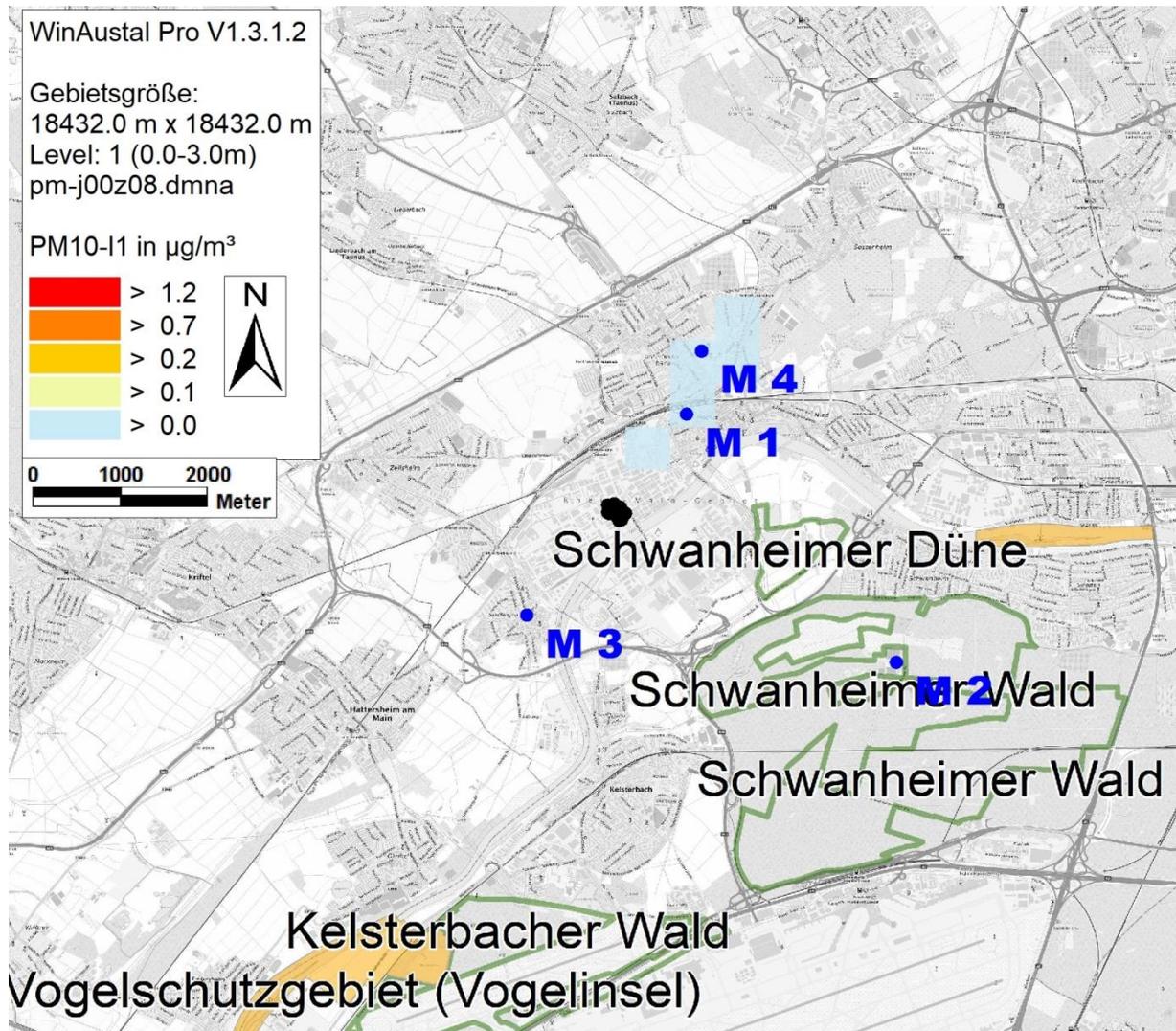


Abb. 9.1: Berechnete Zusatzbelastung für jahresmittlere PM10-Konzentration im Planfall 80 m (=Wert für Planfall 51 m) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA.

Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

Da die PM10-Emissionen ausschließlich als PM2.5 emittiert werden, entsprechen die berechneten anlagenbedingten PM10-Zusatzbelastungen denjenigen für PM2.5. Mit maximal  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist aber auch für PM2.5 die anlagenbedingte Zusatzbelastung deutlich unterhalb des Irrelevanzwertes der TA Luft von  $0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tab. 9.1).

Des Weiteren ist der Staubbiederschlag erwartungsgemäß zu vernachlässigen, da die Staubemissionen ausschließlich als PM2.5 erfolgen (siehe oben) und zudem sehr gering sind.

Rechnerisch ergibt sich ein maximaler Wert für die Staub-Deposition von  $0.0 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ . Auf eine separate flächenhafte Darstellung wurde deshalb bei dieser Komponente verzichtet.

Eine Betrachtung der Gesamtbelastung sowie eine Bewertung nach 4.7 TA Luft ist wegen der Einhaltung der Irrelevanz nicht notwendig.

## 9.2 Stickstoffoxide

Bei einer Schornsteinbauhöhe der geplanten neuen relevanten Schornsteine von 51 m über Grund werden maximale  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastungen im Jahresmittel von  $0.9 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Damit sind die  $\text{NO}_2$ -Belastungen bereits bei Schornsteinbauhöhen nach TA Luft im gesamten Untersuchungsgebiet unterhalb des Irrelevanzwertes der TA Luft. Tatsächlich sollen größere Schornsteine gebaut werden ( $H=80 \text{ m}$ ).

**Abb. 9.2** zeigt den Jahresmittelwert der  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastung durch den Betrieb der Anlage bei einer geplanten Schornsteinhöhe von Dauerkaminen und Anfahrkaminen von 80 m (=Planfall 80 m). Auf allen beurteilungsrelevanten Flächen wird die Irrelevanzschwelle der TA Luft (2002) von  $1.2 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit maximalen Werten von  $0.7 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterschritten. Die auftretenden Belastungen sind durch die geplanten Erhöhungen der Schornsteine der relevanten neuen Quellen auf 80 m insgesamt etwas niedriger als bei Umsetzung der Mindest-Quellhöhen nach TA Luft.

An den umliegenden sensitiven Punkten treten beim Planfall 80 m  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastungen zwischen  $0.1 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $0.7 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Auch hier ist demnach das Irrelevanzkriterium der TA Luft erfüllt.

Folglich liegt kein Hinweis auf erhebliche Beeinträchtigungen durch die Stickstoffzusatzbelastung der Anlage im Planfall vor.

Eine Betrachtung der Gesamtbelastung sowie eine Bewertung nach 4.7 TA Luft ist demnach nicht notwendig.

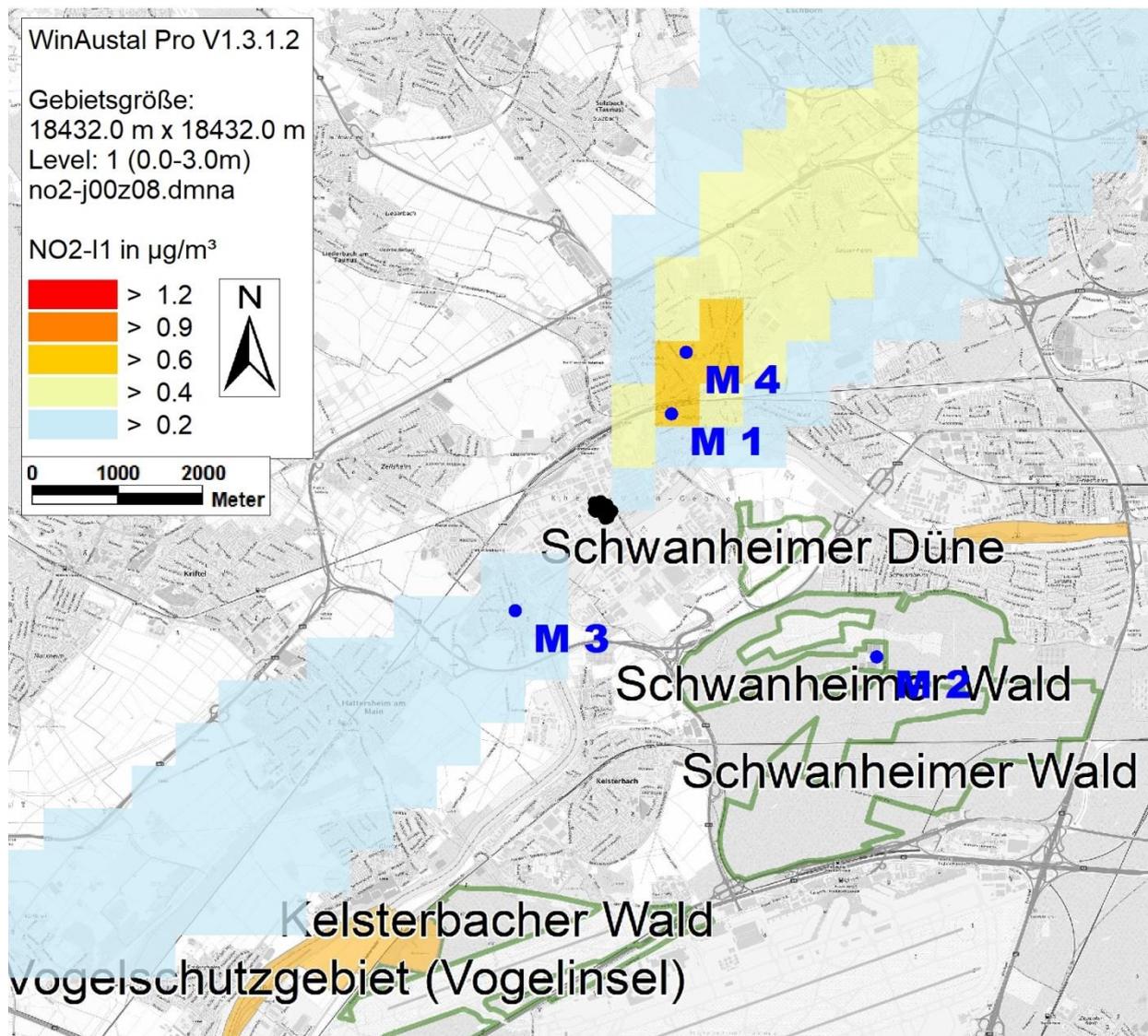


Abb. 9.2: Berechnete Zusatzbelastung für die jahresmittlere  $\text{NO}_2$ -Konzentration im Planfall 80 m in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

### 9.3 Schwefeldioxid

Emissionen von Schwefeldioxid treten analog zum Feinstaub an den geplanten neuen Quellen nicht auf. Aus diesem Grund sind die berechneten Werte für beide Varianten gleich.

Die berechneten anlagenbedingten  $\text{SO}_2$ -Zusatzbelastungen liegen mit maximal  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^2$  deutlich unterhalb des Irrelevanzwertes der TA Luft zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation (**Tab. 9.1**).

Auf eine flächenhafte Darstellung dieser Komponente wurde aus diesem Grund verzichtet. Eine Betrachtung der Gesamtbelastung sowie eine Bewertung nach 4.7 TA Luft ist demnach nicht notwendig.

#### 9.4 Stickstoffdeposition für Planfall 80 m

Die Ermittlung der Stickstoffdeposition infolge Betrieb der geplanten Anlage erfolgte für die tatsächlich geplanten Schornsteinbauhöhen (80 m) für die relevanten neuen Quellen (Planfall 80 m) unter Berücksichtigung der Gesamtemission der gesamten Anlage.

**Abb. 9.3** zeigt die anlagenbedingte Zusatzbelastung an Stickstoffdeposition für den Planfall 80 m in kg N/(ha a) berechnet mit Hilfe der Depositionsgeschwindigkeiten nach TA Luft (außerhalb von Waldbereichen gültig). Die Deposition über 0.3 kg N/(ha a) ist farblich markiert, die jeweiligen Wertebereiche der einzelnen Farbstufen sind der Legende zu entnehmen.

Für Waldbereiche wurden die berechneten N-Depositionsfelder entsprechend skaliert. Dafür sind die Werte aus **Abb. 9.4** maßgebend.

In Lee der Hauptwindrichtung und des Nebenmaximas der Windverteilung treten Stickstoffdepositionen von mehr als 0.3 kg/(ha\*a) auf. Dort liegen jedoch keine schützenswerten FFH-Gebiete. In den zu betrachtenden FFH-Gebieten sind die N-Depositionen, ermittelt nach TA Luft bzw. unter Skalierung der NH<sub>3</sub>-Depositionen für Waldbereiche kleiner oder gleich 0.3 kg/(ha\*a).

Die Beurteilung der Stickstoffeinträge hinsichtlich des Schutzes der Vegetation obliegt dem UVP-Gutachter. Die berechneten Werte wurden digital übergeben.

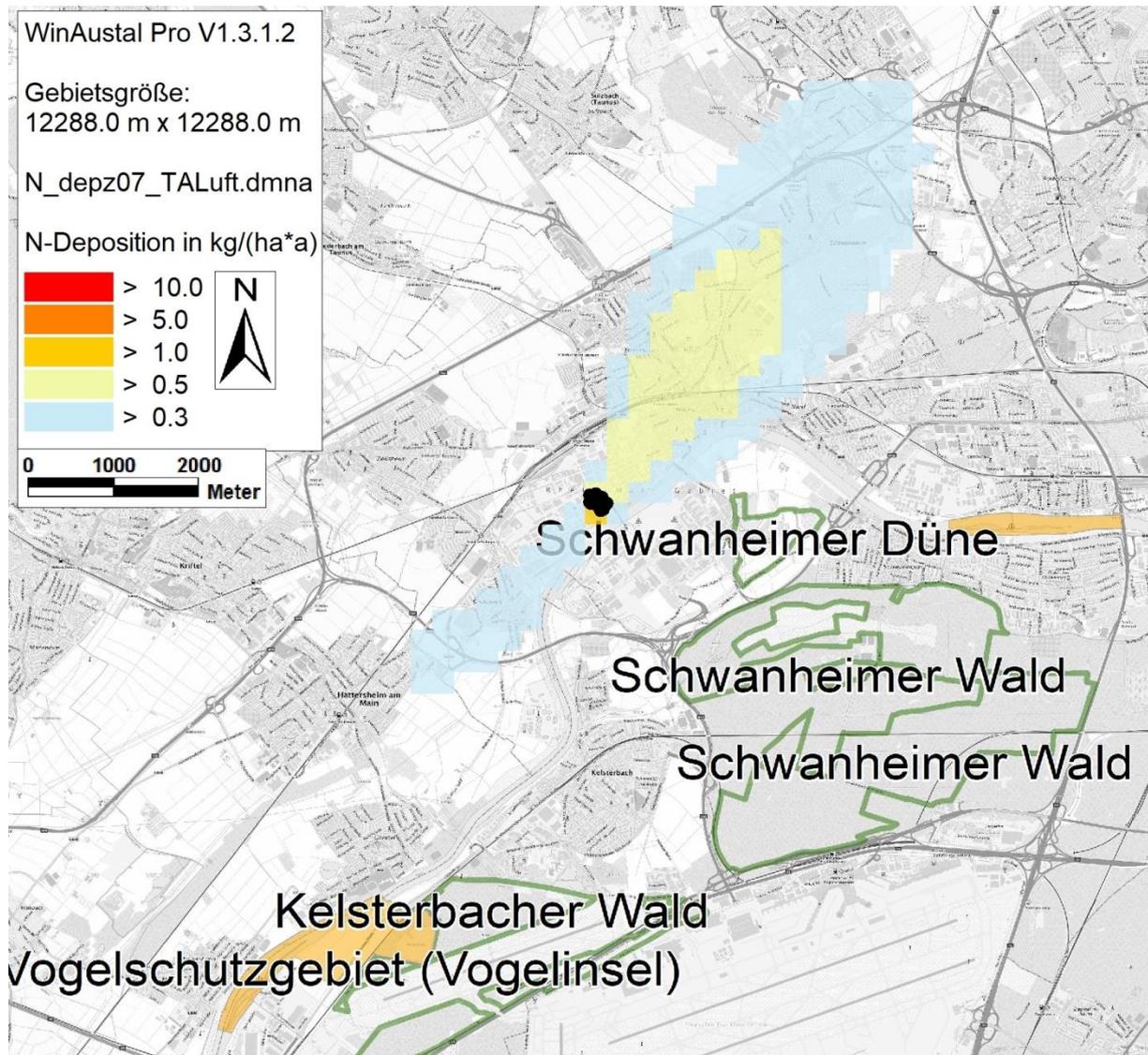


Abb. 9.3: Berechnete Zusatzbelastung an Stickstoffdeposition durch die geplante Anlage in kg N/(ha a) für Gebiete außerhalb von Waldbereichen, Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

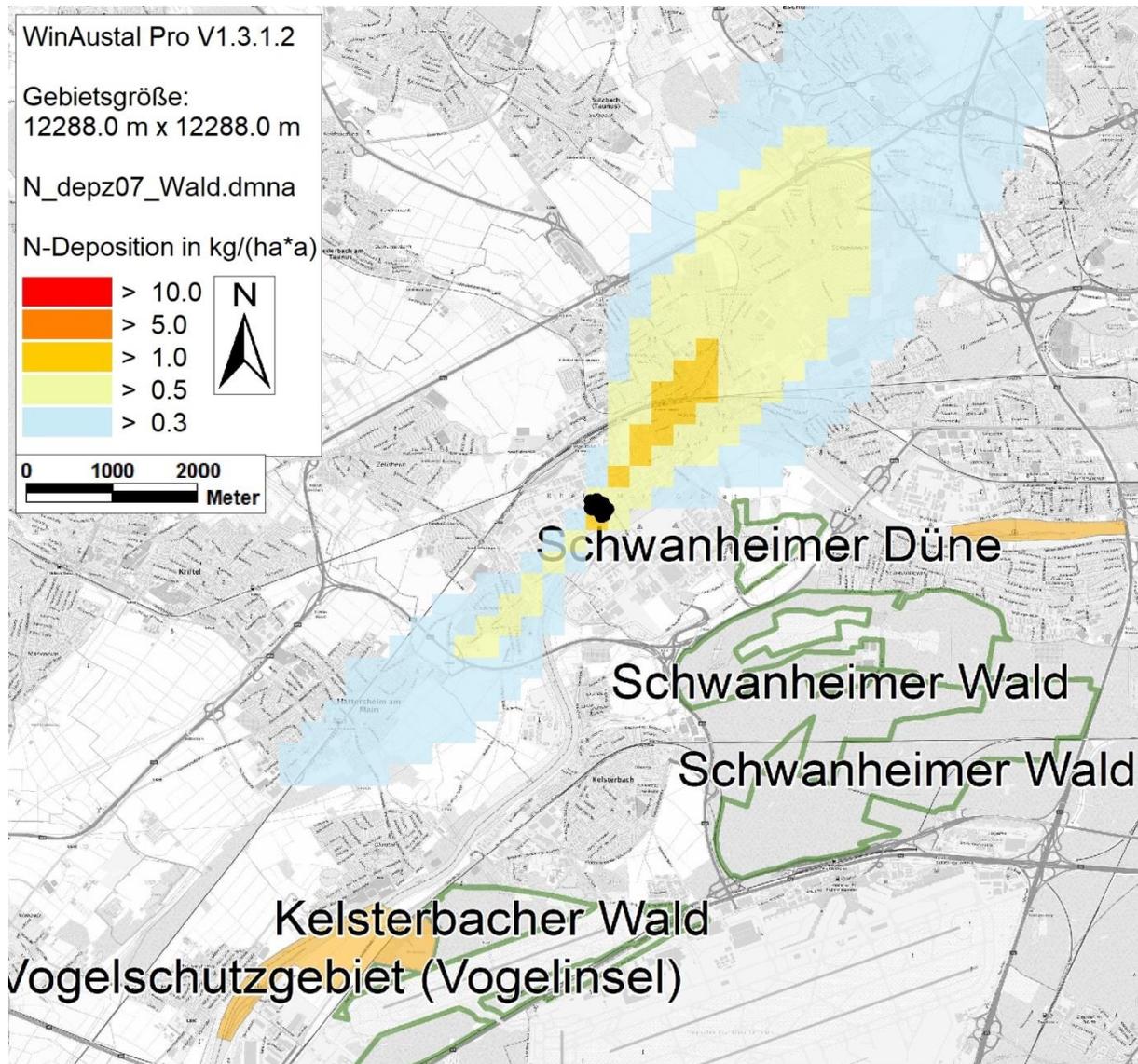


Abb. 9.4: Berechnete Zusatzbelastung an Stickstoffdeposition durch die geplante Anlage in kg N/(ha a) für Waldbereiche, Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

## 9.5 Säuredeposition für Planfall 80 m

Die Ermittlung der Säuredeposition infolge Betrieb der geplanten Anlage erfolgte ausschließlich für die tatsächlich geplanten Schornsteinbauhöhen (80 m) für die relevanten neuen Quellen (Planfall 80 m) unter Berücksichtigung der Gesamtemission der gesamten Anlage.

**Abb. 9.5** zeigt die anlagenbedingte Zusatzbelastung an Säuredeposition für den Planfall 80 m in  $\text{eq}/(\text{ha a})$  berechnet mit Hilfe der Depositionsgeschwindigkeiten nach TA Luft (gültig außerhalb von Waldbereichen). Die Säure-Depositionen über  $24 \text{ eq}/(\text{ha a})$  und  $30 \text{ eq}/(\text{ha a})$  sind farblich markiert, die jeweiligen Wertebereiche der einzelnen Farbstufen sind der Legende zu entnehmen.

Für Waldbereiche wurden die berechneten Säure-Depositionsfelder entsprechend skaliert (durch Anpassung der Felder für die  $\text{NH}_3$ -Deposition und die  $\text{SO}_2$ -Deposition nach Methode 3 des LANUV). Dafür sind die Werte aus **Abb. 9.6** maßgebend.

In Lee der Hauptwindrichtung und des Nebenmaximimas der Windverteilung treten Säure-Depositionen von mehr als  $30 \text{ eq}/(\text{ha}^*\text{a})$  auf. In den zu betrachtenden FFH-Gebieten sind die Säure-Depositionen, ermittelt nach TA Luft überwiegend kleiner oder gleich  $30 \text{ eq}/(\text{ha}^*\text{a})$ , und zwar mit Ausnahme der nördlichsten Spitze des FFH-Gebietes „Schwanheimer Düne“.

In Waldbereichen der genannten FFH-Gebiete treten unter Skalierung der  $\text{NH}_3$ - und  $\text{SO}_2$ -Depositionen höhere Werte auf.

Die Beurteilung der Stickstoffeinträge hinsichtlich des Schutzes der Vegetation obliegt dem UVP-Gutachter. Die berechneten Werte wurden digital übergeben.

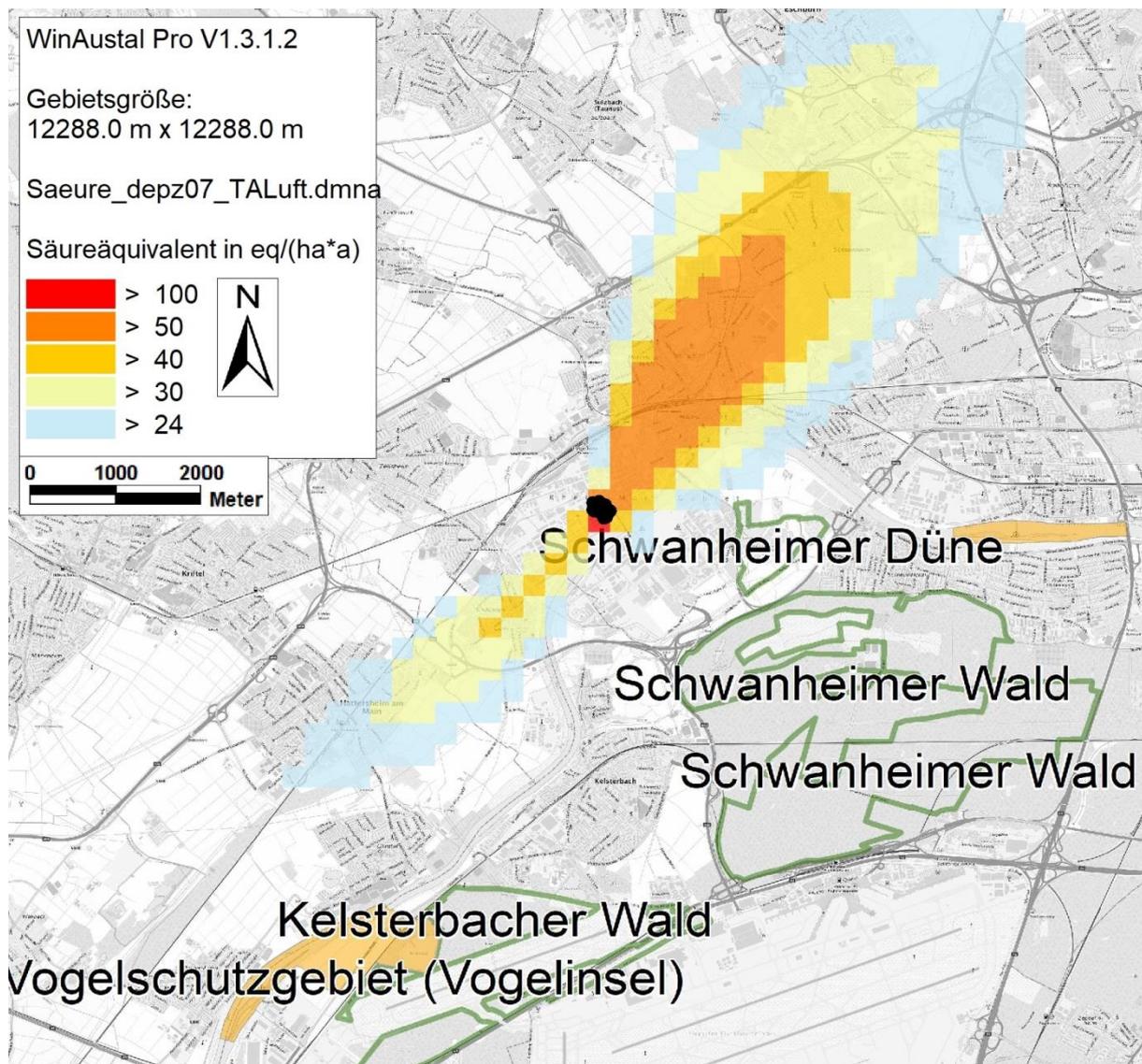


Abb. 9.5: Berechnete Zusatzbelastung an Säuredeposition durch die geplante Anlage in eq/(ha a) für Gebiete außerhalb von Waldbereichen. Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar.

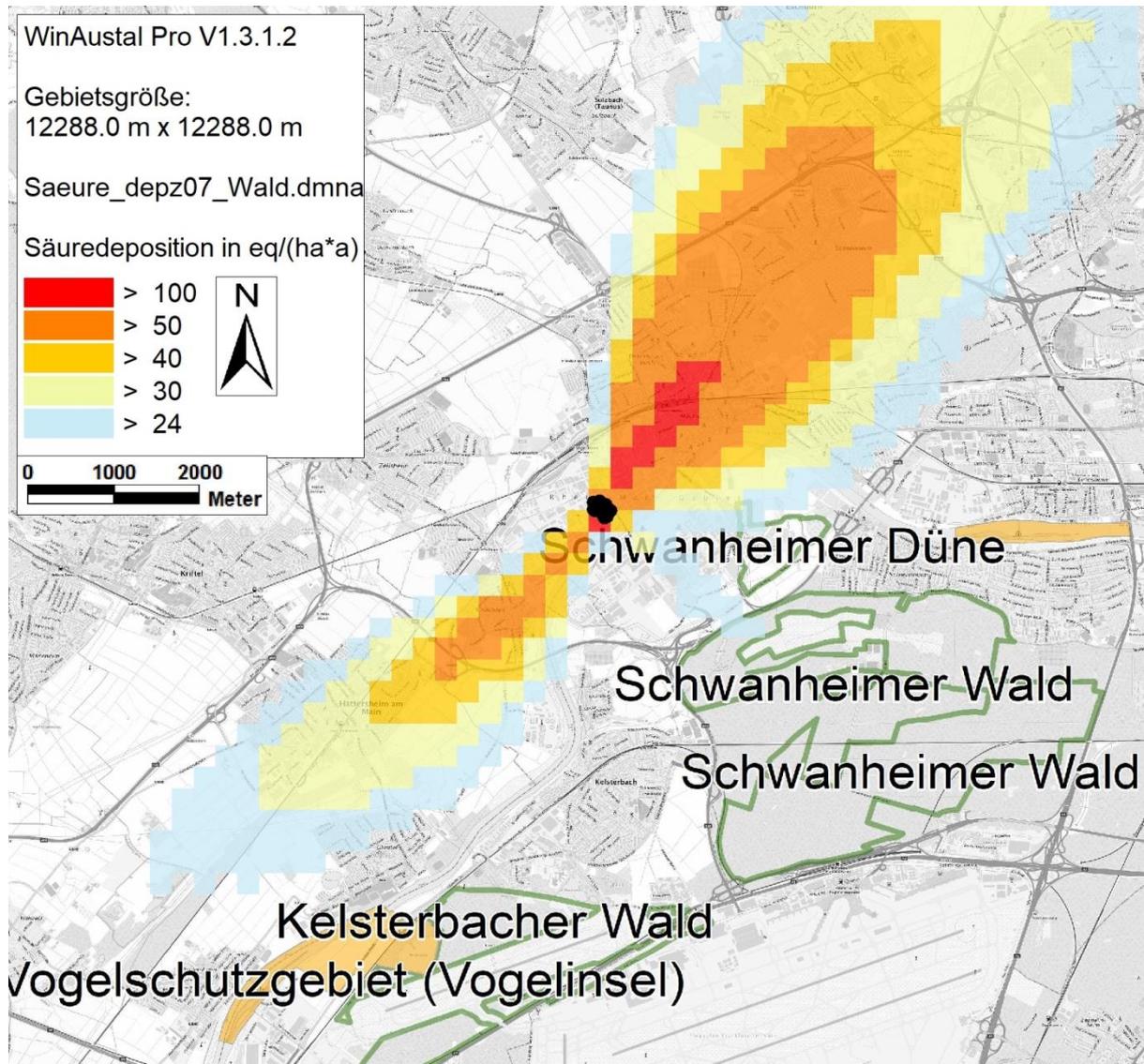


Abb. 9.6: Berechnete Zusatzbelastung an Säuredeposition durch die geplante Anlage in eq/(ha a) für Waldbereiche, Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar.

## 9.6 Zusammenfassende Bewertung

Die Zusatz-Immissionsbelastung der betrachteten relevanten Schadstoffe durch das erweiterte Heizkraftwerk der Infraseriv inklusive der Neuanlage Gasturbine GTX7/8 im Planfall wird für beide betrachteten Varianten (Planfall 51 m und Planfall 80 m) als irrelevant im Sinne der TA Luft errechnet. Damit muss keine Erhebung des Beitrags durch andere Quellen erfolgen.

Höhere Quellhöhen führen zu einer Reduktion der maximalen Belastungen am Erdboden. Deshalb sind die berechneten Belastungen für den Planfall 80 m geringer als für den Planfall 51 m.

Aus Sicht des Fachgutachtens bestehen für den Teilbereich „Schadstoff-Immission“ keine Konflikte mit den einschlägigen Grenzwerten.

Eine Bewertung der Stickstoffdeposition und der Säure-Deposition erfolgt im vorgelegten Gutachten nicht. Die Rechenergebnisse wurden 1:1 an den Fachgutachter Bosch & Partner GmbH übergeben, der die Bewertung der FFH-Verträglichkeit übernimmt.

Die abschließende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse obliegt der genehmigenden Behörde.

## 10 LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen - 39. BImSchV). vom 02.08.2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I Nr. 48, S. 2244) in Kraft getreten am 31. Dezember 2016.
4. BImSchV (2017): Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-gesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) Neufassung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I Nr. 33, S. 1440), in Kraft getreten am 14. Januar 2017.
- Argusoft, 2019. Informationen zur meteorologischen Messstation Frankfurt-Main Flughafen, E-Mail von Herrn Förster an Frau Pöllmann vom 08.05.2019
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2018): [http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open.pdf](http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf), bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- BImSchG (2017): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz–BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I, Nr. 25, S. 1274) zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I Nr. 52, S. 2771) in Kraft getreten am 29. Juli 2017.
- Geoportal Hessen (2019): Abruf Flächennutzungsplan im Internet: [www.geoportal.hessen.de/mapbender/frames/index.php?mb\\_user\\_myGui=Geoportal-Hessen\\_large](http://www.geoportal.hessen.de/mapbender/frames/index.php?mb_user_myGui=Geoportal-Hessen_large) am 22.05.2019.
- LAI (1996): Bewertung von Ammoniak- und Ammonium-Immissionen. Ergebnisniederschrift der 13. Sitzung des Unterausschusses „Wirkungsfragen“ des Landesausschusses für Immissionsschutz am 19./20.09.1996 in Wernigerode. LAI-Schriftenreihe Band 11. Erich Schmidt Verlag.
- LAI (2012): Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung. Hrsg.: Fachgespräch Ausbreitungsrechnung, 06.11.2012.
- LANUV (2015): Möglichkeiten zur Berechnung von Stickstoffeinträgen in FFH Lebensräume. Tag der Umweltmeteorologie 2015. Dr. W. Straub, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (lanuv NRW).

- Landkreis Cloppenburg (2005): Festlegung der Geruchsemissionsfaktoren im Landkreis Cloppenburg. 08.03.2005. Liste. Dezernat Umweltmeteorologie GAA Hildesheim.
- LfU (2004): Leitfaden zur Beurteilung von TA Luft. Ausbreitungsrechnungen in Baden-Württemberg. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/14244/>.
- LfULG (2008): Gerüche aus Abgasen bei Biogas-BHKW. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Heft 35/2008. Im Internet (Stand Juni 2016) unter: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14910/documents/17840>
- LfULG (2012): Verursacher und Tendenzen für PM<sub>2,5</sub> in Sachsen. Bericht von Bretschneider, D.; Düring, I.; Lorentz, H.; Schmidt, W.; November 2011, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.), Schriftenreihe LfULG Sachsen, Heft 08/2012. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12982>.
- MetSoft (2006): GlobDEM50 V2.0, Deutschland, Digitale Höhendaten. Hrsg.: metSoft GbR, Heilbronn.
- SGS-TÜV Saar GmbH (2019): Prüfung Verhältnis NO/NO<sub>2</sub> im Abgas Kessel 2 Infraserb Höchst, im Auftrag der Infraserb GmbH & Co. Höchst KG, Gutachten vom 09.05.2019
- Straub, W., Hebbinghaus, H., Sowa, A., Wurzler, S. (2013): Ermittlung von Stickstoff- und Säureeinträgen in Wäldern mit Lagrange'schen Ausbreitungsmodellen: Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden. Immissionsschutz 1/2013, S.16-20.
- TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBI. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605, vom 24.07.2002.
- UM (2007): Immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Gerüche aus Tierhaltungsanlagen. Schreiben des Umweltministeriums Baden-Württemberg, 18.06.2007. Az: 4-8828.02/87.
- VDI (1985): Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre. Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. Richtlinie VDI 3782, Blatt 3. Hrsg.: VDI-Kommission Reinhaltung der Luft, Juni 1985.

- VDI (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. Richtlinie VDI 3782 Blatt 5. Hrsg.: VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, April 2006.
- VDI (2010): Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsprognose. Anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft. Richtlinie VDI 3783, Blatt 13. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Januar 2010.
- VDI (2017): Umweltmeteorologie Ableitbedingungen bei Abgasanlagen. Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. Richtlinie VDI 3781, Blatt 4., Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft, Düsseldorf, Juli 2017.

## **ANHÄNGE**

## **A1 MATERIALIEN UND UNTERLAGEN**

Für das Gutachten wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen neben den im Kapitel Literatur verzeichneten Schriften verwendet:

- Grundrisse, Ansichten und Schnitte von GTX7 und GTX8, erhalten von Frau Pöllmann (E-Mail vom 29.05.2019)

Verwendete Pläne und ähnliche Unterlagen werden im Archiv des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG abgelegt.

## A2 QPR WIND

Die Lage der meteorologischen Messstation, deren Daten für die Ausbreitungsmodellierung genutzt wurden, ist in **Abb. A2.1** dargestellt. **Abb. A2.2** zeigt die Bestimmung der Rauigkeit im Umfeld dieser Messstation. Quelle: Argusoft (2019).



Abb. A2.1: Lage der DWD-Station Frankfurt-Main Flughafen, Standort der Station bis 2014.  
Quelle: Argusoft, 2019

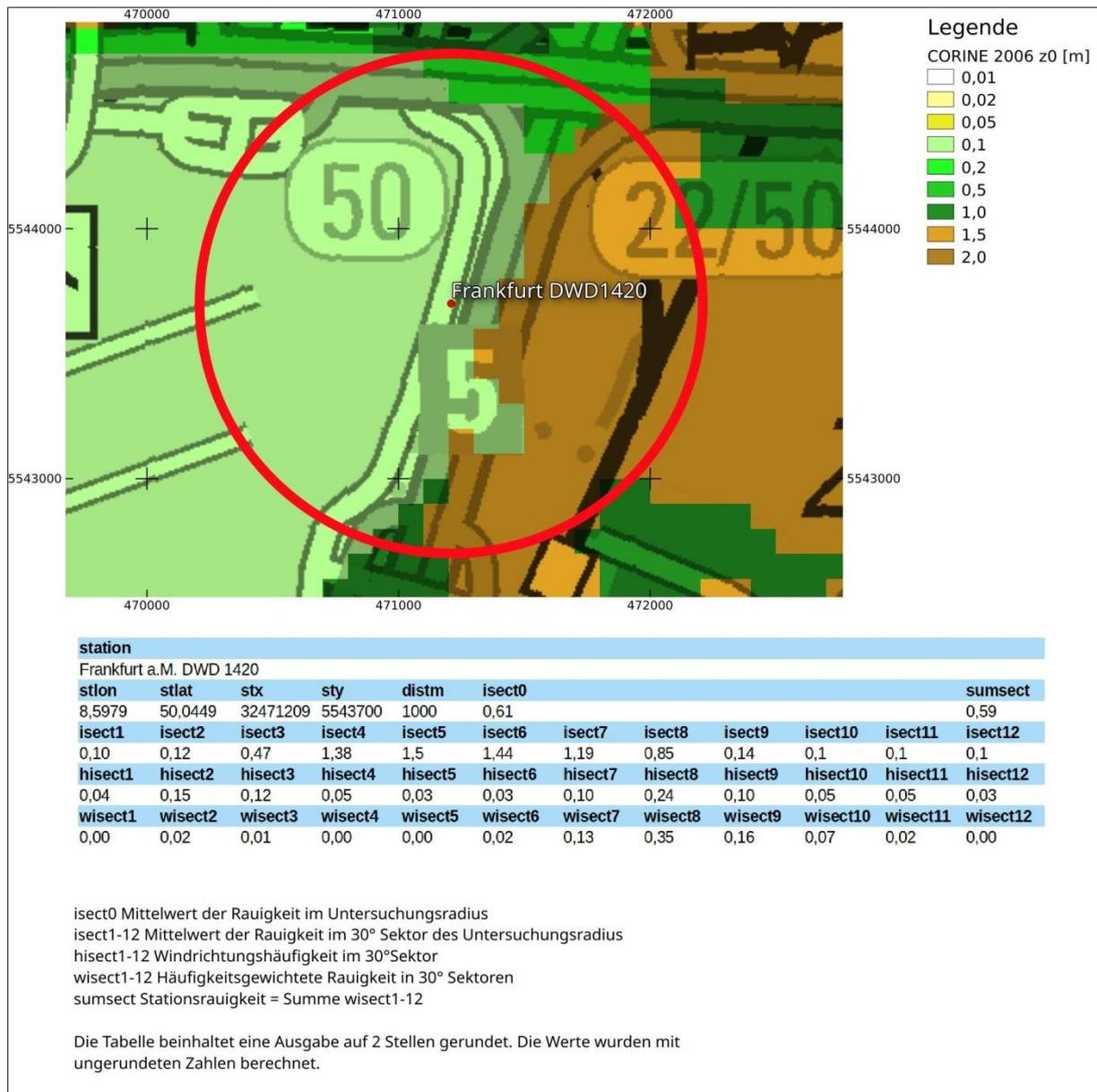


Abb. A2.2: Ermittlung der Stationsrauigkeit an der Station Frankfurt-Main Flughafen, Quelle: Argusoft, 2019

## **Gutachten**

Prüfung der Übertragbarkeit von Daten  
der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen  
von einem vorgegebenen Messort auf den Anlagenstandort  
**Industriepark Höchst (Frankfurt)**

im Auftrag von  
Infraserv GmbH & Co.  
Höchst KG  
Industriepark Höchst  
65926 Frankfurt

---

Proj. U14-2-473-Rev00  
12.02.2014

**Titel** : **Gutachten**  
Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf einen anderen Standort

**Prüfstandort** : Industriepark Höchst (Frankfurt)

**Auftraggeber** : Infraserv GmbH & Co.  
Höchst KG  
Industriepark Höchst  
65926 Frankfurt

**Auftrag vom** : 04.02.2014

**Bestelldaten** : 4800268424-S14 / Frau Engelmann

**Auftragnehmer** : ArguSoft GmbH & Co. KG  
Tacitusweg 12  
50321 Brühl

**Bearbeiter** : Dipl.-Met. André Förster

**Qualitätsprüfung** : Dipl.-Met. Wolfram Bahmann

**Projekt-Nr.** : U14-2-473-Rev00

**Stand** : 12.02.2014

**Umfang** : 35 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang

**Archiv-Code:** :



**TALDAP - TA Luft Daten-Prüfung**



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	5
1 Standortparameter.....	6
2 Verwendete Unterlagen.....	7
3 Beurteilungskriterien.....	8
4 Einflüsse auf die Luftströmung.....	9
4.1 Allgemeine Erläuterungen.....	9
4.2 Klimatische Situation im Untersuchungsgebiet.....	9
4.3 Topo- und orografische Situation im Untersuchungsgebiet.....	10
4.4 Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima.....	18
5 Prüfung der Übertragbarkeit.....	19
5.1 Windrichtungsverteilung.....	21
5.2 Windgeschwindigkeitsverhältnisse und Rauigkeit.....	22
5.3 Fazit der Prüfung.....	23
6 Hinweise.....	24
Anhang.....	25

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Naturräumliche Einordnung des Standortes.....	11
Abbildung 2: Orografische Situation im Umfeld des Standortes.....	12
Abbildung 3: Abgrenzung der Landschaftsbereiche gemäß BfN.....	14
Abbildung 4: lokale topo- und orografische Situation.....	16
Abbildung 5: Rauigkeitsverhältnisse in der Umgebung des Standorts.....	16
Abbildung 6: Steigungsverhältnisse in der Umgebung des Standorts.....	17
Abbildung 7: Windgeschwindigkeitsverhältnisse gemäß SWM.....	17
Abbildung 8: Standort und Stationsauswahl.....	20

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erwartungswerte der Windrichtungsverteilung.....	18
Tabelle 2: Standortparameter der Vergleichsstationen.....	19
Tabelle 3: Prüfung der Übertragbarkeit von Windrichtungsverteilungen.....	21
Tabelle 4: Prüfung der Übertragbarkeit von Windgeschwindigkeits- und Rauigkeitsverhältnissen.....	22

## Bildquellenverzeichnis

### Topografische Karten

in den Maßstäben 1:25.000; 1:50.000; 1:100.000; 1:200.000; 1:500.000; 1:1.000.000 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (WMS Dienste). Copyright: Geobasis-DE / BKG 2012.

### Kartendarstellungen

Selbst erstellt unter Verwendung von Quantum GIS in Verbindung mit den topografischen Kartengrundlagen.

### Luftbilder

Selbst erstellt unter Verwendung von Quantum GIS in Verbindung mit OpenLayersPlugin (Sourcepole) und Google Earth.

### Orografische Kartenbasis

Fernerkundungsdaten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) NASA and DLR im Koordinatensystem WGS84.

### Geländerasterkarten / Steigungsrasterkarten / Schummerung

Selbst erstellt unter Verwendung von GRASS GIS in Verbindung mit den Datensätzen des SRTM und einer Koordinatentransformation in DHDN / Gauss-Krüger 3. Streifen.

### Höhenlinien (Vektordaten)

Selbst erstellt unter Verwendung von AUSTALView und den Datensätzen des SRTM und der Koordinatentransformation in DHDN / Gauss-Krüger 3. Streifen.

### Rauigkeitskarte

Selbst erstellt unter Verwendung von GRASS GIS in Verbindung mit den Datensätzen des CORINE2006 Katasters.

### Windgeschwindigkeitskarte

Selbst erstellt unter Verwendung von Quantum GIS in Verbindung mit den Datensätzen des Statistischen Windfeldmodells (SWM) des Deutschen Wetterdienstes.

## **Zusammenfassung**

Die Infraserv GmbH & Co. Höchst KG beauftragte die ArguSoft GmbH & Co. KG im Rahmen immissionstechnischer Berechnungen für genehmigungsbedürftige bzw. nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des BImSchG [1] bzw. der 4. BImSchV [2] mit der Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Ausbreitungsbedingungen der Stationsdaten Frankfurt/Flughafen (DWD 106370) auf den Standort

### **Industriepark Höchst (Frankfurt).**

Die regionale und individuelle Lage stützt für den Prüfstandort die Annahme eines primären Maximums aus Südsüdwest und eines sekundären Maximums aus Nordnordost. Die Auswertung der Erwartungswerte für Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten ergibt, dass die Daten der Station

### **Frankfurt/Flughafen (DWD 106370)**

mit hinreichender Genauigkeit, d. h. im Sinne der Aufgabenstellung gemäß TA Luft, Anhang 3 [3], übertragbar sind. Im Rahmen der Auswahl einer repräsentativen Zeitreihe der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen können die Daten des Jahres 2009 verwendet werden.

Für Ausbreitungsrechnungen [4], [5], [6], [7] am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) an Anlagenstandorten des Industrieparks zu positionieren. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten. Kaltluftabflüsse sind bei der vorliegenden Struktur nicht zu erwarten.

## 1 Standortparameter

Standorte des Industrieparks befinden sich in urban industriell geprägter Umgebung am südwestlichen Rand von Frankfurt am Main. Die Umgebung zeichnet sich durch quasi ebenes Gelände ohne signifikante Steigungen aus. Der Industriepark Höchst liegt ebenso am südwestlichen Rand des Landkreises Frankfurt (Hessen) und gehört naturräumlich gesehen zum Südwestdeutschen Mittelgebirge/Stufenland (Ober-rheinisches Tiefland und Rhein-Main-Tiefland). Die Umgebung um den Standort wird durch urbane Strukturen dominiert, die erst außerhalb des Ballungsraumes in Feld- bzw. Waldlandschaften übergehen.

Standort:	Industriepark Höchst (Frankfurt)
Rechtswert:	3466450 (Referenzkoordinate)
Hochwert:	5550750 (Referenzkoordinate)
Quellhöhe:	bodennah - hohe Quellen im Sinne der TA Luft
Höhe über NN:	ca. 100 m

Für die Angabe der Standortparameter wird grundsätzlich das Gauss-Krüger-Koordinatensystem im 3. Meridianstreifen (Ellipsoid Bessel, Datum Potsdam) verwendet; unabhängig davon, ob das Projektgebiet in einem anderen nativen Streifen liegt.

## 2 Verwendete Unterlagen

Zur Beurteilung der Übertragbarkeit der meteorologischen Verhältnisse der Messstation auf den Standort werden folgende Unterlagen herangezogen:

- topografische Karten im Maßstab 1:50.000, 1:200.000, 1:500.000, 1:1.000.000,
- frei verfügbare Luftbilder,
- Windstatistiken der Vergleichsstationen,
- Deutsch: Karte der Naturräumlichen Haupteinheiten Deutschlands [8],
- Karten und Texte des Bundesamt für Naturschutz; Landschaftssteckbriefe [9],
- Regionale statistische Erwartungswerte für Windparameter im Bereich des Standortes [10], [11], [12],
- Verfahrensbeschreibung zur Übertragung von Windmessdaten vom Messort auf einen anderen Standort [13],
- Die bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland; Berichte des DWD Nr. 147 [14],
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) [3],
- Windrosen-Atlas Hessen [15],
- synthetische Windrosen mittels des prognostischen Windfeldmodells METRAS [16]
- KALAS - Das Kaltluftmodell der IfU GmbH Privates Institut für Analytik [17]

### 3 Beurteilungskriterien

Die Prüfung der Übertragbarkeit folgt in Anlehnung an die Methode des Deutschen Wetterdienstes [13] unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Abschätzung der vorherrschenden Windrichtungen am Standort (Vergleich der umliegenden Stationen in Verbindung mit Orografie, Nutzung),
- Vergleich der vorherrschenden Windrichtungen an den verfügbaren ausgewählten Bezugswindstationen und Abschätzung der räumlichen Repräsentanz,
- Vergleich des mittleren Jahresmittels der Windgeschwindigkeit und der Häufigkeiten der Windgeschwindigkeiten kleiner 1 m/s (Schwachwind) an den verfügbaren ausgewählten Bezugswindstationen mit den Erwartungswerten am Standort (TA Luft 2002 Anhang 3, Kapitel 12 [3]),
- Abschätzung der lokalen topographischen Einflüsse auf das Windfeld am Standort,
- Vergleich der Rauigkeitslängen [18] am Standort und an den Vergleichsstationen.

## **4 Einflüsse auf die Luftströmung**

### **4.1 Allgemeine Erläuterungen**

Entsprechend meteorologischen Grunderkenntnissen bestimmt die großräumige Luftdruckverteilung die vorherrschende Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergeben sich hieraus für Deutschland häufige südwestliche bis westliche Windrichtungen. Das Geländere relief hat jedoch einen erheblichen Einfluss sowohl auf die Windrichtung infolge Ablenkung oder Kanalisierung als auch auf die Windgeschwindigkeit durch Effekte der Windabschattung oder Düsenwirkung.

Außerdem modifiziert die Beschaffenheit des Untergrundes (Freiflächen, Wald, Bebauung, Wasserflächen) die lokale Windgeschwindigkeit, in geringem Maße aber auch die lokale Windrichtung infolge unterschiedlicher Bodenrauigkeit.

Bei windschwachem und wolkenarmem Wetter können wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche thermisch induzierte Zirkulationssysteme wie z. B. Flurwinde sowie Berg- und Talwinde entstehen. Besonders bedeutsam ist die Bildung von Kaltluft, die nachts bei klarem und windschwachem Wetter als Folge der Ausstrahlung vorzugsweise an Wiesenhängen entsteht und der Hangneigung folgend – je nach dem Gefälle und der aerodynamischen Rauigkeit mehr oder weniger langsam – abfließt. Diese Kaltluftflüsse haben in der Regel nur eine geringe vertikale Erstreckung und sammeln sich an Geländetiefpunkten zu Kaltluftseen an.

Die genannten lokalen Windsysteme können im Allgemeinen durch Messungen am Standort nachgewiesen, im Falle von nächtlichen Kaltluftflüssen aber auch durch Modellrechnungen [17] erfasst werden.

### **4.2 Klimatische Situation im Untersuchungsgebiet**

Klimatisch sind der Küstenstreifen der Nordsee und die vorgelagerten Ost- und Nordfriesischen Inseln euozänisch geprägt. Nach Süden schließt sich ein breiter Streifen ozeanisch (= atlantisch) bzw. subozeanisch geprägten Klimas an, der sich von der Ostküste Schleswig-Holsteins bis zu den westlichen Mittelgebirgsrändern zieht. In südöstlicher und östlicher Richtung wird das Klima allmählich subkontinental; unter anderem erhöhen sich also sukzessive die Temperaturgegensätze zwischen Sommer und Winter. Deutschland gehört vollständig zur gemäßigten

Klimazone Mitteleuropas im Bereich der Westwindzone und befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem maritimen Klima in Westeuropa und dem kontinentalen Klima in Osteuropa. Der Standort liegt somit ganzjährig in der außertropischen Westwindzone. Die vorwiegend westlichen Luftströmungen treffen im Bereich des Westlichen Mittelgebirges auf Hindernisse, so dass dort entsprechende Leitwirkungen zu erwarten sind. Die Klimaverhältnisse in Hessen sind einerseits durch einen Grenzcharakter vom maritimen zum kontinentalen Klimatypus gekennzeichnet, andererseits durch viele durch die Mittelgebirge bedingte kleinräumige Varianten. Es gibt in Hessen klimatisch sowohl West-Ost- wie auch Nord-Süd-Gegensätze, deren Übergangsraum jeweils Mittelhessen darstellt. Verallgemeinerungen fallen daher schwer, ein eigenständiges mittelhessisches Klima gibt es nicht. Entsprechend den Ausführungen im Umweltatlas gehört das Gebiet von Hessen insgesamt zum warm gemäßigten Regenklima der mittleren Breiten. Mit überwiegend westlichen Winden werden das ganze Jahr über feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt, die zu Niederschlägen führen.

Für den Standort lassen sich eher überregionale Leitwirkungen aufgrund der Ausrichtung der umgebenden Mittelgebirgszüge bzw. der Lage in der Rhein-Main-Ebene erwarten.

#### **4.3 Topo- und orografische Situation im Untersuchungsgebiet**

Standorte des Industrieparks befinden sich in urban industriell geprägter Umgebung am südwestlichen Rand von Frankfurt am Main. Die Umgebung zeichnet sich durch quasi ebenes Gelände ohne signifikante Steigungen aus. Der Industriepark Höchst liegt ebenso am südwestlichen Rand des Landkreises Frankfurt (Hessen) und gehört naturräumlich gesehen zum Südwestdeutschen Mittelgebirge/Stufenland (Oberrheinisches Tiefland und Rhein-Main-Tiefland). Die Umgebung um den Standort wird durch urbane Strukturen dominiert, die erst außerhalb des Ballungsraumes in Feld- bzw. Waldlandschaften übergehen. Der Abbildung 1 kann die naturräumliche Lage des Standortes entnommen werden [8].



Abbildung 1: Naturräumliche Einordnung des Standortes

Der Abbildung 2 kann die regionale und lokale orografische Situation des Standortes entnommen werden.

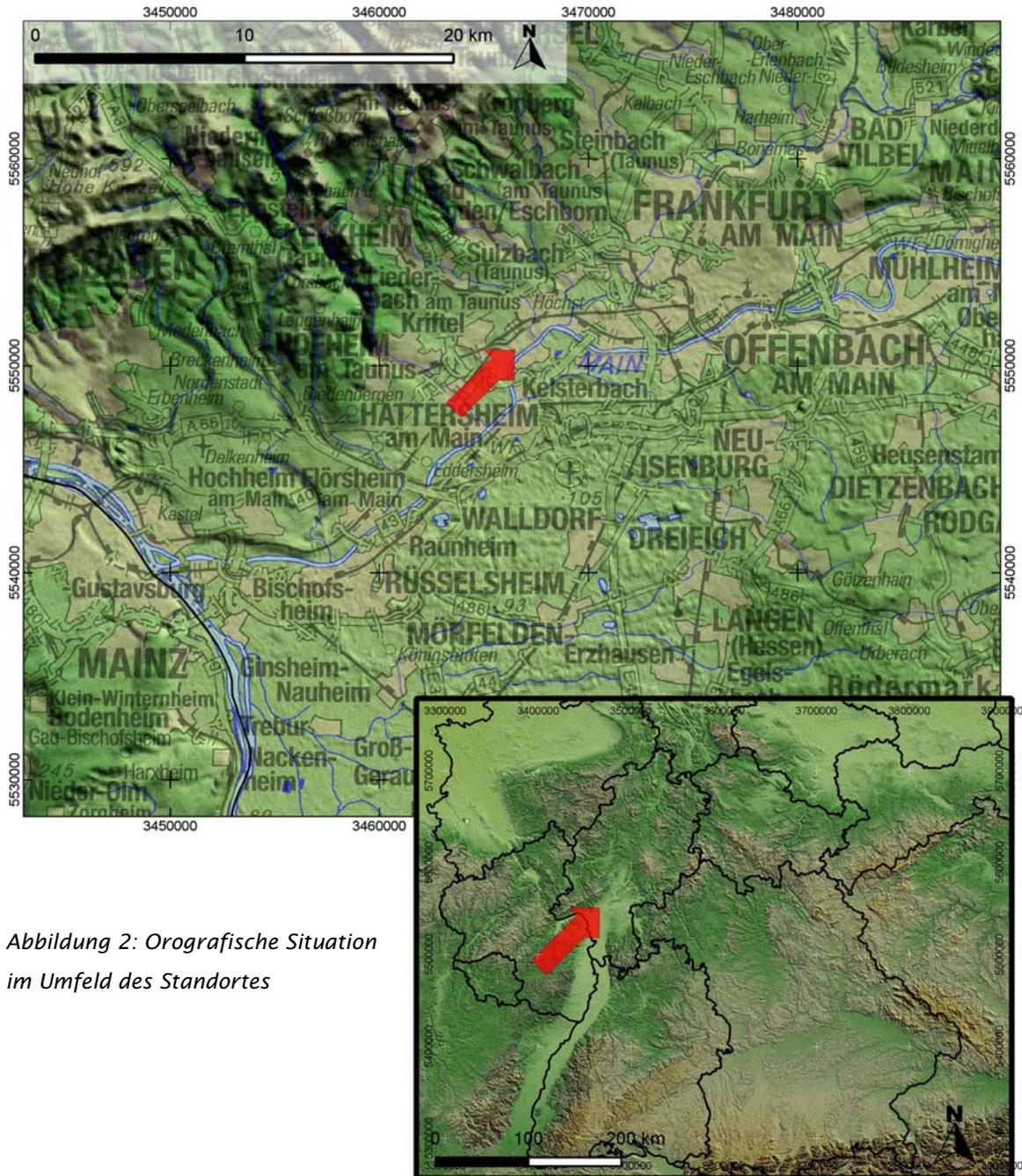


Abbildung 2: Orografische Situation  
im Umfeld des Standortes

Entsprechend dem Bundesamt für Naturschutz wird die Landschaft im Umfeld des Standortes folgendermaßen eingeordnet und beschrieben [9]:

*(#nachfolgend Auszug#)*

302 Rhein-Main-Gebiet

Landschaftstyp: 6. Verdichtungsraum

Großlandschaft: Süddeutsches Stufenland mit seinen Randgebirgen und dem Oberrheinischen Tiefland

Fläche: 721 km<sup>2</sup>

Beschreibung:

Von der Einmündung des Main in den Rhein im Westen erstreckt sich das Rhein-Maingebiet zwischen Vortaunus im Norden, der Untermainebene im Süden nach Osten bis zur Wetterau.

*(#Ende Auszug#)*

Die Abbildung 3 zeigt die Abgrenzungen der Landschaftsbereiche entsprechend den Angaben des BfN.

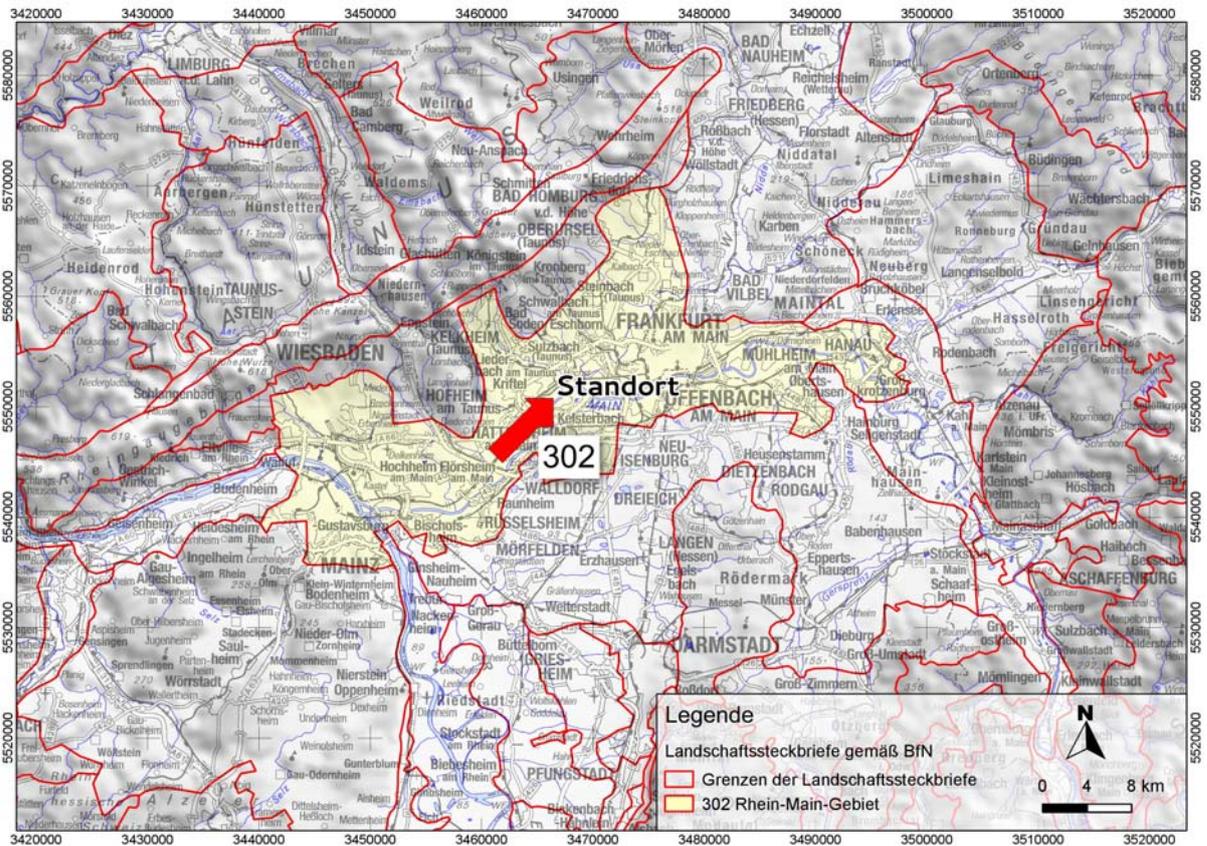


Abbildung 3: Abgrenzung der Landschaftsbereiche gemäß BfN

### Individuelle Verhältnisse und Fazit

Insgesamt lässt der Standort aufgrund der geografischen Lage in Verbindung mit der Oro- und Topografie eine Windrichtungsverteilung bzw. Windspektrums-Merkmale erwarten, die einer Binnenland-Station entsprechen. Das Gelände und die Nutzungen im beurteilungsrelevanten Gebiet geben keinen Anlass zu der Annahme, dass sich die regionalen Windverhältnisse nicht auch in den lokalen Verhältnissen am Standort wieder finden. Hier kommen geringe lokale Einflüsse auf die regionalen Verhältnisse durch die vorhandene Oro- bzw. Topografie zum tragen. Kaltluftabflüsse treten mangels Reliefenergie nicht auf.

Regional befindet sich der Standort im nördlichen Bereich der Rhein-Main-Ebene kurz vor dem Taunus. In Bezug auf das Hauptmaximum sind daher Verhältnisse zu

erwarten, die primär durch Luftmassen geprägt werden, die in Verbindung mit den allgemeinen Großwetterlagen aus der sich in südliche Richtungen erstreckenden Tiefebene an den Standort herangeführt werden. Das Nebenmaximum wird durch die Verhältnisse geprägt, die von Luftmassen ausgehen, die bevorzugt zwischen Vogelsberg und Taunus entlang der Niederung der Nidda in die Ebene eindringen. Somit sind Windverhältnisse zu erwarten, deren Windrichtungsmaxima eine klare Ausrichtung von Südsüdwest nach Nordnordost aufweisen.

Im lokalen Umkreis um den Standort lassen sich keine signifikanten orografischen Merkmale erkennen, die signifikanten Einfluss auf die o.g. Verhältnisse ausüben können.

Aus topografischer Sicht kann festgestellt werden, dass grundlegend ein Wechsel von Rauigkeiten maßgebend ist, der sich aus dem Wechsel von bebauten bzw. bewaldeten Bereichen zu landwirtschaftlichen Flächen ergibt. Hier zeigt sich, dass das Umfeld durch eher hohe Rauigkeitswerte dominiert wird. Die weitläufige Anordnung und Größe der Flächen einzelner Rauigkeitsklassen lässt allerdings keine Strukturen erkennen, die auf bestimmte Windrichtungen unterstützend wirkt.

Der Abbildung 4 kann die lokale Situation am Standort entnommen werden. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die Rauigkeits- und Steigungsverhältnisse im standardisiertem 100 m Raster. Anhand der Abbildung 6 ist zu erkennen, dass der zu betrachtende Geländeeinfluss im zu erwartenden Rechengebiet [3] im Gültigkeitsbereich für ebenes Gelände liegt [3]. Die räumliche Struktur der Rauigkeitswerte ([18], Abbildung 5) zeigt, dass aufgrund der dichten Bebauung im direkten Umfeld des Standorts hohe Rauigkeiten von  $z_0 = 1,0$  m dominieren. Die Abbildung 7 zeigt die Windgeschwindigkeitsverhältnisse im Jahresmittel, die mit dem Statistischen Windfeldmodell (SWM) des DWD im 1 km x 1 km Raster berechnet wurden. Diese können als Anhaltspunkte für die Erwartungswerte der Windgeschwindigkeit in der Standortumgebung angenommen werden. Das Niveau der zu erwartenden Windgeschwindigkeiten liegt im Jahresmittel allgemein bei ca. 2,5 m/s – 3,0 m/s [11].

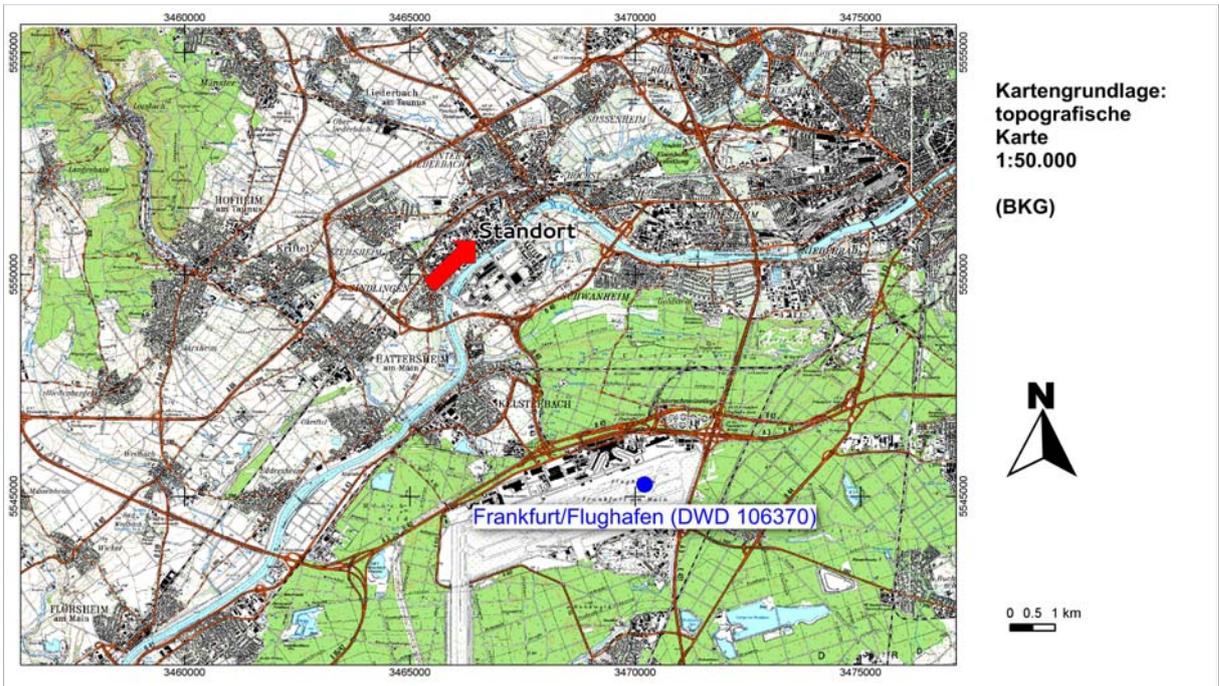


Abbildung 4: lokale topo- und orografische Situation

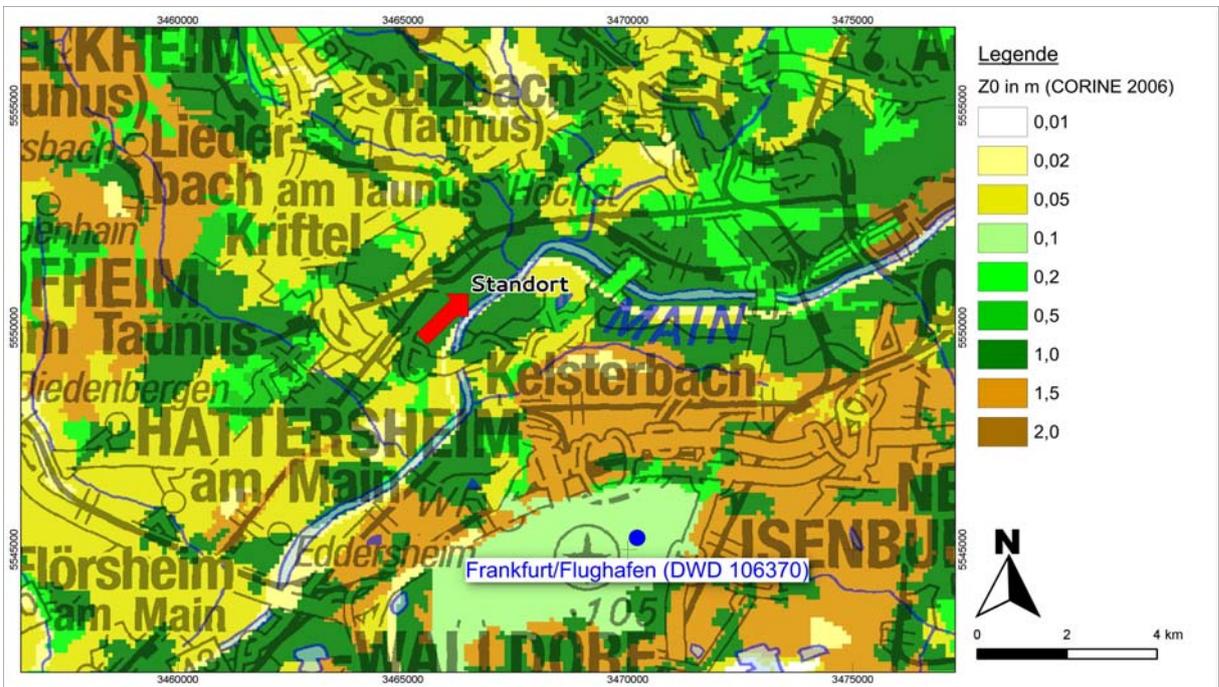


Abbildung 5: Rauigkeitsverhältnisse in der Umgebung des Standorts

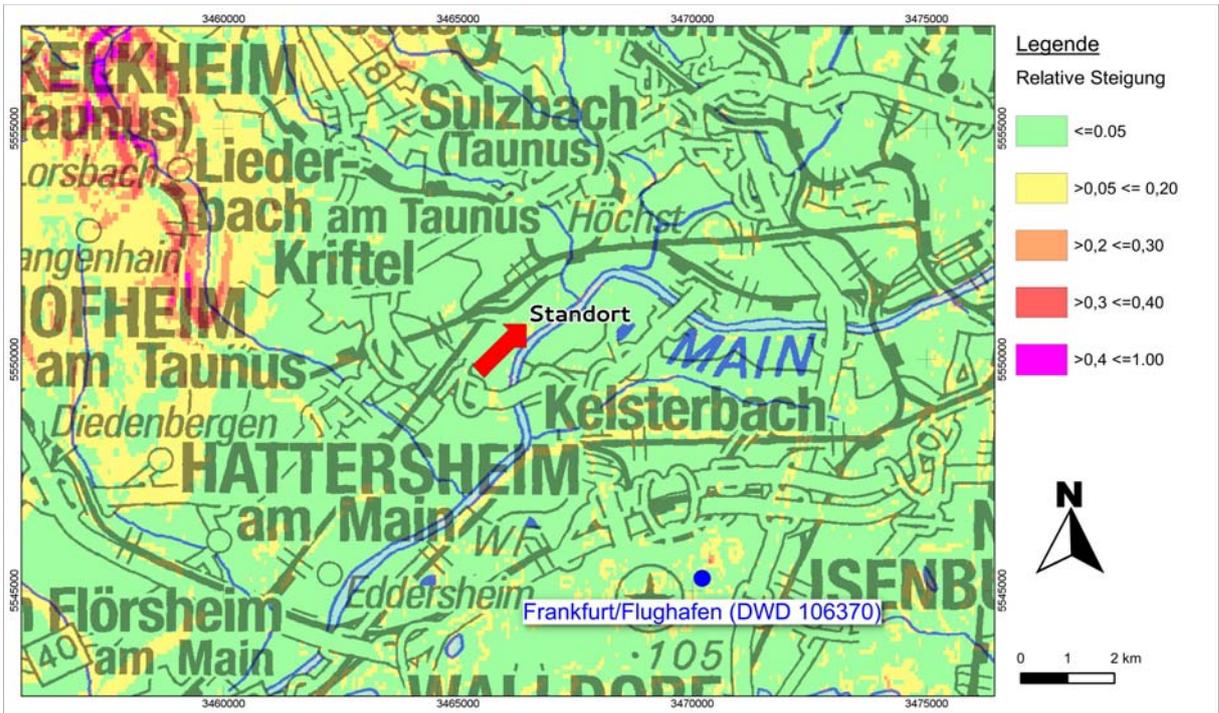


Abbildung 6: Steigungsverhältnisse in der Umgebung des Standorts

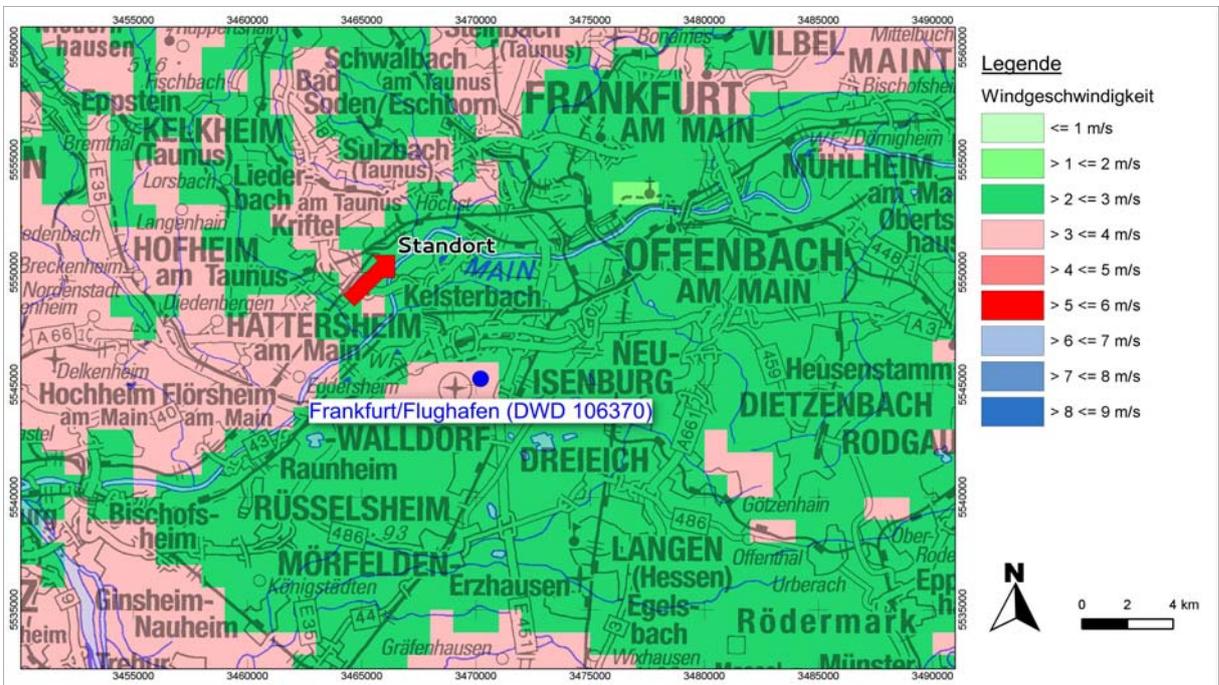


Abbildung 7: Windgeschwindigkeitsverhältnisse gemäß SWM

#### 4.4 Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima

Die berechnungsrelevante Umgebung um den Standort ist durch vernachlässigbare Steigungen eines quasi ebenen Geländes gekennzeichnet, so dass sich die regional typischen Windverhältnisse auch weitgehend in den Verhältnissen am Standort widerspiegeln müssen. Anhand der vorliegenden Windrichtungsverteilungen verschiedener benachbarter Stationen in Verbindung mit der beschriebenen Orografie und Topografie kann festgestellt werden, dass auch die zu erwartende Windrichtungsverteilung am Standort entsprechend vergleichbare Merkmale aufweisen wird. Aufgrund der regionalen in Verbindung mit den individuellen Eigenschaften kann von einem primären Maximum bei Südsüdwest sowie einem sekundären Maximum bei Nordnordost ausgegangen werden. Diese Annahmen lassen sich anhand der synthetischen Windrosen des Windrosenatlas Hessen [15] bzw. der Firma metSoft [16] bestätigen (siehe Anhang II). Der Tabelle 1 kann die Lage der erwarteten Häufigkeitsmaxima und -minima der Windrichtungen am Standort (Industriepark Höchst) entnommen werden.

Prüfstandort: Industriepark Höchst (Frankfurt)  
Rechtswert: 3466450 (Referenzkoordinate)  
Hochwert: 5550750 (Referenzkoordinate)  
Höhe über NN: ca. 100 m

Richtungsmaximum	Sekundäres Maximum	Richtungsminimum
SSW	NNO	SW / NO

*Tabelle 1: Erwartungswerte der Windrichtungsverteilung*

## 5 Prüfung der Übertragbarkeit

Die Prüfung der Übertragbarkeit erfolgt nach folgenden Gesichtspunkten:

- Erfassung und Vergleich der Struktur der mittleren Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen
- Vergleichende Betrachtung der mittleren Windgeschwindigkeiten und Schwachwindhäufigkeiten

Zur Prüfung werden folgende Stationsdaten verglichen:

Station	Koordinaten RW / HW [m]	Stations- höhe über NN [m]	Windgebe- röhe über GOK [m]	Lage bzgl. Standort	Zeitraum
Frankfurt / Flughafen (DWD 106370)	3470209 5545265	111	10	7 km SO	2003 - 2012
Erwartungswert: Instriepark Höchst	3466407 5551172	98	38 (12 m über Dach)	vor Ort	2003 - 2012

*Tabelle 2: Standortparameter der Vergleichsstationen*

Aufgrund der strukturellen Ähnlichkeiten und der geringen Entfernung wird nur die Eignung in Bezug auf die Übertragbarkeit o.g. Stationsdaten des Frankfurter Flughafens auf den Standort hin untersucht. In Bezug auf die Erwartungswerte werden die Stationsdaten herangezogen, die auf den Industriepark selbst gemessen werden. Rein formal könnte bei Ausbreitungsrechnungen im Bereich des Industrieparks grundsätzlich mit den Daten von Frankfurt a.M. Flughafen gearbeitet werden, wenn der Stationsstandort als Anemometerstandort beibehalten wird. Dies kann im Einzelfall unverhältnismäßig große Rechengebiete hervorrufen, so dass hier eine Übertragung auf den Anlagenstandort im Sinne der TA Luft sinnvoll ist. Auch die Daten der Messstation auf dem Industriepark selbst können rein formal grundsätzlich verwendet werden. Diese Daten werden allerdings nicht den

objektiven Prüfroutinen unterzogen, die der DWD bei seinen Daten anwendet. Daher können bei sehr guten Übertragbarkeitseigenschaften Daten von Frankfurt a.M. mit der erforderlichen Repräsentativität verwendet werden. Der Abbildung 8 kann die Lage des Standorts (orange) und der zu übertragenden Station (gelb) entnommen werden:

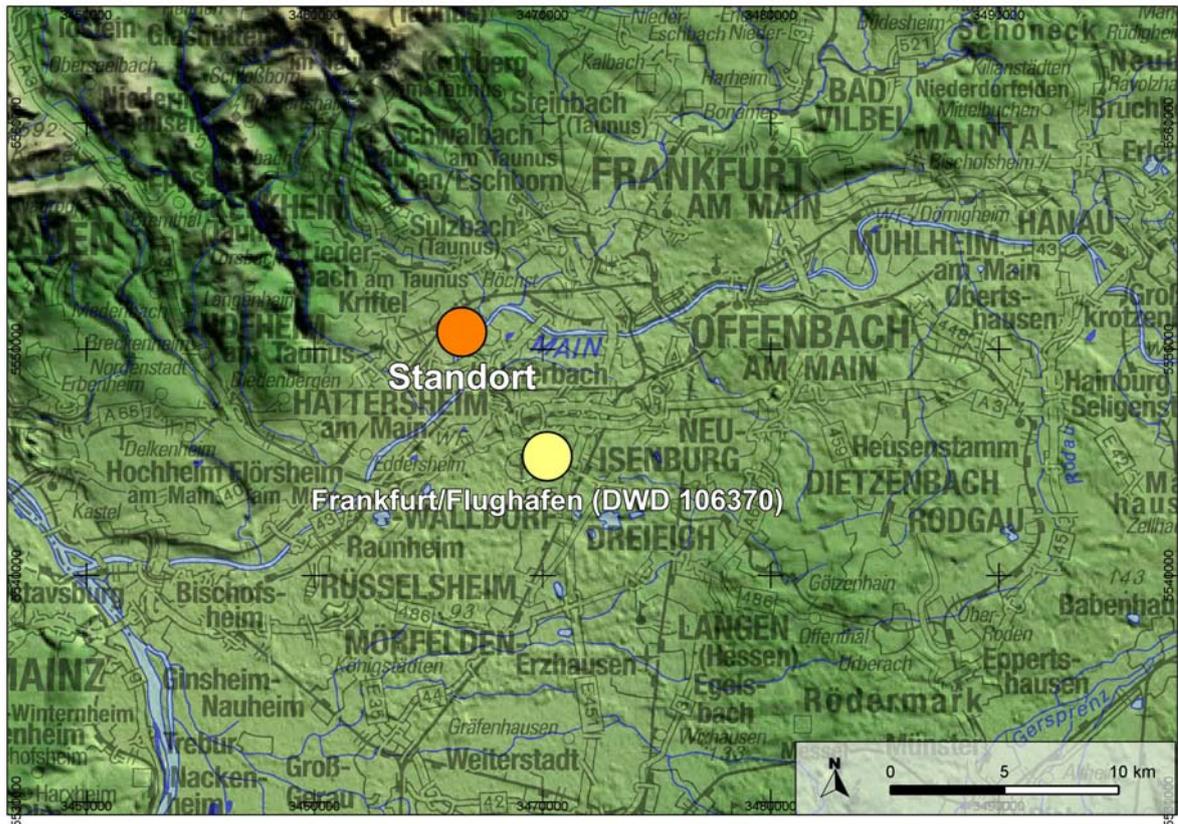


Abbildung 8: Standort und Stationsauswahl

## 5.1 Windrichtungsverteilung

Entsprechend den vorhergehend beschriebenen Erwartungen stützt die regionale und individuelle Lage für den Prüfstandort die Annahme eines primären Maximums aus Südsüdwest und eines sekundären Maximums aus Nordnordost. Der Tabelle 3 kann im Vergleich die Güte der Übereinstimmung mit den Erwartungswerten in Bezug auf die Anwendung in der Ausbreitungsrechnung entnommen werden:

Station	Richtungs- maximum	sekundäres Maximum	Richtungs- minimum
Frankfurt / Flughafen (DWD 106370)	3	3	3
Erwartungswert	SSW	NNO	SW / NO

Tabelle 3: Prüfung der Übertragbarkeit von Windrichtungsverteilungen

### **Anmerkung**

Die o.g. Erwartungswerte können auch anhand der synthetischen Windrosen des Windrosenatlass Hessen [15] bzw. der Firma metSoft [16] (siehe Anhang II) abgeleitet werden. Hierbei unterscheiden sich modellbedingt die Windverteilungen in der Ausprägung der jeweiligen Maxima. Die Daten der Firma metSoft können als Stand der Technik angesehen werden und sind wiederum auch den gewonnenen Messdaten sehr ähnlich. Grundsätzlich liefern alle Methoden vergleichbare Windverteilungen.

### **Güte der Übereinstimmung**

3: ausreichende Übereinstimmung

2: geringe Abweichung

1: keine Übereinstimmung

## 5.2 Windgeschwindigkeitsverhältnisse und Rauigkeit

Anhand der Erwartungswerte des Statistischen Windfeldmodells (SWM [11]) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) sowie des Rauigkeitskatasters ergibt sich folgendes Bild im Vergleich der jeweiligen Standorte:

Station	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund [m/s]	Häufigkeit der Windgeschwindigkeit < 1 m/s [%]	Rauigkeit nach dem CORINE2006-Kataster im Untersuchungsradius von ca. 1,5 km
Frankfurt / Flughafen (DWD 106370)	3,2	13,0	0,26
Erwartungswert Industriepark Höchst	2,5 - 3,0	14,9 - 19,5	0,6 - 0,8

Tabelle 4: Prüfung der Übertragbarkeit von Windgeschwindigkeits- und Rauigkeitsverhältnissen

### *Anmerkung*

Die im Anhang dargestellten Windverteilungen entsprechen den Messwerten an den Stationen. Daher weichen die Schwachwindhäufigkeiten und mittleren Windgeschwindigkeiten von den statistischen Angaben in der o. g. Tabelle (SWM) ab, die primär dem Strukturvergleich zwischen Anlagenstandort und Standort der Wetterstationen dienen. Die Rauigkeiten sind dem CORINE2006-Kataster entnommen und weichen von den Angaben im Anhang ab, da diese über Sektoren- und Lauflängen gewichtet wurden.

### 5.3 Fazit der Prüfung

Die Auswertung der Windrichtungsverteilungen ergibt sehr gute Übereinstimmungen mit den Erwartungswerten für Frankfurt/Flughafen (DWD 106370). Hier kann weiterhin festgestellt werden, dass die Messdaten auf dem Industriepark gut mit den Daten des Flughafens und den synthetischen Windrosen der Firma metSoft korrelieren. Die Daten des Windrosenatlas Hessen zeigen ein etwas breiter aufgestelltes Hauptmaximum sowie ein Nebenmaximum mit deutlich geringeren Häufigkeiten. Weiterhin zeigen sich zwei weitere sehr kleine Maxima aus Nordwest und Südost, was auf individuelle Eigenschaften des Modells zurückzuführen ist (siehe Anhang II).

Im Vergleich der Erwartungswerte für Schwachwindhäufigkeiten, mittlere Windgeschwindigkeiten und Rauigkeitsverhältnisse zeigt sich, dass die Daten des Stationsstandorts und des Industrieparks unter Berücksichtigung der Rauigkeitsunterschiede gut übereinstimmen. Dies gilt auch für die Messreihe der Flughafenstation, so dass bei Anwendung einer AKTERM eine Kompensation der Geschwindigkeitsunterschiede über die rauigkeitslängennormierten Anemometerhöhen erfolgen kann.

In Bezug auf die in der Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft gestellten Anforderungen kann somit der Stationsstandort **Frankfurt/Flughafen (DWD 106370)** als hinreichend repräsentativ angesehen werden.

#### Repräsentatives Jahr

Für die Station Frankfurt/Flughafen (DWD 106370) wurde aus einer 10-jährigen Messreihe der Datensatz des Jahres 2009 als derjenige mit der geringsten Abweichung der Windrichtungsverteilung gegenüber dem Mittel ausgewertet.

Für Ausbreitungsrechnungen [4], [5], [6], [7] am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) an Anlagenstandorten des Industrieparks zu positionieren. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten. Kaltluftabflüsse sind bei der vorliegenden Struktur nicht zu erwarten.

## 6 Hinweise

Die Unterzeichner bestätigen, dieses Gutachten unabhängig jeglicher Weisung und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt zu haben.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienen die vorgelegten und im Gutachten erwähnten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfungsumfang. Ein auszugsweises Vervielfältigen des Gutachtens ist ohne die Genehmigung der Verfasser nicht zulässig.

Brühl, 12.02.2014

Erstellt durch:



Dipl.-Met. André Förster

Geprüft und freigegeben durch:



Dipl.-Met. Wolfram Bahmann



# Anhang

## I Grundlagen

## II Grafische Darstellung der Windrichtungsverteilungen und Windgeschwindigkeiten, Selektion repräsentatives Jahr

## III Statistische Auswertungen

## IV Lagepläne

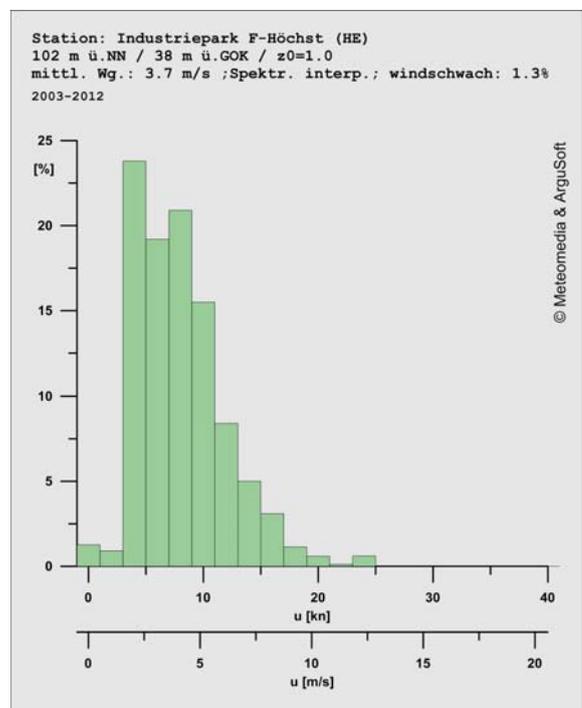
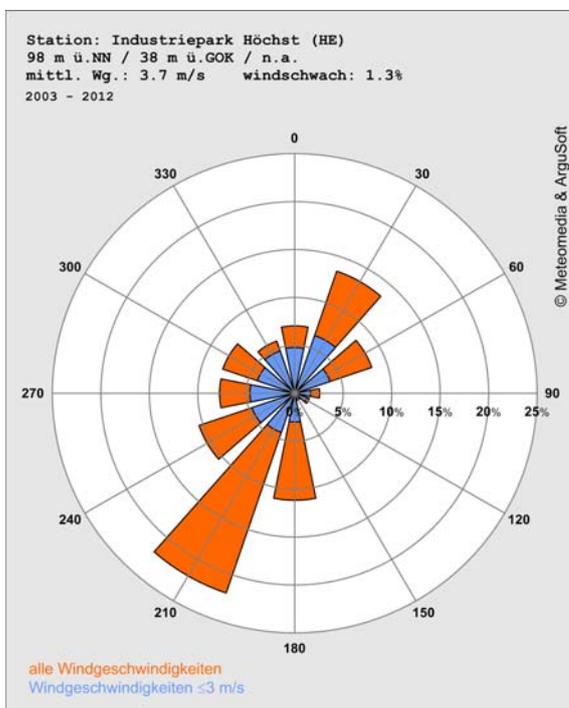
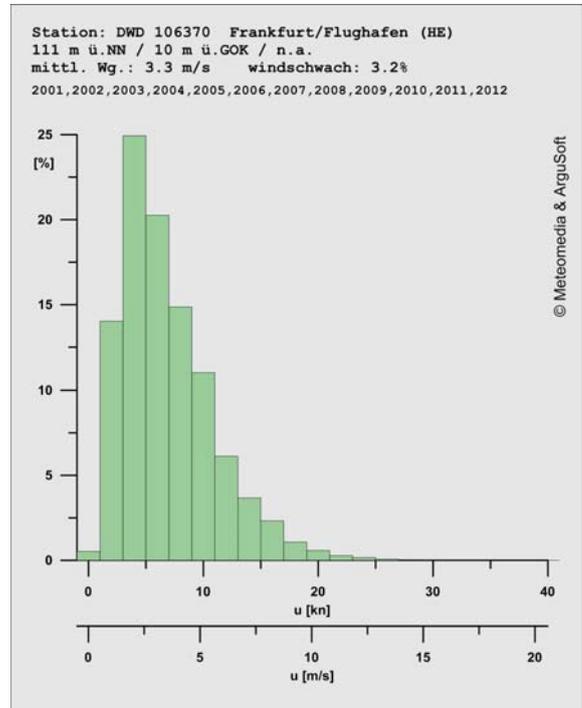
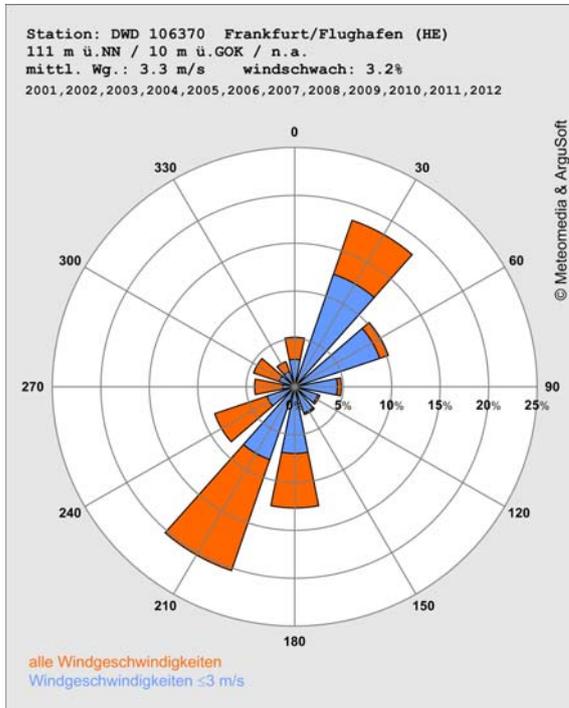


## I Grundlagen

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002, ..... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung Fassung vom 14. März 1997 (BGBl. I 1997 S. 504, S. 548; 1998 S. 723... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8-4
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) - - Juli 2002 -
- [4] VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikel-modell" (September 2000)
- [5] Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.5.1-WI-x; Copyright (c) Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2007; Copyright (c) Janicke Consulting, Dunum, 1989-2007
- [6] Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G; Lutz Janicke, Ulf Janicke, August 2004; Ingenieurbüro Janicke, Alter Postweg 21, 26427 Dunum, ISSN 1439-8222
- [7] Entwicklung einer modellgestützten Beurteilungssystem für den anlagenbezogenen Immissionsschutz von Dr. Lutz Janicke, Dr. Ulf Janicke, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin Februar 2003
- [8] Meynen, Schmidhülsen (1959 - 1962) Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Bodenforschung Selbstverlag Bad Godesberg
- [9] Landschaftssteckbriefe Texte gemäß BfN Website [9] [http://www.bfn.de/0311\\_schutzw\\_landsch.html](http://www.bfn.de/0311_schutzw_landsch.html); Karten gemäß CD des LANIS-BUND, Bundesamt für Naturschutz (BfN)
- [10] Digitale Weibulldaten (Skalen- und Formparameter) für die gesamte BRD im 1-km-Raster, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro

- [11] Digitale Winddaten in 10 m über Grund für die gesamte BRD im 1-km-Raster; Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro; Rasterpunkte mit Windgeschwindigkeitswerten in zehntel Meter
- [12] Gerth u. Christoffer: Windkarten von Deutschland, Meteorol. Z. N.F. 3, Heft 2, S. 67-77
- [13] Verfahrensbeschreibung zur Übertragung von Windmessdaten vom Messort auf einen anderen Standort; "Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TALuft 2002 auf einen Standort"; Dipl.-Met. J. Hessel, Dipl.-Met. J. Namyslo; Deutscher Wetterdienst 2007
- [14] Die Bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland; Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 147; 2. vollständig neu überarbeitete Auflage von Christoffer und Ulbricht-Eissing, 1989
- [15] Hessen Windrosen-Atlas Hessen Version 2.1, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV) Mainzer Str. 80, 65189 Wiesbaden; <http://windrosen.hessen.de/viewer.htm>
- [16] Synthetische Windrosen basierend auf prognostischen mesoskaligen Modellrechnungen mit dem Modell METRAS (Mittelwerte auf Rasterflächen von 500 m x 500 m); Firma metSoft GbR, 74081 Heilbronn
- [17] Kaltluftabflüsse bei Immissionsprognosen Schriftenreihe, Heft 27/2012; Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie; Freistaat Sachsen
- [18] Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden
- [19] Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund des jeweiligen Bundeslandes; Statistisches Windfeldmodell (SWM) im 200 m-Raster; Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Rasterflächen mit Windgeschwindigkeitswerten in zehntel Meter

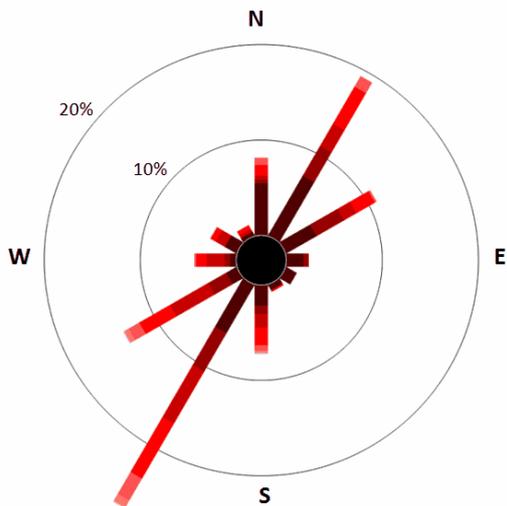
## II Grafische Darstellung der Windrichtungsverteilungen und Windgeschwindigkeiten



## Synthetische Windrosen nach Windrosenatlas Hessen:



## Synthetische Windrose nach metSoft:



## Selektion repräsentatives Jahr



Selektion Repräsentatives Jahr



### AUSTAL Met SRJ

Selektion Repräsentatives Jahr

13.02.2014

Datenbasis: Stunden-Jahres-Zeitreihen einer DWD-Station

Methode: Summe der Fehlerquadrate von Windrichtung (12 Sektoren u. Windstille) und Windgeschwindigkeit (9 Klassen)

Station: 106370 Frankfurt-Flughafen (HE)

Jahre: 2003 - 2012

Koordinaten: N 50.0464° E 8.5986° 111 m ü.NN

Messhöhe: 10 m

Das Abweichungsmaß von den mittleren Verhältnissen ist je Jahr für einen Parameter darstellbar als:

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

mit  $p_x$  Häufigkeit je Sektor/Klasse  
 $m$  langjähriges Mittel  
 $i$  Windrichtungssektor (12) oder Windgeschwindigkeitsklasse (9)  
 $n$  Einzeljahr

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Reihenfolge der Einzeljahre mit getrennter Sortierung je Parameter (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) nach aufsteigendem Wert des (auf den kleinsten Wert mit 100) normierten Abweichungsmaßes. Die Jahresmittelwerte der Windgeschwindigkeit sind in m/s angegeben; das langjährige Mittel beträgt 3,3 m/s.

Jahr	Windrichtung	Windgeschwindigkeit	
	Abweichung	Abweichung	Mittelwert
<b>2009</b>	<b>100</b>	<b>415</b>	<b>3.1</b>
2007	451	814	3.6
2006	489	105	3.3
2010	542	223	3.2
2005	683	587	3.3
2004	771	129	3.4
2008	780	100	3.4
2012	867	435	3.2
2011	2793	474	3.2
2003	2859	663	3.2

Die Repräsentativität der Einzeljahre gilt als umso größer je geringer die Abweichung vom Mittel ist. Die Auswahl für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft fällt hier auf das Jahr 2009.

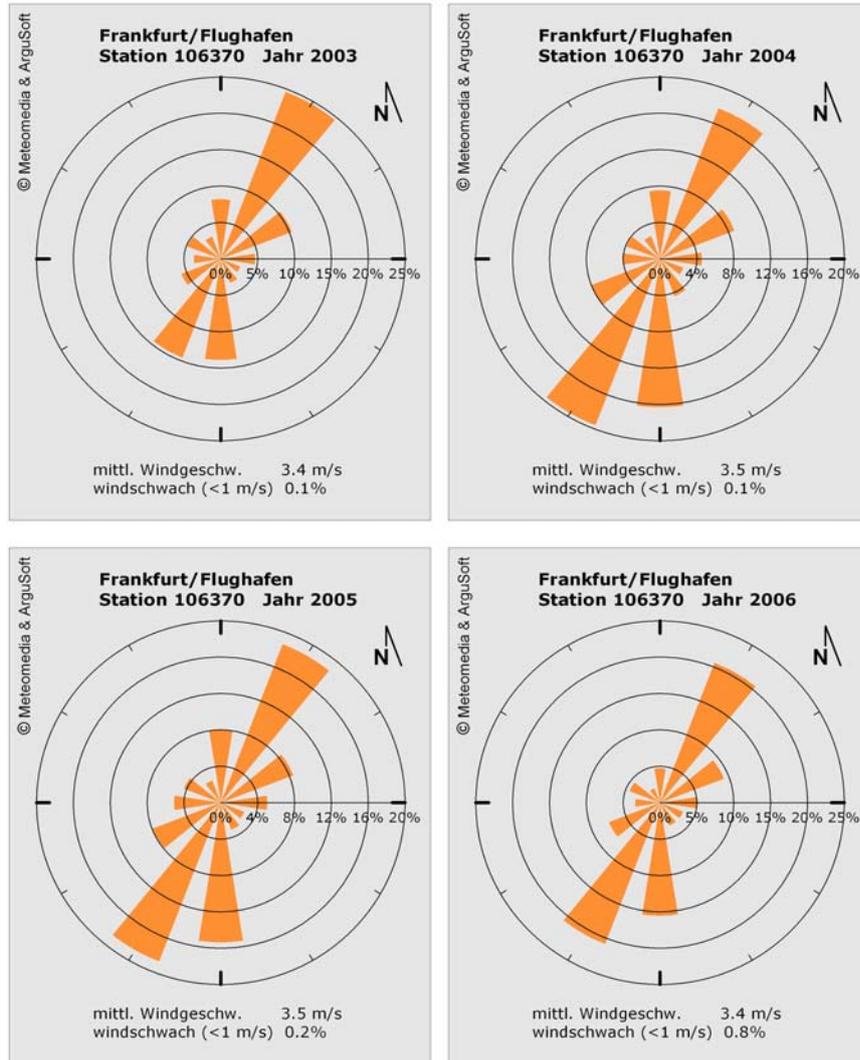




Selektion Repräsentatives Jahr



**Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung der Einzeljahre sowie des Mittels**

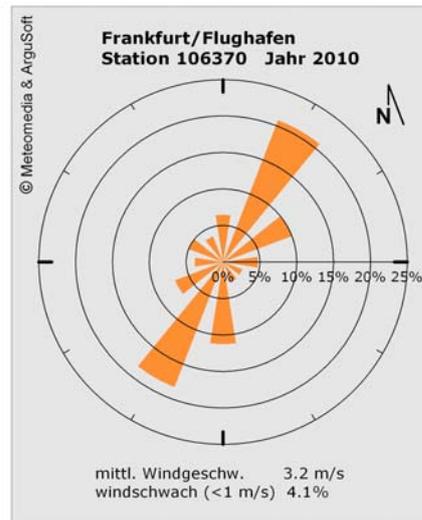
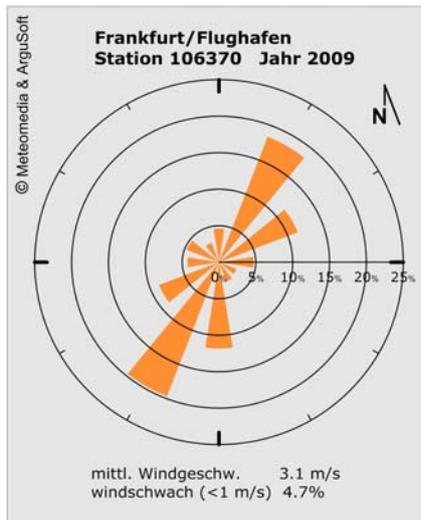
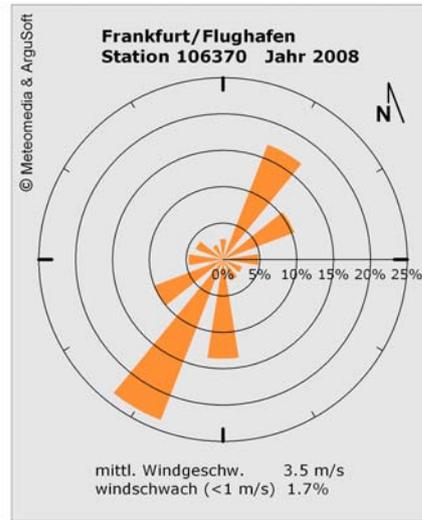
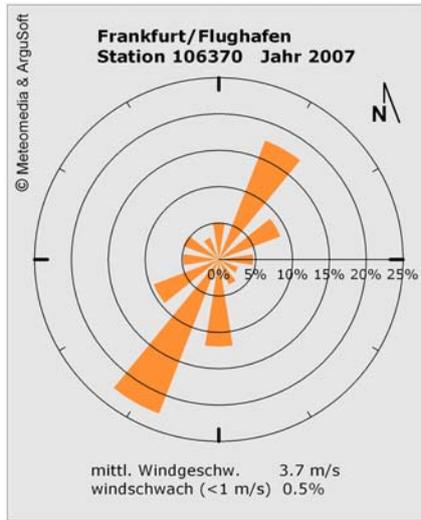


© Copyright ArguSoft GmbH & Co. KG - AUSTAL Met SRJ – erstellt von ArguSoft im Auftrag der meteomedia GmbH





Selektion Repräsentatives Jahr

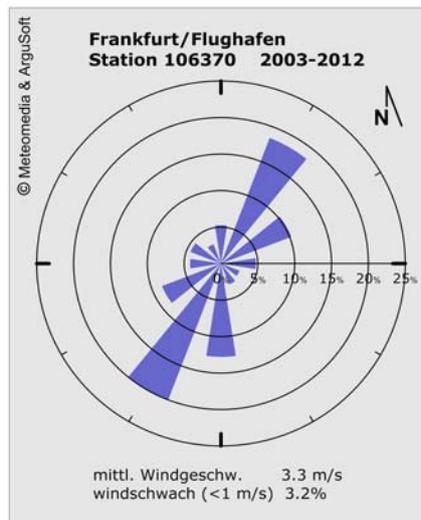
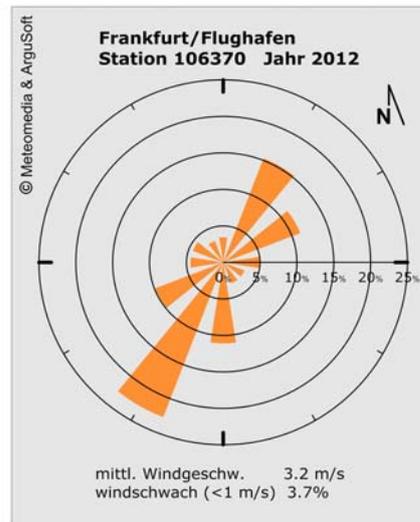
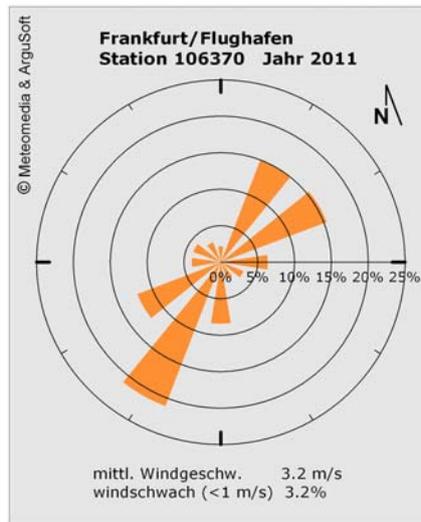


© Copyright ArguSoft GmbH & Co. KG - AUSTAL Met SRJ – erstellt von ArguSoft im Auftrag der meteomedia GmbH





Selektion Repräsentatives Jahr



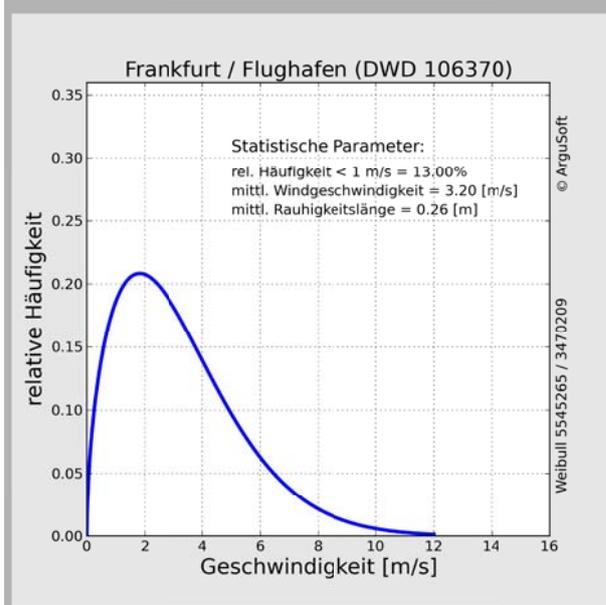
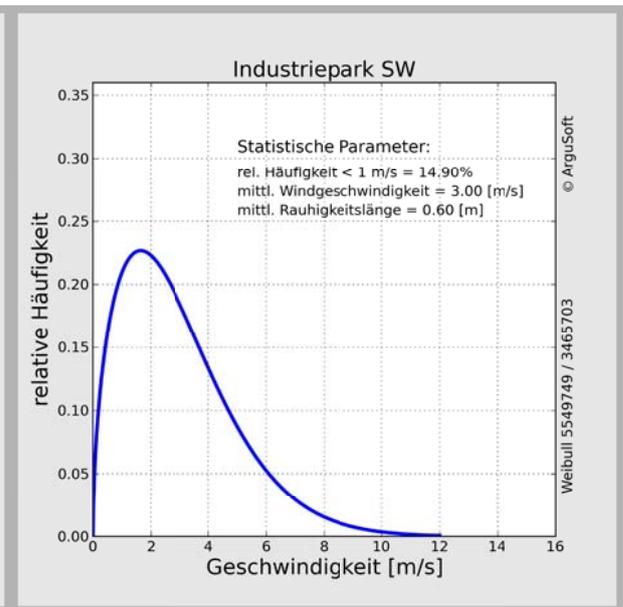
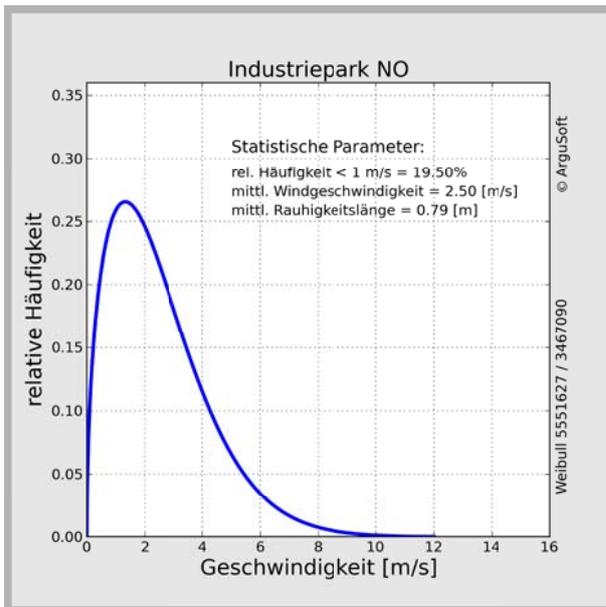
© Copyright ArguSoft GmbH & Co. KG - AUSTAL Met SRJ – erstellt von ArguSoft im Auftrag der meteomedia GmbH



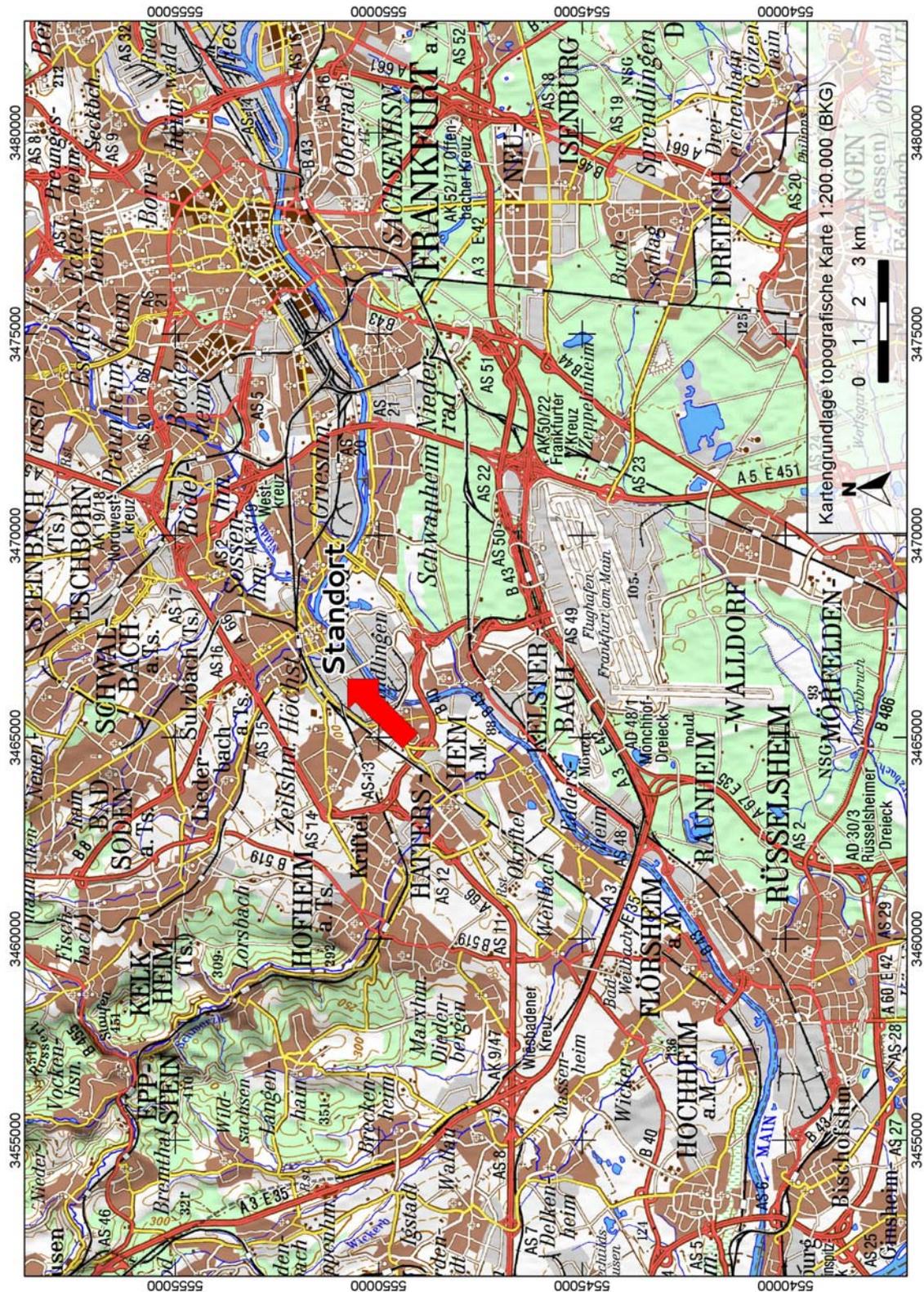
### III Statistische Auswertungen

Vergleich der theoretischen Windspektren des Statistischen Windfeldmodells (SWM) anhand der Dichtefunktion der Weibull-Verteilung für Windgeschwindigkeiten (statistische Werte):

$$P(v) = \frac{k}{c} \left( \frac{v}{c} \right)^{k-1} e^{-\left( \frac{v}{c} \right)^k}$$



#### IV Auszug aus der topografischen Karte



## AUSTAL Met SRJ

Selektion Repräsentatives Jahr

20.09.2018

Datenbasis: Stunden-Jahres-Zeitreihen einer DWD-Station

Methode: Summe der Fehlerquadrate von Windrichtung (12 Sektoren u. Windstille) und Windgeschwindigkeit (9 Klassen)

**Station: 106370 Frankfurt-Flughafen (HE)**

Jahre: 2008 - 2017

Koordinaten: N 50.04639° E 8.59861° 111 m ü.NN

Messhöhe: 10 m

Das Abweichungsmaß von den mittleren Verhältnissen ist je Jahr für einen Parameter darstellbar als:

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

mit

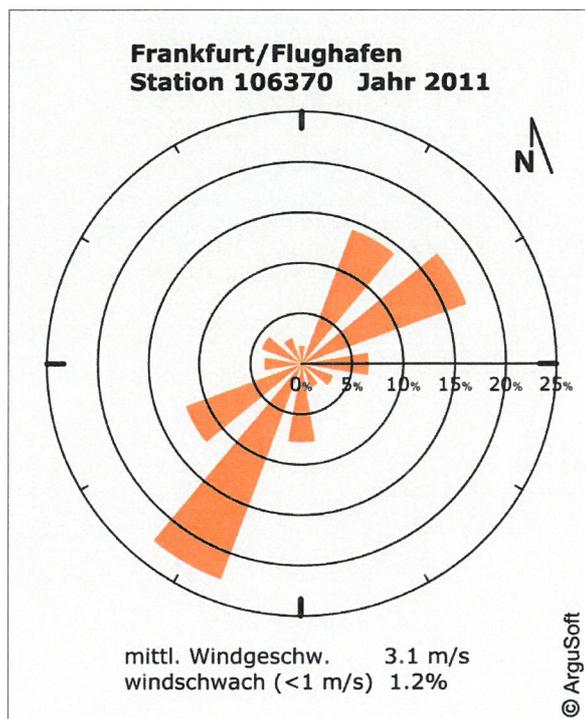
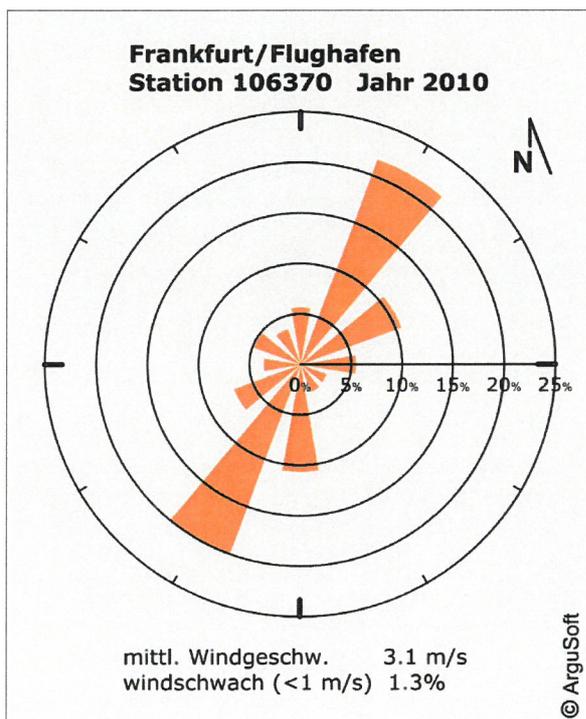
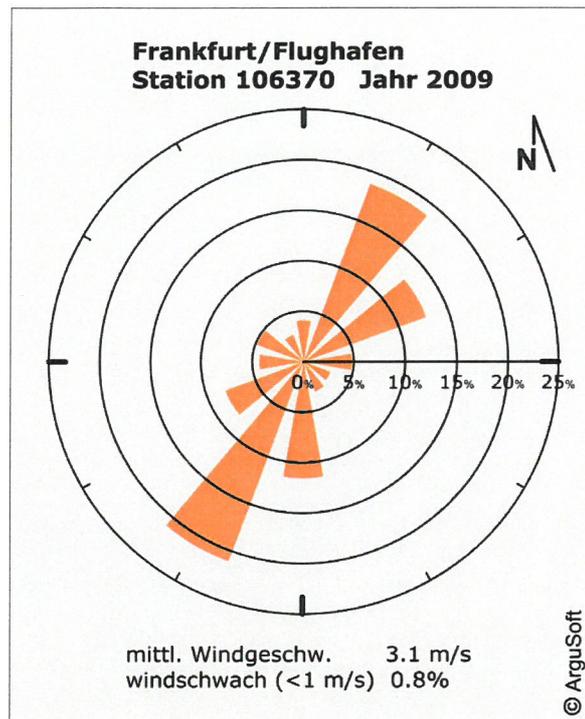
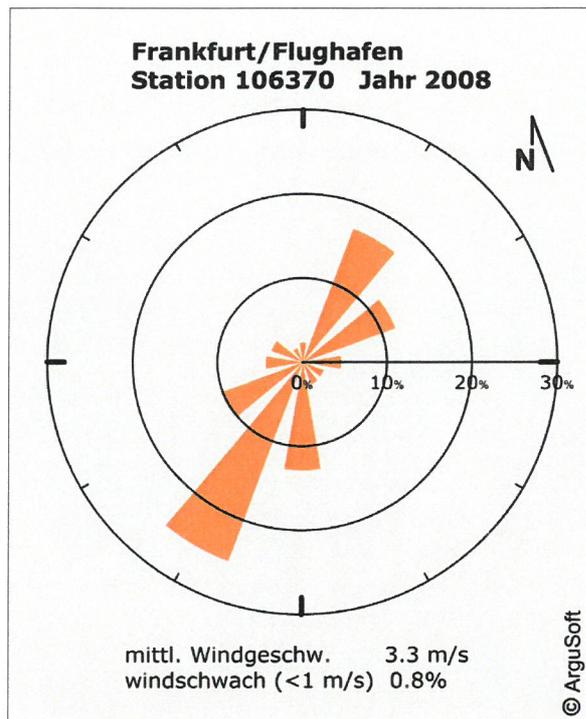
$p_x$	Häufigkeit je Sektor/Klasse
$m$	langjähriges Mittel
$i$	Windrichtungssektor (12) oder Windgeschwindigkeitsklasse (9)
$n$	Einzeljahr

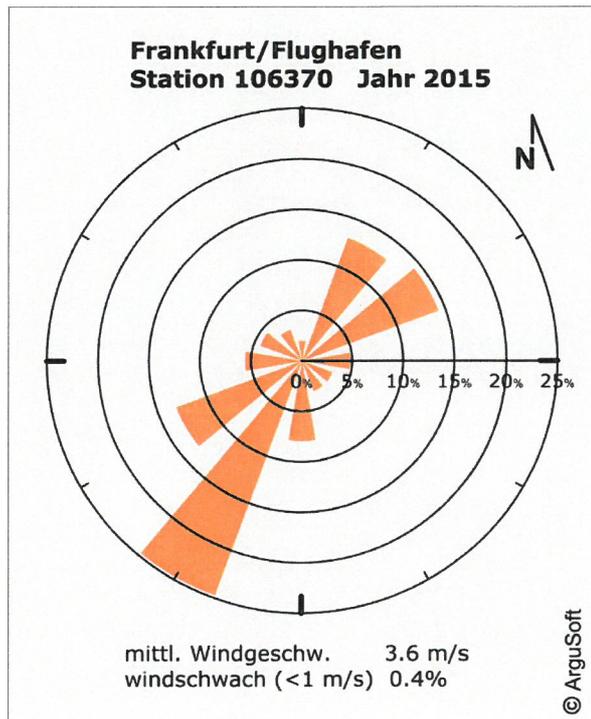
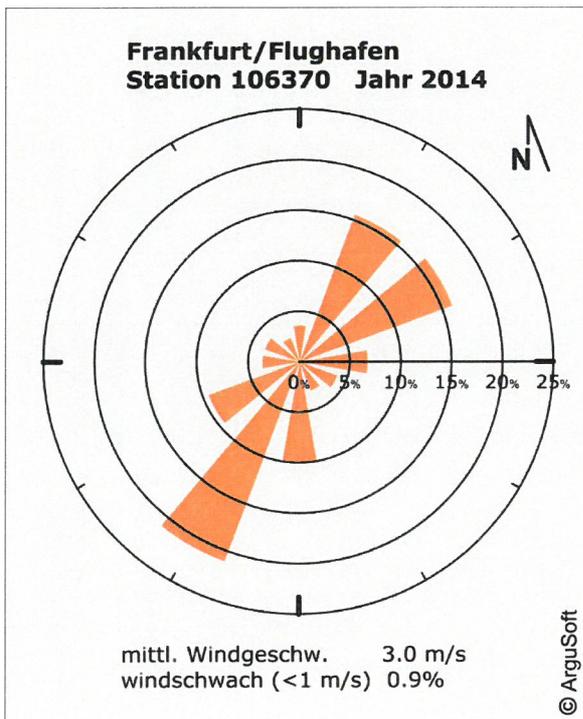
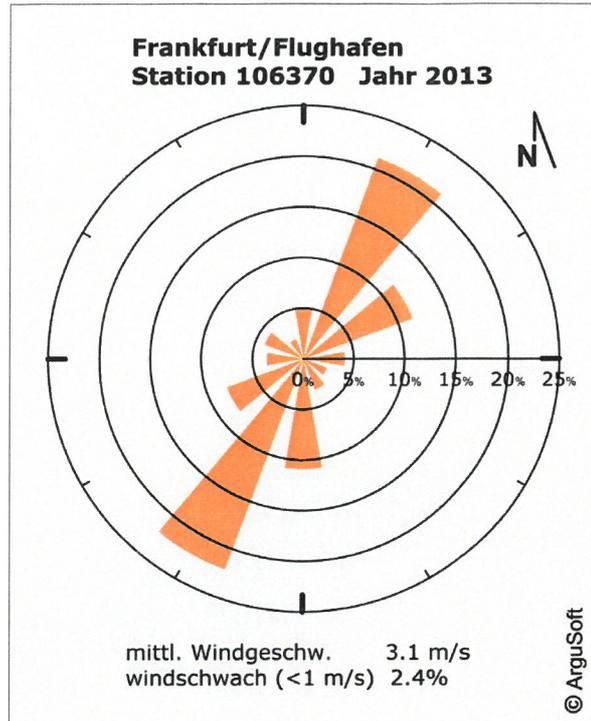
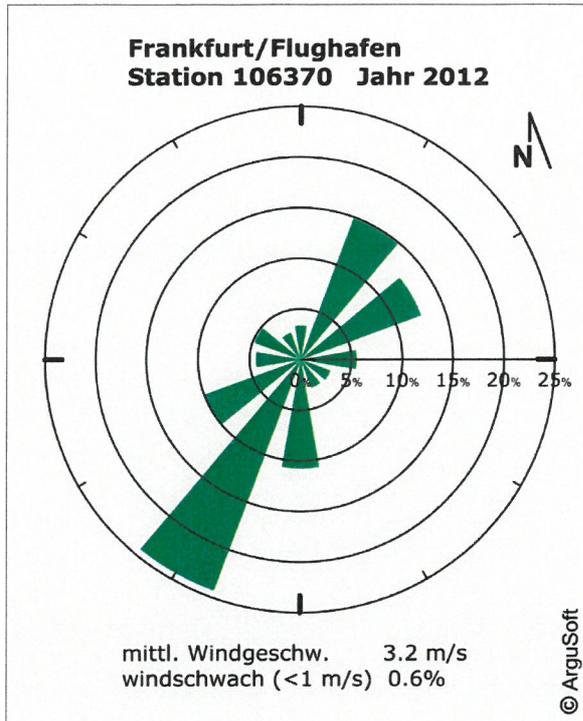
Die nachfolgende Tabelle zeigt die Reihenfolge der Einzeljahre mit getrennter Sortierung je Parameter (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) nach aufsteigendem Wert des (auf den kleinsten Wert mit 100) normierten Abweichungsmaßes. Die Jahresmittelwerte der Windgeschwindigkeit sind in m/s angegeben; das langjährige Mittel beträgt 3,2 m/s.

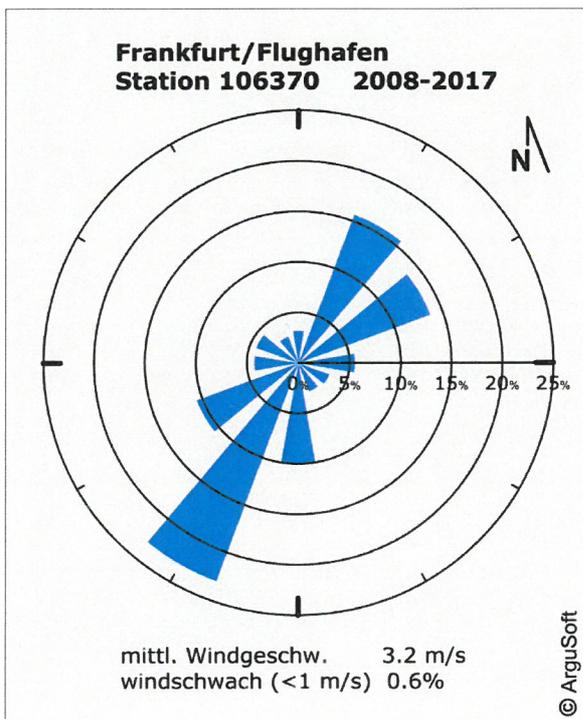
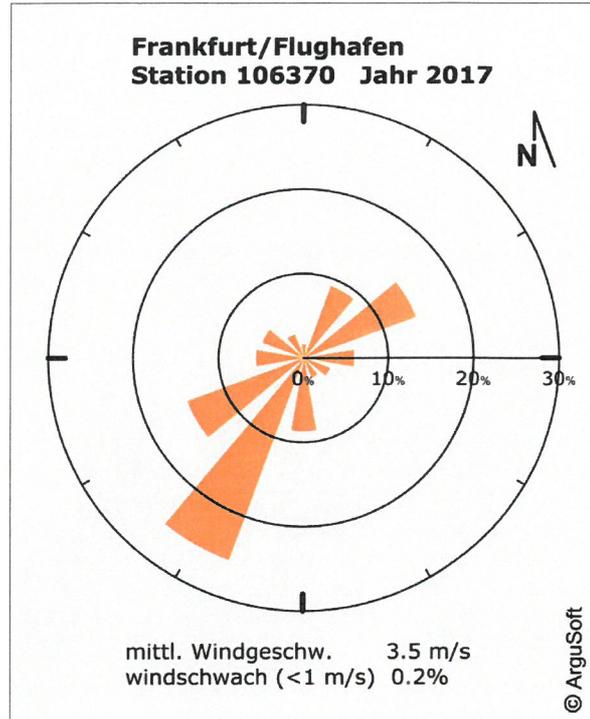
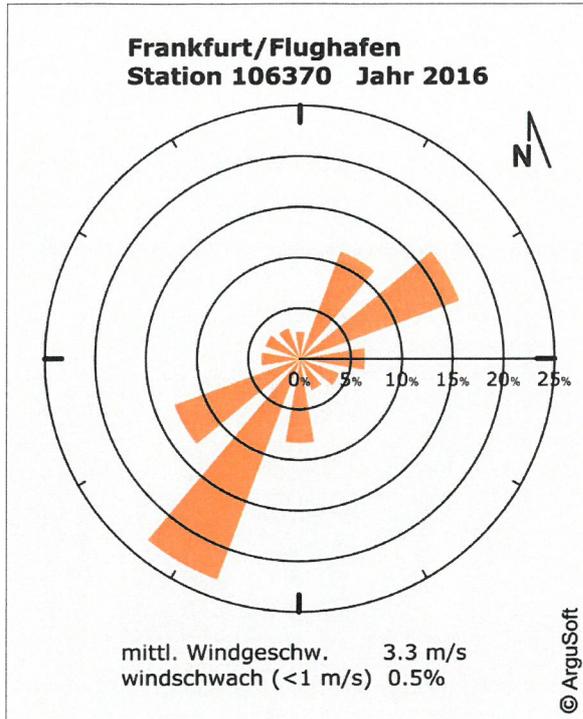
Jahr	Windrichtung	Windgeschwindigkeit		Bewertung
	Abweichung	Abweichung	Mittelwert	rel. 3 wr + wg
<b>2012</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.2</b>	<b>100</b>
2008	465	140	3.4	384
2009	518	320	3.1	469
2011	520	326	3.2	472
2014	287	1180	3.0	510
2015	524	566	3.6	535
2016	811	116	3.3	637
2013	1038	583	3.2	924
2017	1526	388	3.5	1242
2010	1583	302	3.2	1263

Die Repräsentativität der Einzeljahre gilt als umso größer je geringer die Abweichung vom Mittel ist. Die Bewertung wird hier über die Kombination aus der Abweichung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit im Verhältnis 3:1 vorgenommen. Die Auswahl fällt hier für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft auf das Jahr 2012.

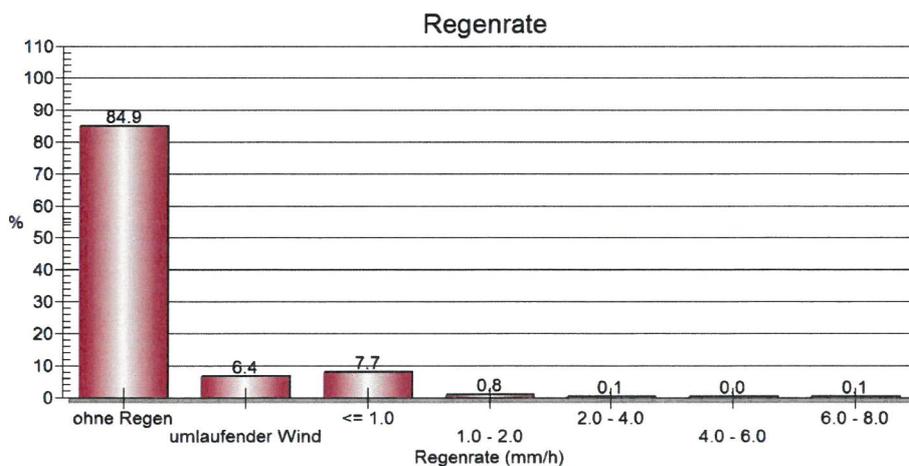
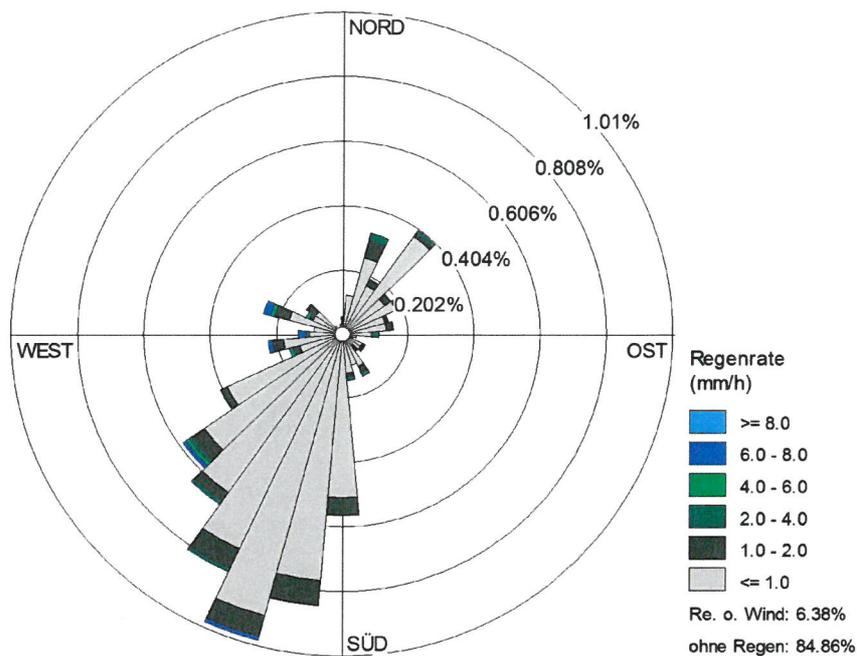
**Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung der Einzeljahre sowie des Mittels**







**Verteilung des Niederschlags im repr. Jahr 2012**



In der 1. Zeile des Headers der AKTERM-Datei sind zur Einordnung der Regendaten für das "windrepräsentative" Jahr noch einige statistische Angaben angefügt, die für die Interpretation der mit AUSTAL2000N oder LASAT berechneten nassen Deposition verwendet werden können.

`/ precipitation (630 mm =104% des Mittels 2008-2017, STABW=83 mm, 788 h=100% mit rr>0, STABW=101 h)`

### A3 LOG-DATEIEN DER RECHENLÄUFE AM BEISPIEL FÜR DEN PLANFALL 80 M

#### Windfeldberechnung

- Input file created by AUSTAL2000

===== metlib.def

- TalDef: Time series for library

- Umin=0.7

.

Version = 2.6

Z0 = 1.500

D0 = 9.000

Xa=-6944.0 Ya=-6869.0 Ha=19.3

Ua = ?

Ra = ?

Lm = ?

Wind = ?

WindLib = ~lib

-

!	T1	T2	Ua	Ra	Lm	Wind
-	(ss)	(ss)	(m/s)	(deg.)	(m)	(1)

Z	0	1	1.055	10	90.0	1001
---	---	---	-------	----	------	------

Z	1	2	1.055	20	90.0	1002
---	---	---	-------	----	------	------

Z	2	3	1.055	30	90.0	1003
---	---	---	-------	----	------	------

Z	3	4	1.055	40	90.0	1004
---	---	---	-------	----	------	------

Z	4	5	1.055	50	90.0	1005
---	---	---	-------	----	------	------

Z	5	6	1.055	60	90.0	1006
---	---	---	-------	----	------	------

...

Z	209	210	2.321	300	-45.0	6030
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	210	211	2.321	310	-45.0	6031
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	211	212	2.321	320	-45.0	6032
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	212	213	2.321	330	-45.0	6033
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	213	214	2.321	340	-45.0	6034
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	214	215	2.321	350	-45.0	6035
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	215	216	2.321	360	-45.0	6036
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

===== bodies.def

.

DMKp = { 6.000 1.000 0.300 0.050 0.700 1.200 15.0 0.500 0.300 }

TrbExt = 1

-

RFile

"E:/MOL/71614\_Heizkraftwerk\_Hoechst/lasat/Re3\_Rechenlauf\_Planfall\_80m/poly\_raster.dma"

Aufgrund des Umfanges ist die Protokolldatei der Windfeldmodellierung nicht für eine Dokumentation in Berichtsform geeignet. Sie können bei Bedarf digital angefordert werden.

## Zusatzbelastung Planfall 80 m (ohne Deposition für NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub>)

### Eingangsdaten

```
===== grid.def
.
RefX = 3466648
RefY = 5550650
GGCS = GK
Sk = { 0.0 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
108.0 111.0 114.0 117.0 120.0 123.0 127.0 133.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0
700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 19
Flags = +NESTED+BODIES
-
! Nm | NI Ni Nt Pt  Dd Nx Ny Nz  Xmin  Ymin Rf Im  le
-----+-----
N 08 | 1 1 2 3 512.0 36 36 54 -9216.0 -9216.0 0.5 200 1.0e-004
N 07 | 2 1 2 3 256.0 48 48 54 -6144.0 -6144.0 0.5 200 1.0e-004
N 06 | 3 1 2 3 128.0 48 48 54 -3072.0 -3072.0 0.5 200 1.0e-004
N 05 | 4 1 2 3 64.0 50 48 54 -1664.0 -1536.0 0.5 200 1.0e-004
N 04 | 5 1 2 3 32.0 54 54 54 -960.0 -832.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 6 1 2 3 16.0 86 90 54 -832.0 -608.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 7 1 2 3 8.0 166 174 54 -800.0 -576.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 8 1 2 3 4.0 236 240 41 -616.0 -360.0 1.0 200 1.0e-004
-----
```

- Input file created by AUSTAL2000 2.6.11-WI-x

```
===== param.def
```

```
.
Ident = "Austal2000_GTN_Loh_Planzustand"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2012-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 366.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+CHEM+MNT
```

```
===== sources.def
```

```
.
! Nr. | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Vq Qq Ts Lw Rh Tt
-----+-----
Q 01 | -191.0 -3.0 60.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.2 22.2 28.710 -1.0 0.0000 0.0 0.0
```

Q 02	-191.0	-3.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	11.7	13.300	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 03	-151.0	45.0	111.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	15.0	19.930	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 04	-129.0	116.0	167.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	19.0	14.650	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 05	-60.0	75.0	75.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	9.1	6.650	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 06	-201.0	14.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	13.3	44.880	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 07	-204.0	100.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	35.0	91.800	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 08	-86.0	-60.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	21.4	25.700	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 09	-76.0	-79.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	21.4	25.700	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 10	-129.0	116.0	167.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	13.2	7.820	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 11	-86.0	-60.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	10.8	10.270	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 12	-86.0	-60.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	13.8	14.430	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 13	-76.0	-79.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	10.8	10.270	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 14	-76.0	-79.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	13.8	14.430	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 15	-62.0	-52.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	13.4	89.160	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 16	-51.0	-70.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	13.4	89.160	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 17	0.8	1.6	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	18.8	0.560	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 18	1.7	2.3	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	18.8	0.560	-1.0	0.0000	0.0	0.0

===== substances.def

Name = gas  
 Unit = g  
 Rate = 32.00000  
 Vsed = 0.0000

! Substance	Vdep	Refc	Refd	Rfak	Rexp
K so2	0.000e+000	5.000e-005	0.000e+000	0.000e+000	0.80
K no2	0.000e+000	4.000e-005	0.000e+000	0.000e+000	0.80
K no	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000	0.80
K nh3	1.000e-002	3.000e-006	1.268e-008	0.000e+000	0.80
K pm-1	1.000e-003	4.000e-005	4.051e-006	0.000e+000	0.80

===== chemics.def

! created\from | gas.no

C gas.no2		?
C gas.no		?

===== emissions.def

! SOURCE	gas.so2	gas.no2	gas.no	gas.nh3	gas.pm-1
E 01	?	?	0.000e+000	0.000e+000	
E 02	?	?	0.000e+000	0.000e+000	
E 03	?	?	0.000e+000	?	
E 04	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000
E 05	0.000e+000	4.444e-001	2.609e+000	0.000e+000	2.222e-001
E 06	?	?	0.000e+000	0.000e+000	

```

E 07 |      ?      ?      ? 0.000e+000 0.000e+000
E 08 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 09 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 10 | 0.000e+000 0.000e+000 0.000e+000 0.000e+000 0.000e+000
E 11 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 12 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 13 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 14 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 15 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000 0.000e+000
E 16 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000 0.000e+000
E 17 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000      ?
E 18 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000      ?

```

-----+-----  
===== monitor.def

```

.
! Nr. | Xp Yp Hp
-----+-----
M 01 | 697.0 1175.0 1.5
M 02 | 3098.0 -1763.0 1.5
M 03 | -1130.6 -1200.9 1.5
M 04 | 872.6 1918.2 55.0
-----+-----

```

=====

- Input file created by AUSTAL2000 2.6.11-WI-x

===== meteo.def

- TalDef: Meteorological time series  
- Umin=0.7

```

.
Version = 2.6
Z0 = 1.500
D0 = 9.000
Xa=-6944.0 Ya=-6869.0 Ha=19.3
Ua = ?
Ra = ?
Lm = ?
WindLib = ../lib_geb

```

```

-----+-----
-
! T1 T2 Ua Ra Lm
- (ddd.hh:mm:ss) (ddd.hh:mm:ss) (m/s) (deg.) (m)
Z 00:00:00 01:00:00 2.800 206 99999.0
Z 01:00:00 02:00:00 3.600 196 99999.0
Z 02:00:00 03:00:00 3.600 175 99999.0
Z 03:00:00 04:00:00 4.400 201 99999.0
Z 04:00:00 05:00:00 3.800 201 99999.0
Z 05:00:00 06:00:00 4.600 200 99999.0
Z 06:00:00 07:00:00 4.800 197 99999.0
Z 07:00:00 08:00:00 5.600 202 99999.0
Z 08:00:00 09:00:00 5.800 214 99999.0
Z 09:00:00 10:00:00 5.800 204 99999.0

```

...

Z	365.19:00:00	365.20:00:00	4.400	187	99999.0
Z	365.20:00:00	365.21:00:00	5.000	193	99999.0
Z	365.21:00:00	365.22:00:00	5.600	183	99999.0
Z	365.22:00:00	365.23:00:00	4.600	183	99999.0
Z	365.23:00:00	366.00:00:00	4.400	189	99999.0

2019-07-02 09:42:38 LOPREP\_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für  
 "e:\MOL71614\_Heizkraftwerk\_Hoechst\lasat\Re3\_Rechenlauf\_Planfall\_80m"

=====  
 =====

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

Maximalwerte, Deposition

-----

NH3 DEP	0.43 kg/(ha*a) (+/- 1.3%)	bei x= 528 m, y= 816 m (4: 47, 52)
NH3 DRY	0.43 kg/(ha*a) (+/- 1.3%)	bei x= 528 m, y= 816 m (4: 47, 52)
NH3 WET	0.00 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)	
PM DEP	0.0000 g/(m <sup>2</sup> *d) (+/- 6.3%)	
PM DRY	0.0000 g/(m <sup>2</sup> *d) (+/- 6.3%)	
PM WET	0.0000 g/(m <sup>2</sup> *d) (+/- 0.0%)	

=====  
 =====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

-----

NH3 J00	0.13 µg/m <sup>3</sup> (+/- 1.8%)	bei x= 404 m, y= 788 m (2:151,171)
NO J00	3.0 µg/m <sup>3</sup> (+/- 1.8%)	bei x= 250 m, y= 586 m (1:217,237)
NO2 J00	0.7 µg/m <sup>3</sup> (+/- 1.6%)	bei x= 292 m, y= 788 m (2:137,171)
NO2 S00	493 µg/m <sup>3</sup> (+/- 77.3%)	bei x= 302 m, y= 262 m (1:230,156)
NO2 S18	16 µg/m <sup>3</sup> (+/- 57.1%)	bei x= 1120 m, y= 1312 m (5: 44, 45)
PM J00	0.1 µg/m <sup>3</sup> (+/- 3.3%)	bei x= 86 m, y= 526 m (1:176,222)
SO2 J00	0.2 µg/m <sup>3</sup> (+/- 2.6%)	bei x= -2 m, y= 454 m (1:154,204)
SO2 S00	67 µg/m <sup>3</sup> (+/- 99.9%)	bei x= -10 m, y= 494 m (1:152,214)
SO2 S24	7 µg/m <sup>3</sup> (+/- 27.0%)	bei x= -434 m, y= -322 m (1: 46, 10)

=====  
 =====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====  
 =====

PUNKT	01	02	03	04
-------	----	----	----	----

xp	697	3098	-1131	873
yp	1175	-1763	-1201	1918
hp	1.5	1.5	1.5	55.0
-----				
NH3 DEP	0.40 1.4%	0.05 2.8%	0.19 2.2%	0.35 1.3% kg/(ha*a)
NH3 DRY	0.40 1.4%	0.05 2.8%	0.19 2.2%	0.35 1.3% kg/(ha*a)
NH3 WET	0.00 0.0%	0.00 0.0%	0.00 0.0%	0.00 0.0% kg/(ha*a)
NH3 J00	0.13 1.3%	0.02 2.7%	0.06 2.0%	0.14 0.6% µg/m³
NO J00	2.4 0.9%	0.2 1.9%	1.3 1.4%	2.3 0.4% µg/m³
NO2 J00	0.7 1.2%	0.1 2.8%	0.4 1.8%	0.7 0.6% µg/m³
NO2 S00	18 50.3%	19 40.1%	21 65.9%	17 30.9% µg/m³
NO2 S18	12 34.5%	7 21.9%	14 28.9%	11 15.6% µg/m³
PM DEP	0.0000 1.5%	0.0000 3.2%	0.0000 2.4%	0.0000 1.3% g/(m²*d)
PM DRY	0.0000 1.5%	0.0000 3.2%	0.0000 2.4%	0.0000 1.3% g/(m²*d)
PM WET	0.0000 0.0%	0.0000 0.0%	0.0000 0.0%	0.0000 0.0% g/(m²*d)
PM J00	0.1 1.4%	0.0 3.0%	0.0 2.2%	0.1 0.6% µg/m³
SO2 J00	0.2 1.4%	0.0 2.8%	0.1 1.9%	0.2 0.5% µg/m³
SO2 S00	5 20.9%	3 28.2%	6 35.1%	3 20.0% µg/m³
SO2 S24	3 26.0%	1 29.5%	3 20.7%	3 14.6% µg/m³

**Zusatzbelastung Planfall 80 m (nur Deposition für NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub>)**

Hinweis: Die Eingangsdaten entsprechen denen vom Planfall 80 m mit Ausnahme der angesetzten Depositionsparameter für NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> und SO<sub>2</sub>. Deshalb wird hier nur DIESER Teil der Eingangsdaten dargestellt

===== substances.def

Name = gas  
 Unit = g  
 Rate = 32.00000  
 Vsed = 0.0000

! Substance	Vdep	Refc	Refd	Rfak	Rexp
K so2	1.000e-002	5.000e-005	3.171e-008	2.000e-005	1.00
K no2	3.000e-003	4.000e-005	1.268e-008	1.000e-007	1.00
K no	5.000e-004	0.000e+000	1.268e-008	0.000e+000	1.00
K nh3	1.000e-002	3.000e-006	1.268e-008	1.200e-004	0.60
K pm-1	1.000e-003	4.000e-005	4.051e-006	3.000e-005	0.80

2019-06-17 13:04:30 LOPREP\_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für  
 "e:\MOL\71614\_Heizkraftwerk\_Hoechst\lasat\Re5\_Rechenlauf\_Planfall\_80m\_Dep"

=====

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

#### Maximalwerte, Deposition

-----

NH3 DEP	50.106 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)	bei x= -86 m, y= -58 m (1:133, 76)
NH3 DRY	0.424 kg/(ha*a) (+/- 1.3%)	bei x= 528 m, y= 816 m (4: 47, 52)
NH3 WET	50.104 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)	bei x= -86 m, y= -58 m (1:133, 76)
NO DEP	0.480 kg/(ha*a) (+/- 2.7%)	bei x= 198 m, y= 586 m (1:204,237)
NO DRY	0.480 kg/(ha*a) (+/- 2.7%)	bei x= 198 m, y= 586 m (1:204,237)
NO WET	0.000 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)	
NO2 DEP	0.668 kg/(ha*a) (+/- 0.8%)	bei x= 832 m, y= 1472 m (6: 31, 36)
NO2 DRY	0.668 kg/(ha*a) (+/- 0.8%)	bei x= 832 m, y= 1472 m (6: 31, 36)
NO2 WET	0.086 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)	bei x= -190 m, y= -2 m (1:107, 90)
PM DEP	0.0024 g/(m <sup>2</sup> *d) (+/- 0.0%)	bei x= -150 m, y= 46 m (1:117,102)
PM DRY	0.0000 g/(m <sup>2</sup> *d) (+/- 6.2%)	
PM WET	0.0024 g/(m <sup>2</sup> *d) (+/- 0.0%)	bei x= -150 m, y= 46 m (1:117,102)
SO2 DEP	16.444 kg/(ha*a) (+/- 0.1%)	bei x= -190 m, y= -2 m (1:107, 90)
SO2 DRY	0.643 kg/(ha*a) (+/- 2.2%)	bei x= 180 m, y= 596 m (2:123,147)
SO2 WET	16.305 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)	bei x= -190 m, y= -2 m (1:107, 90)

=====

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

-----

NH3 J00	0.13 µg/m <sup>3</sup> (+/- 1.8%)	bei x= 404 m, y= 788 m (2:151,171)
NO J00	2.9 µg/m <sup>3</sup> (+/- 1.9%)	bei x= 186 m, y= 542 m (1:201,226)
NO2 J00	0.7 µg/m <sup>3</sup> (+/- 1.0%)	bei x= 304 m, y= 816 m (4: 40, 52)
NO2 S00	417 µg/m <sup>3</sup> (+/- 75.0%)	bei x= 302 m, y= 262 m (1:230,156)
NO2 S18	15 µg/m <sup>3</sup> (+/- 58.5%)	bei x= -534 m, y= -346 m (1: 21, 4)
PM J00	0.1 µg/m <sup>3</sup> (+/- 3.3%)	bei x= 86 m, y= 526 m (1:176,222)
SO2 J00	0.2 µg/m <sup>3</sup> (+/- 2.6%)	bei x= 14 m, y= 450 m (1:158,203)
SO2 S00	23 µg/m <sup>3</sup> (+/- 92.7%)	bei x= -498 m, y= 154 m (1: 30,129)
SO2 S24	6 µg/m <sup>3</sup> (+/- 63.0%)	bei x= -526 m, y= -346 m (1: 23, 4)

**A4 GUTACHTEN DER SGS-TÜV SAAR GMBH (2019): PRÜFUNG VERHÄLTNIS  
NO/NO<sub>2</sub> IM ABGAS KESSEL 2 INFRASERV HÖCHST**

## Prüfung Verhältnis NO/NO<sub>2</sub> im Abgas Kessel 2 Infraserv Höchst

Auftraggeber:	Infraserv GmbH & Co. Höchst KG Industriepark Höchst D-65926 Frankfurt am Main
Betreiber:	Infraserv GmbH & Co. Höchst KG Industriepark Höchst D-65926 Frankfurt am Main
Anlage:	<b>Kraftwerk Kessel 2</b> gemäß Nr. 1.1, Anhang 1 der 4. BImSchV
Standort der Anlage:	Industriepark Höchst Gebäude D 580 D-65926 Frankfurt am Main
Aufgabenstellung:	<b>Prüfung Verhältnis NO/NO<sub>2</sub> im Abgas GuD-Anlage Kessel 2 mit Gasturbine 1</b> anhand vorhandener Messdaten im Rahmen der Messungen von Funktionsprüfungen und Kalibrierungen
Auftragsdatum:	09.04.2019
Bericht:	MB 19-4971756 K2 Verhältnis NO/NO <sub>2</sub>
Berichtsdatum:	09.05.2019
Auftrag-Nr.:	4971756
Berichtsumfang:	11 Seiten
Revision:	A

**SGS-TÜV Saar GmbH**Berichts.-Nr.: MB 19-4971756 K2 Verhältnis NO/NO<sub>2</sub> Rev.A

Berichtsdatum: 09.05.2019

Seite 2 von 11

**Name des akkreditierten Prüflaboratoriums**

SGS-TÜV Saar GmbH

Standort Frankfurt

Am TÜV 1

Fritz-Klatte-Straße 6

D-66280 Sulzbach

D-65933 Frankfurt am Main

**Befristung der Bekanntgabe nach § 29b BImSchG**

20.03.2024

**Verteiler**

1 x Auftraggeber, InfraserV GmbH &amp; Co. Höchst KG, Frau Pöllmann

1 x SGS-TÜV Saar GmbH

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
1. Aufgabenstellung	4
2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	5
3. [NO <sub>x</sub> ] Probenahmestelle	7
4. [NO <sub>x</sub> ] Messverfahren	8
5. Ergebnisse	10

## **1. Aufgabenstellung**

### **1.1 Auftraggeber**

Infraserv GmbH & Co. Höchst KG  
Industriepark Höchst  
D-65926 Frankfurt am Main

Ansprechpartner: Frau Pöllmann  
Telefon: +49 (0) 69 / 305-23948  
E-Mail: katja.poellmann@infraserv.com

### **1.2 Betreiber**

Infraserv GmbH & Co. Höchst KG  
Industriepark Höchst  
D-65926 Frankfurt am Main

Ansprechpartner: Herr Fritsche  
Telefon: +49 (0) 69 / 305-28825  
E-Mail: marcel.fritsche@infraserv.com

### **1.3 Standort**

Industriepark Höchst, Heizkraftwerk  
Gebäude D 580  
65929 Frankfurt

### **1.4 Anlage**

Genehmigungsbedürftige Anlage  
Kraftwerk Kessel 2  
gemäß Nr. 1.1, Anhang 1 der 4. BImSchV

### **1.5 Anlass und Aufgabenstellung**

Die SGS-TÜV Saar GmbH wurde von der Infraserv GmbH & Co. Höchst KG beauftragt, anhand von vorhandenen Messdaten im Rahmen von durchgeführten Funktionsprüfungen und Kalibrierungen das Verhältnis von NO zu NO<sub>2</sub> im Abgas von Gasturbine 1 und Kessel 2 bei den Lastzuständen Gasturbine 1 in Volllast und Kessel 2 in Volllast Gasturbine 1 in Teillast und Kessel 2 in Volllast Kessel 2 Frischluftbetrieb zu bestimmen.

### **1.6 Beteiligte Personen**

Dipl.-Ing (FH) Werner Kühnel  
Tel.: 069/3800-5211  
E-Mail: werner.kuehnel@sgs.com

## 2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

Feuerungsanlage nach Nr. 1.1, Anhang 1 der 4.BImSchV

### 2.1 Art der Anlage

GuD-Anlage,  
Gasturbine mit Kesselanlage 2

### 2.2 Beschreibung der Anlage

Kesselanlage	
Betriebsbezeichnung	Kessel 2
Hersteller	Lentjes
Bauart	Strahlungskessel
Baujahr	1978
Kessel. Nr.	3184
Feuerungswärmeleistung	280 MW
Feuerungsart	Erdgas (Restgas), Abgas aus Turbine
Dampfmenge	330 t/h
Dampftemperatur	520 °C
Dampfdruck	143 bar
Brenner	
Anzahl	8+1 Mehrlanzenbrenner
Hersteller	Lentjes
Heizwert	10 kWh/m <sup>3</sup> (3,5 kWh/m <sup>3</sup> )
Gasturbine	
Hersteller	Siemens
Typ	SGT 800
Leistung elektr.	45 MW
Wirkungsgrad elektr.	37%
Spez. Wärmeverbrauch	9729 kJ/kWh
Abgastemperatur	546 °C
Drehzahl	6600U/min
Druckverhältnis	20

### 2.3 Beschreibung der Emissionsquellen

#### 2.3.1 Standort der Emissionsquelle

Industriepark Höchst  
Gebäude D 580  
65926 Frankfurt / Main – Höchst

#### 2.3.2 Emissionsquelle

Emissionsquelle:	Kamin
Bauausführung:	gemauert
Höhe über Grund:	111 m
Austrittsfläche:	A = 11,3 m <sup>2</sup>
Rechtswert / Hochwert:	3466 499 / 5550 696

**2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe**

Erdgas, Restgas, Wasserstoff

**2.5 Betriebszeiten**

entfällt

**2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen**

**2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen**

Erfassungselement: geschlossenes Rohrleitungssystem  
kein Ventilator vorhanden

**2.6.2 Einrichtungen zur Verminderung der Emissionen**

Primärmaßnahmen: Rauchgaszirkulation, gestufte Verbrennung

### 3. [NOx] Probenahmestelle

#### 3.1 [NOx] Lage des Messquerschnittes

In Strömungsrichtung sind Abstand 0,8 m nach der betrieblichen Probenahme 5 Messöffnungen für die Vergleichsmessungen zur Kalibrierung ausgeführt.

##### 3.1.1 Übereinstimmung der Probenahmestelle mit dem Regelwerk (DIN EN 15259)

Vorgaben:

Winkel zwischen Gasstrom/Mittelachse

Abgaskanal <15°:

erfüllt

nicht erfüllt

Keine negative lokale Strömung:

erfüllt

nicht erfüllt

Mindestgeschwindigkeit vorhanden:

erfüllt

nicht erfüllt

Verhältnis max: min Geschwindigkeit < 3:1:

erfüllt

nicht erfüllt

Siehe Anhang Volumenstrom

Empfehlung:

Einlaufstrecke > 5 d<sub>h</sub>:

ja

nein

Auslaufstrecke >2 d<sub>h</sub>:

ja

nein

Auslaufstrecke >5 d<sub>h</sub>: bis zur Mündung

ja

nein

#### 3.2 [NOx] Abmessungen des Messquerschnittes

gerade Einlaufstrecke:

4,9 m

gerade Auslaufstrecke:

6,6 m

Abmessungen:

3,0 x 3,0 m

Messquerschnitt:

9 m<sup>2</sup>

#### 3.3 [NOx] Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Art der Messung:

Punkt

Anzahl der Messachsen:

1

Anzahl Messpunkte je Achse:

1

Nachweis der Repräsentativität:

ja

Bericht:

MT 06E708 Ke 2 vom 13.03.2007

Ausführende Stelle:

TÜV-SÜD Industrieservice GmbH

## 4. [NOx] Messverfahren

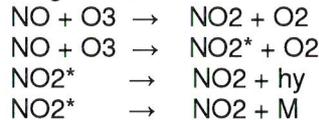
### 4.1 Messverfahren

Richtlinie/Norm DIN EN 14792

### 4.2 Analysator

Der für die Messungen eingesetzte Analysator arbeitet nach der Chemolumineszenz-Methode.

Das Reaktionsschema für den Nachweis von NO mit O<sub>3</sub> wird in den folgenden Reaktionsgleichungen dargestellt.



Das maximum der Strahlungsemission liegt bei 1200 nm und wird als Chemolumineszenz photoelektrisch nachgewiesen.

Nicht alle NO-Moleküle werden in den angeregten Zustand überführt und ein Teil dieser angeregten Moleküle gibt ihre Energie wieder strahlungslos durch Stöße an andere Moleküle (M) ab, aber bei Ozonüberschuss ist das photoelektrische Signal proportional zur gesamten NO-Konzentration.

Um NO<sub>2</sub> in der Probenluft messen zu können muss es vor der Messung mit Hilfe eines Konverters in NO umgewandelt werden.

Die Verwendung eines Konverters ermöglicht die Messung der Summe von NO + NO<sub>2</sub>.

Im verwendeten Analysator Ecophysics CLD 822 Mh ist durch Parallelschaltung von je einem Messweg mit und einem Messweg ohne Katalysator die simultane Messung NO+NO<sub>2</sub> (mit Katalysator) und NO (ohne Katalysator) sowie rechnerisch durch Differenzbildung die Bestimmung von NO<sub>2</sub> möglich.

Hersteller:	ECO Physics AG
Typ:	CLD 822 Mh
Baujahr:	2012
Gerätenummer:	641-23-003
Versionsnummer der eingesetzten Software:	V 1.40
Wartungsintervall:	Wartung gemäß QS jährlich, Reinigung und Filterwechsel nach Bedarf, NP- und Endpunktkontrolle (vor und nach der Messung), Dichtigkeitstest und Bestimmung der Einstellzeit bei jeder Messreihe

### 4.3 Eingestellter Messbereich

Physikalischer Messbereich:	0-100 ppm
Messwertausgang:	4-20 mA

### 4.4 Eignungsbekanntgabe

Eignungsbekanntgabe: BAnz 70/2006, BAnz AT B10/2013

### 4.5 Probenahmeeinrichtung

Entnahmesonde:	Titan, unbeheizt im Kanal
Länge Absaugrohr:	1,5 m
Staubfilter:	Quarzwatte im Kanal
Probegasleitung vor Kühler:	Teflon, beheizt, Länge 3 m
Messgaskühler am Messort:	M & C
Typ:	PSS 5
Temperatur:	geregelt auf 3°C
Probegasleitung nach Kühler:	Teflon, beheizt, Länge 30 m

Messgaskühler vor Analysator:

Hersteller:	M & C
Typ:	CSS V1, ohne Pumpe
Temperatur:	geregelt auf 3 °C
Probegasleitung nach Kühler:	Teflon, Länge 1 m
Werkstoff gasführende Teile:	Teflon, Titan, Edelstahl, Glas

#### **4.6 Überprüfen der Gerätekenlinie mit folgenden Prüfgasen**

Nullgas	gereinigter Stickstoff
Prüfgas	NO ca. 90 ppm
Aufgabe durch das gesamte Probenahme- system einschließlich Sonde:	Ja

#### **4.3.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus**

Ermittlung mittels Stoppuhr bei druckloser  
Prüfgasaufgabe an der Probenahmesonde: 90 s

#### **4.3.8 Registrierung der Messwerte**

Messwertregistrierung:	Elektronische Datenerfassung
Hersteller:	Endress & Hauser
Typ:	Memograph M RSG40
Software:	ReadWin 2000
Version:	1.27.5.0
Speicherzyklus:	1 s
Überprüfung / Kalibrierung:	jährlich

## 5. Ergebnisse

Es wurden gemäß der Aufgabenstellung die Messwerte im Volllast und Teillastbereich der Gasturbine mit höherer Kesselleistung betrachtet.

Höhere Kesselleistung heißt hier im oberen Bereich der Leistung innerhalb der jeweiligen Messkampagnen.

Der Kessel wird in Ausnahmefällen bis zu einer Dampfleistung von max. 230 t/h, in der Regel jedoch deutlich niedriger betrieben.

Grundsätzlich ist bei höheren Kessellasten auch mit einem höheren NO-Anteil im Verhältnis NO / NO<sub>2</sub> zu rechnen.

### 5.1 Kombibetrieb Gasturbine 1 und Kessel 2

#### 5.1.1 Gasturbine Volllast, Kessel hohe Last

- Messungen im Zeitraum der Kalibrierung 05.01.-07.01.2016:

Es ergaben sich insgesamt 28 Messwerte  
alle mit sehr hoher Last Gasturbine > 44 MW  
davon 10 Messwerte mit hoher Kessellast > 120 t/h

	Anteil NO	Anteil NO <sub>2</sub>	Kessellast	Leistung Gasturbine
	%	%	t/h	MW
Mittelwert	91	9	134	46
Maximalwert	87	13	144	46
Minimalwert	93	7	123	44

- Messungen im Zeitraum der Funktionsprüfung am 24.11.2016:

Es ergaben sich insgesamt 8 Messwerte  
alle mit sehr hoher Last Gasturbine ≥ 44 MW  
davon 6 Messwerte mit hoher Kessellast > 100 t/h

	Anteil NO	Anteil NO <sub>2</sub>	Kessellast	Leistung Gasturbine
	%	%	t/h	MW
Mittelwert	93	7	106	44
Maximalwert	91	9	109	44
Minimalwert	97	3	103	44

- Messungen im Zeitraum der Funktionsprüfung am 22.11.2017:

Es ergaben sich insgesamt 5 Messwerte  
4 mit sehr hoher Last Gasturbine > 40 MW  
und mit hoher Kessellast > 120 t/h

	Anteil NO	Anteil NO <sub>2</sub>	Kessellast	Leistung Gasturbine
	%	%	t/h	MW
Mittelwert	92	8	131	43
Maximalwert	91	9	135	43
Minimalwert	93	7	127	41

**5.1.2 Gasturbine Teillast, Kessel hohe Last**

- Messungen im Zeitraum der Kalibrierung 06.03.-08.03.2018:

Es ergaben sich insgesamt 33 Messwerte  
alle mit Teillast Gasturbine 30-40 MW  
davon 10 Messwerte mit höherer Kessellast > 90 t/h

	Anteil NO	Anteil NO <sub>2</sub>	Kessellast	Leistung Gasturbine
	%	%	t/h	MW
Mittelwert	94	6	106	35
Maximalwert	89	11	129	40
Minimalwert	98	2	92	29

- Messungen im Zeitraum der Funktionsprüfung am 22.11.2017:

Es ergaben sich insgesamt 5 Messwerte davon  
1 mit Teillast Gasturbine 30-40 MW  
und mit hoher Kessellast > 90 t/h

	Anteil NO	Anteil NO <sub>2</sub>	Kessellast	Leistung Gasturbine
	%	%	t/h	MW
	95	5	132	32

**5.2 Solobetrieb Kessel 2**

Im Rahmen der Messungen zur Kalibrierung am 11.12.2015 und am 24.01.2019  
im Solobetrieb Kessel 2 ohne Gasturbine im Lastbereich 125 – 150 t/h  
war der Anteil an NO<sub>2</sub> zur Summe NO+NO<sub>2</sub> bei allen Messungen ≤ 3 %.

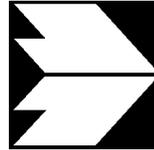
Frankfurt, den 09.05.2019  
JB/ Küh

Sachbearbeiter:

Stellv. fachlich Verantwortlicher:

Joachim Becker

Dipl.-Ing. (FH) Werner Kühnel



**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D - 01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0

Telefax: +49 (0) 351 / 8 39 14 59

E-Mail: [info.dd@lohmeyer.de](mailto:info.dd@lohmeyer.de)

URL: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

Büroleiter: Dr. rer. nat. Ingo Düring

**bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG  
für den Aufgabenbereich O - Gerüche**

**IMMISSIONSPROGNOSE**

**ERWEITERUNG HEIZKRAFTWERK  
INDUSTRIEPARK HÖCHST -**

**BETRACHTUNG DES  
INBETRIEBNAHMEJAHRES**

Auftraggeber: Infraseriv GmbH & Co. Höchst KG  
Industriepark Höchst  
65926 Frankfurt am Main

*Anja Moldenhauer*

Dipl.-Met. A. Moldenhauer

*I. Düring*

Dr. rer. nat. I. Düring

Juli 2019  
Projekt 71614-18-03  
Berichtsumfang 59 Seiten

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>VORGEHENSWEISE</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN</b> .....	<b>5</b>
	4.1 Zusammenfassung der Grenzwerte.....	5
	4.2 Irrelevanzschwellen für die Zusatzbelastung nach TA Luft.....	6
<b>5</b>	<b>EINGANGSDATEN</b> .....	<b>8</b>
	5.1 Örtliche Verhältnisse.....	8
	5.1.1 Lage des Untersuchungsgebiets und der Anlage.....	8
	5.1.2 Relief der Umgebung.....	10
	5.1.3 Nutzungsstruktur in der Umgebung.....	11
	5.1.4 Erkenntnisse aus dem Ortstermin .....	14
	5.2 Vorbelastungssituation .....	14
	5.3 Meteorologische Daten.....	14
	5.3.1 Räumliche Repräsentanz .....	15
	5.3.2 Zeitliche Repräsentanz.....	17
	5.3.3 Thermische Windsysteme .....	18
	5.4 Anlagenbeschreibung / Beschreibung der Emittentenstruktur .....	18
	5.4.1 Bestehende und geplante Anlage allgemein .....	18
	5.4.2 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die vorhandene Anlage.....	21
	5.4.3 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die geplante Anlage .....	25
<b>6</b>	<b>QUELLEN UND EMISSIONEN</b> .....	<b>28</b>
	6.1 Zusatzbelastung durch die geplante Anlage .....	28
	6.1.1 Kategorisierung nach Quellgeometrie .....	28
	6.1.2 Abgasfahnenüberhöhung .....	29
	6.1.3 Quantifizierung der Emissionen für die geplante Anlage.....	30

---

6.1.4	Quantifizierung der Emissionen für die vorhandene Anlage .....	34
6.1.5	Zeitliche Charakteristik .....	34
6.1.6	Zusammenfassende Darstellung der Emissionen .....	35
<b>7</b>	<b>AUSBREITUNGSMODELLIERUNG .....</b>	<b>37</b>
7.1	Rechengebiet.....	37
7.1.1	Ausdehnung und räumliche Auflösung .....	37
7.1.2	Bodenrauigkeit des Geländes .....	37
7.2	Komplexes Gelände - Auswirkungen auf die Windfeldmodellierung .....	38
7.2.1	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten .....	38
7.2.2	Berücksichtigung von Bebauung .....	40
7.2.3	Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell .....	41
7.3	Rechenparameter .....	42
7.3.1	Anemometerposition und Anemometerhöhe .....	42
7.3.2	Statistische Sicherheit .....	42
7.3.3	Depositionsgeschwindigkeiten .....	42
7.3.4	NO-NO <sub>2</sub> -Konversion .....	43
<b>8</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>44</b>
8.1	Staub .....	45
8.2	Stickstoffoxide.....	47
8.3	Schwefeldioxid.....	48
8.4	Zusammenfassende Bewertung .....	49
<b>9</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>50</b>
<b>A1</b>	<b>LOG-DATEIEN DER RECHENLÄUFE AM BEISPIEL FÜR DEN PLANFALL_ IBN 80 M.....</b>	<b>54</b>

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Firma Infraserb GmbH & Co. Höchst KG betreibt im nördlichen Teil des Industrieparks Höchst ein Heizkraftwerk zur Versorgung der dort ansässigen industriellen Kunden mit thermischer Energie (Dampf) und elektrischer Energie (Strom). Infraserb Höchst plant in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Kraftwerk D 580 den Neubau von zwei erdgasbefeuerten Gasturbinen (GT-X7 und GT-X8) mit jeweils bis zu ca. 260 MW<sub>th</sub> Feuerungswärmeleistung (je bis zu 97 MW<sub>el</sub> elektrische Leistung) und zwei nachgeschalteten, mit Erdgas zusatzgefeuerten Abhitzedampferzeugern (AHDE). Der erzeugte Dampf wird über bestehende Dampfturbinen zur Stromerzeugung genutzt und anschließend in das bestehende Dampfnetz eingespeist.

Die neue Gasturbinenanlage (Gasturbinenneubau E536) wird als Nebenanlage des Heizkraftwerks errichtet und betrieben.

Für den Planfall liegt bereits eine Immissionsprognose vor (Lohmeyer, 2019).

Des Weiteren soll das Jahr der Inbetriebnahme zusätzlich betrachtet werden. Dafür wird hiermit ein separates Gutachten vorgelegt. Die Eingangsdaten werden unverändert aus Lohmeyer, 2019 übernommen. Emissionszeitreihen werden speziell für das Jahr der Inbetriebnahme aufbereitet. Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte analog zu Lohmeyer, 2019 mit dem Modell LASAT in AUSTAL-2000-Modus. Stickstoff- und Säure-Depositionen in umliegende FFH-Gebiete waren für das Inbetriebnahmehjahr nicht zu betrachten.

Die Immissionsprognose wird für die Luftschadstoffe Stickstoffoxide, Schwefeloxide und Staub für ca. 12 Quellen für einen Übergangszustand während der Inbetriebnahmephase (Probetrieb) der Gasturbinenanlage (mit Kohle-Kessel) erstellt.

Betrachtet werden 2 Varianten:

- Planfall\_IBN 51 m: Gesamtanlage im Jahr der Inbetriebnahme der geplanten neuen Anlagen mit Mindestschornsteinbauhöhen nach TA Luft für die neuen relevanten Schornsteine (inklusive der beiden vorhandenen Kohle-Kessel, die im Planfall abgeschaltet werden sollen)
- Planfall\_IBN 80 m: Gesamtanlage im Jahr der Inbetriebnahme der geplanten neuen Anlagen mit einer Schornsteinbauhöhe der neuen relevanten Schornsteine von 80 m (inklusive der beiden vorhandenen Kohle-Kessel, die im Planfall abgeschaltet werden sollen)

**Ergebnis:**

Die Zusatz-Immissionsbelastung der betrachteten relevanten Schadstoffe durch das erweiterte Heizkraftwerk der Infraseriv inklusive der Neuanlage Gasturbine GTX7/8 im Jahr der Inbetriebnahme wird für beide betrachteten Varianten (Planfall\_IBN 51 m und Planfall\_IBN 80 m) als irrelevant im Sinne der TA Luft errechnet. Damit muss keine Erhebung des Beitrags durch andere Quellen erfolgen.

Höhere Quellhöhen führen zu einer Reduktion der maximalen Belastungen am Erdboden. Deshalb sind die berechneten Belastungen für den Planfall\_IBN 80 m geringer als für den Planfall\_IBN 51 m.

Aus Sicht des Fachgutachtens bestehen für den Teilbereich „Schadstoff-Immission“ keine Konflikte mit den einschlägigen Grenzwerten.

Die abschließende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse obliegt der genehmigenden Behörde.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

Die Firma Infracorv GmbH & Co. Höchst KG betreibt im nördlichen Teil des Industrieparks Höchst ein Heizkraftwerk zur Versorgung der dort ansässigen industriellen Kunden mit thermischer Energie (Dampf) und elektrischer Energie (Strom). Das Heizkraftwerk ist wärmegeführt, d. h. die benötigte Dampfmenge im Industriepark regelt die Leistung des Kraftwerks. Die gleichzeitige Erzeugung von Kraft (Stromgenerator) und Wärme (Dampf) bezeichnet man als Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), wodurch der Brennstoff maximal genutzt wird.

Es werden dazu bereits drei moderne hocheffiziente Gasturbinen und mehrere Dampferzeuger betrieben, die mit Erdgas oder anderen Gasen, wie z. B. Wasserstoff, beheizt werden. Nachgeschaltete Dampfturbinen nutzen den erzeugten Hochdruckdampf zur Stromerzeugung. Der verbleibende Niederdruckdampf wird als Produktions- und Heizdampf im Industriepark genutzt.

Infracorv Höchst beabsichtigt nun mit einer KWK-Lösung (Kraft-Wärme-Kopplung) die Energieeffizienz weiter zu verbessern und die Stromerzeugung der Volatilität des Stromnetzes anzupassen.

Dazu soll in unmittelbarer Nähe zum Kraftwerk D 580 der Gasturbinenneubau E 536 entstehen, der aus zwei erdgasbefeuerten Gasturbinen (GT-X7 und GT-X8) mit jeweils bis zu ca. 260 MW<sub>th</sub> Feuerungswärmeleistung (je bis zu 97 MW<sub>el</sub> elektrische Leistung) und zwei nachgeschalteten, mit Erdgas zusatzgefeuerten Abhitzedampferzeugern (AHDE) besteht. Der erzeugte Dampf wird über bestehende Dampfturbinen zur Stromerzeugung genutzt und anschließend in das bestehende Dampfnetz eingespeist.

Die neue Gasturbinenanlage (Gasturbinenneubau E536) wird als Nebenanlage des Heizkraftwerks errichtet und betrieben.

Für den Gasturbinenneubau E536 wurde bei Lohmeyer, 2019 eine Schornsteinhöhenbestimmung durchgeführt sowie eine Immissionsprognose für die Gesamtanlage Heizkraftwerk nach Erweiterung um den Gasturbinenneubau erstellt.

Des Weiteren soll das Jahr der Inbetriebnahme zusätzlich betrachtet werden. Dafür wird hiermit ein separates Gutachten vorgelegt. Die Eingangsdaten werden unverändert aus Lohmeyer, 2019 übernommen. Emissionszeitreihen werden speziell für das Jahr der Inbetriebnahme aufbereitet. Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte analog zu Lohmeyer,

2019 mit dem Modell LASAT in AUSTAL-2000-Modus. Stickstoff- und Säure-Depositionen in umliegende FFH-Gebiete waren für das Inbetriebnahmejahr nicht zu betrachten.

Die Immissionsprognose wird für die Luftschadstoffe Stickstoffoxide, Schwefeloxide und Staub für ca. 12 Quellen für einen Übergangszustand während der Inbetriebnahmephase (Probetrieb) der Gasturbinenanlage (mit Kohle-Kessel) erstellt.

Betrachtet werden 2 Varianten:

- Planfall\_IBN 51 m: Gesamtanlage im Jahr der Inbetriebnahme der geplanten neuen Anlagen mit Mindestschornsteinbauhöhen nach TA Luft für die neuen relevanten Schornsteine (inklusive der beiden vorhandenen Kohle-Kessel, die im Planfall abgeschaltet werden sollen)
- Planfall\_IBN 80 m: Gesamtanlage im Jahr der Inbetriebnahme der geplanten neuen Anlagen mit einer Schornsteinbauhöhe der neuen relevanten Schornsteine von 80 m (inklusive der beiden vorhandenen Kohle-Kessel, die im Planfall abgeschaltet werden sollen)

### **3 VORGEHENSWEISE**

Die Vorgehensweise erfolgte analog zu Lohmeyer, 2019. Bei den Eingangsdaten wurden nur die Emissionszeitreihen entsprechend angepasst. Die anderen Eingangsdaten wurden unverändert übernommen. Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte analog zu Lohmeyer, 2019 mit dem Modell LASAT im AUSTAL-2000-Modus.

Stickstoff- und Säuredepositionen waren für das Inbetriebnahmejahr nicht zu betrachten.

## 4 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

### 4.1 Zusammenfassung der Grenzwerte

In **Tab. 4.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten Beurteilungswerte für die zu betrachtenden Schadstoffkomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO <sub>2</sub>	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr, 99.8-Perzentil)
PM10	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
SO <sub>2</sub>	Grenzwert ab 2005	50	350 (Stundenmittel, max. 24 Überschreitungen/Jahr) 125 (Tagesmittel, max. 3 Überschreitungen/Jahr)
CO	8 h gleitender Wert ab 2005	-	10 mg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	-
Staubnieder-schlag	Grenzwert TA Luft	350 mg/(m <sup>2</sup> d)	-

Tab. 4.1: Beurteilungsmaßstäbe zum Schutz der menschlichen Gesundheit für ausgewählte Luftschadstoffe nach 39. BImSchV (2010) bzw. TA Luft (2002)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

## 4.2 Irrelevanzschwellen für die Zusatzbelastung nach TA Luft

Die TA Luft dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft von Industrie- und Gewerbeansiedlungen vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen (Nr. 3.1 Abs. 1 Buchstabe a der TA Luft). Die Prüfung der Schutzpflicht nach Nr. 4 TA Luft folgt einem Kenngrößensystem. Von dem Erfordernis dieses Kenngrößensystems sieht Nr. 4.1 Abs. 4 TA Luft Ausnahmen vor. Bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nr. 4.2 bis 4.5 TA Luft festgelegt sind, soll die Bestimmung von Immissionskenngrößen

- a) wegen geringer Emissionsmassenströme (Nr. 4.6.1.1)
- b) wegen einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1) oder
- c) wegen einer irrelevanten Zusatzbelastung (Nr. 4.2.2 Buchstabe a), 4.3.2 Buchstabe a), 4.4.1 Satz 3, 4.4.3 Buchstabe a) und 4.5.2 Buchstabe a) entfallen.

Die Kriterien a bis c sind unabhängig voneinander zu verstehen, so dass die Erfüllung eines Kriteriums ausreicht, um auf die Ermittlung der Kenngrößen zu verzichten. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft vor.

Das Irrelevanzkriterium der TA Luft besagt, dass eine Anlage als genehmigungsfähig gilt, wenn die von ihr ausgehende Zusatzbelastung (Jahresmittelwert) an einem Beurteilungspunkt 3 vom Hundert des Immissionswertes für den jeweiligen Schadstoff nicht überschreitet. Für einige Beurteilungswerte legt die TA Luft darüber hinaus auch explizit Schwellenwerte fest.

Der jahresmittlere Beurteilungswert und die zugehörigen Irrelevanzwerte für die hier betrachteten Schadstoffkomponenten nach TA Luft sind in **Tab. 4.2** dargestellt.

Schadstoff	Jahresmittelwert	Irrelevanzschwelle für Zusatzbelastung (Jahresmittel)	Einheit
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) (Nr. 4.2 TA Luft)	40	1.2	µg/m <sup>3</sup>
Stickstoffoxid (NO <sub>x</sub> ) (Nr. 4.4 TA Luft)	30	3	µg/m <sup>3</sup>
Feinstaub (PM10) (Nr. 4.2 TA Luft)	40	1.2	µg/m <sup>3</sup>
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) (Nr. 4.2 TA Luft)	50	1.5	µg/m <sup>3</sup>
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) (Nr. 4.4 TA Luft)	20	2.0	µg/m <sup>3</sup>
Staubdeposition (Nr. 4.3 TA Luft)	350	10.5	mg/(m <sup>2</sup> d)

Tab. 4.2: Beurteilungswert und Irrelevanzschwellen für NO<sub>2</sub>, PM10 und SO<sub>2</sub> nach TA Luft (2002)

Der Irrelevantwert von PM2.5 beträgt nach TA Luft (3 % vom Grenzwert) 0.75 µg/m<sup>3</sup>.

Bei irrelevanter Zusatzbelastung ist die Betrachtung der Vorbelastung und die Bewertung nach Nummer 4.7 TA Luft nicht notwendig.

## 5 EINGANGSDATEN

### 5.1 Örtliche Verhältnisse

Nachfolgend werden der Anlagenstandort und seine Umgebung bezüglich der topografischen Situation und bezüglich der herrschenden Landnutzung charakterisiert. Die Abstände zu den nächstgelegenen betroffenen Schutzgütern bzw. Beurteilungspunkten werden beschrieben.

#### 5.1.1 Lage des Untersuchungsgebiets und der Anlage

Der Standort der zu betrachtenden Anlage befindet sich im Zentrum des Industrieparks Höchst im Blockfeld D5/E5. Der Industriepark Höchst liegt am westlichen Rand des Stadtgebietes von Frankfurt am Main im Unterrhein-Gebiet. Er wird im Westen, Südwesten, Osten und Nordosten umgeben von Wohngebieten, die z. T. bis an die Grenzen des Industrieparks heranreichen.

In **Abb. 5.1** ist zur Übersicht ein Ausschnitt aus der topografischen Karte dargestellt, der Standort der zu betrachtenden Anlage ist rot markiert.

Die Anlage hat in südliche Richtung eine Entfernung von ca. 1 500 m zum nördlichen Ortsrand von Kelsterbach. Die Wohnbebauung in Sindlingen befindet sich südwestlich der Anlage in einer Entfernung von ca. 1 200 m. Der Ortsteil Höchst befindet sich ca. 1 000 m nordöstlich. Bei der direkten Umgebung der Anlage handelt es sich um ein Industriegebiet.

Ebenfalls der **Abb. 5.1** zu entnehmen sind die bei der Berechnung betrachteten separaten Monitorpunkte. Dabei handelt es sich um folgende Punkte (**Tab. 5.1**):

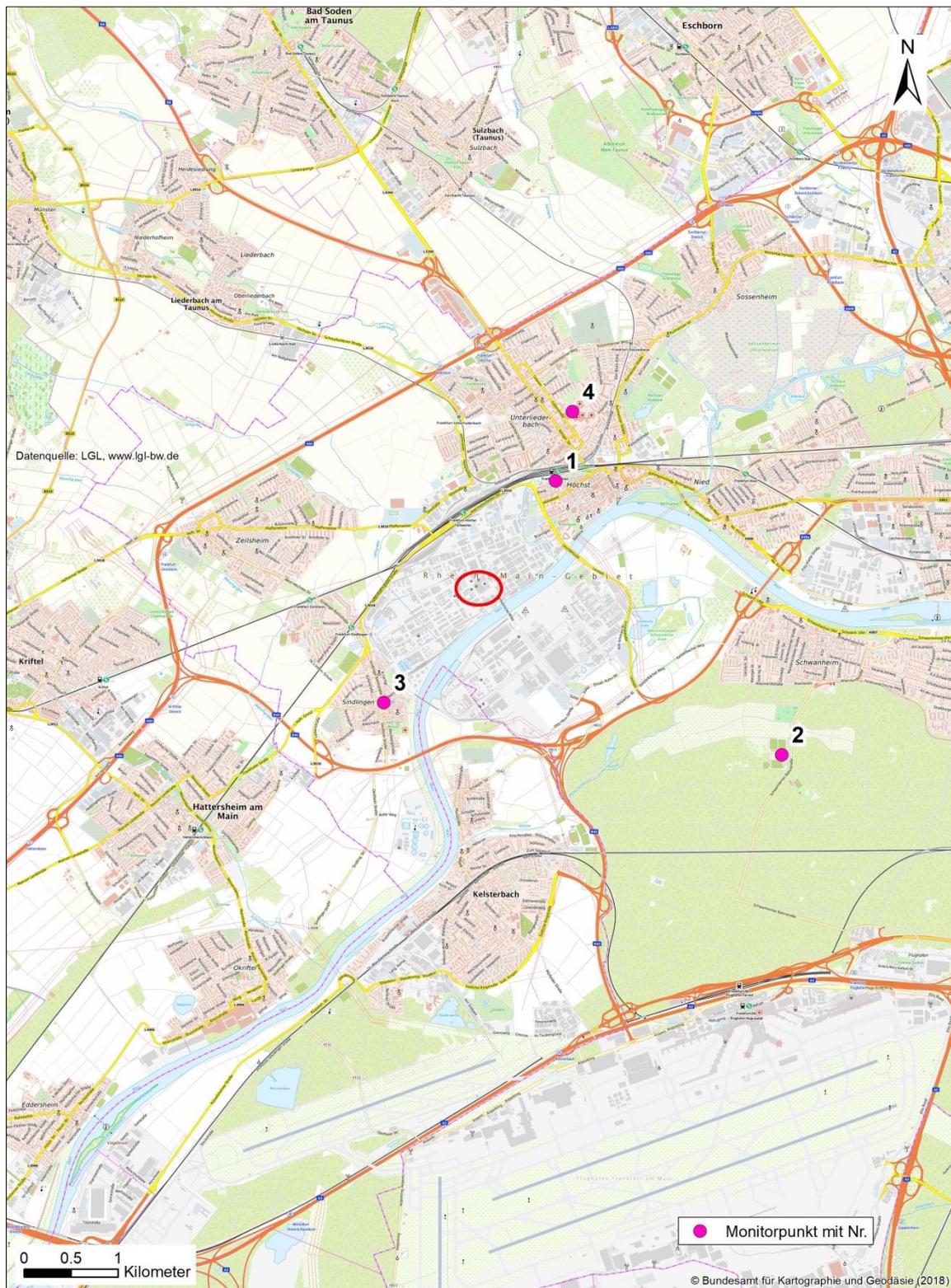


Abb. 5.1: Topografische Karte für den Standort (rotes Oval) und seine Umgebung inkl. separat betrachteter Monitorpunkte  
Kartengrundlage: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2018).

Nr.	Beschreibung	Kurzbezeichnung	Höhe über Grund in m
1	Standort Luftmessstation des HLNUG FFM-Höchst	LMS Höchst	1.5
2	Standort Luftmessstation des HLNUG FFM-Schwanheim	LMS Schwanheim	1.5
3	Monitorpunkt innerhalb des zweiten Immissionsmaximums in südöstlicher Richtung	Immi Nebenmaximum	1.5
4	Höchster Krankenhaus	Krankenhaus Höchst	55

Tab. 5.1: Bei der Ausbreitungsmodellierung separat betrachtete Monitorpunkte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

### 5.1.2 Relief der Umgebung

**Abb. 5.2** zeigt das Relief in der Umgebung der Anlage. Der Anlagenstandort ist mit einem roten Kreuz eingetragen. Das gewählte Rechengebiet und die Anemometerposition (d. h. der Referenzpunkt für das diagnostische Windfeldmodell) für die Ausbreitungsrechnung sind in blau eingezeichnet (vgl. Kapitel 7).

Die topographische Gliederung des Gebietes wird wesentlich geprägt durch den in Südwest/Nordost-Richtung verlaufenden Taunus (maximale Höhe 880 m) und den Main, der den Industriepark durchfließt und parallel zum Taunus verläuft.

Das Untersuchungsgebiet ist in einer Höhenlage von ca. 90 m über NN gelegen. Der Standort befindet sich im Tal des Mains. Das Gelände der Anlage sowie deren Umgebung ist nahezu eben. Auch die zu betrachtenden Immissionsorte liegen in nahezu derselben Höhenlage.

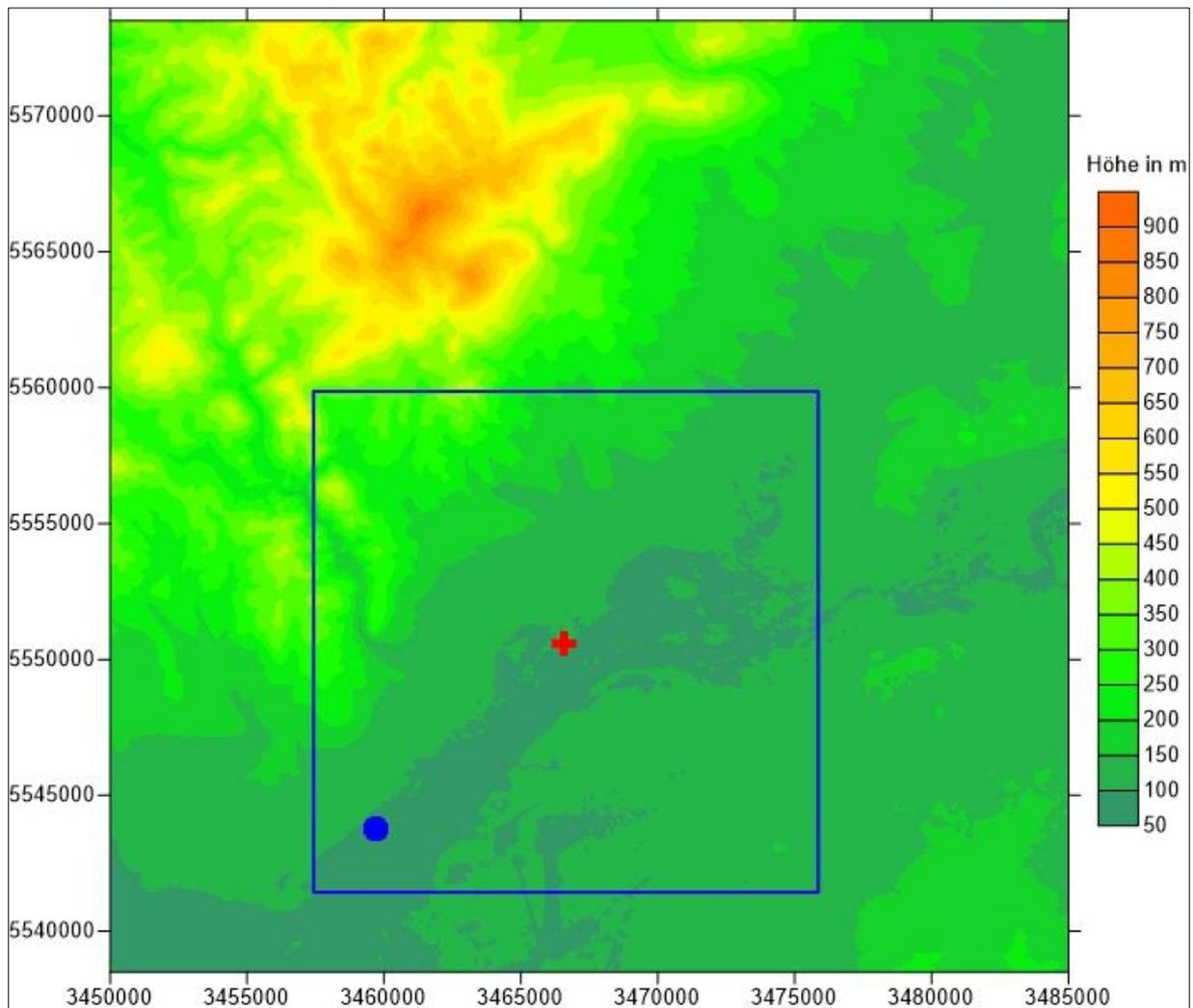


Abb. 5.2: Relief in der Umgebung der Anlage; rotes Kreuz: Anlagenstandort, blauer Punkt: Anemometerposition, blauer Rahmen: Rechengebiet, Datengrundlage: GlobDEM50 V2.0 - metSoft GbR Heilbronn (MetSoft, 2006).

### 5.1.3 Nutzungsstruktur in der Umgebung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen die Immissionen durch die zu betrachtende Anlage an der nächstgelegenen Wohnbebauung (Schutzgut „Mensch“) untersucht werden. Es werden die Flächen betrachtet, auf denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten. Folglich befinden sich auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen, die in mehrere Richtungen an den Industriepark anschließen keine Beurteilungspunkte. Bei der Wohnbebauung am südlichen Rand von Höchst sowie an den nördlichen und nordöstlichen Ortsrändern von Kelsterbach und Sindlingen handelt es sich um die nächstgelegenen, zu betrachtenden Beurteilungspunkte.

**Abb. 5.3** zeigt den Ausschnitt des Flächennutzungsplans von Frankfurt am Main für den Anlagenstandort und seine weitere Umgebung. Der Anlagenstandort ist rot markiert. Die grau eingefärbten Flächen (G) sind als gewerbliche Bauflächen eingestuft, die braunen (M) als gemischte Bauflächen, die roten Flächen (W) als Wohnbauflächen und die dunkelroten Flächen als Fläche für den Gemeinbedarf.

Die orange Farbe bezeichnet Verkehrsflächen. Die hellgrünen Flächen sind Grünflächen. Die dunkelgelbe Fläche westlich von Kelsterbach stellt eine Fläche für Versorgungsanlagen, für die Abfallentsorgung und Abwasserbeseitigung dar, weitere hellgelbe Flächen repräsentieren Flächen für die Landwirtschaft.

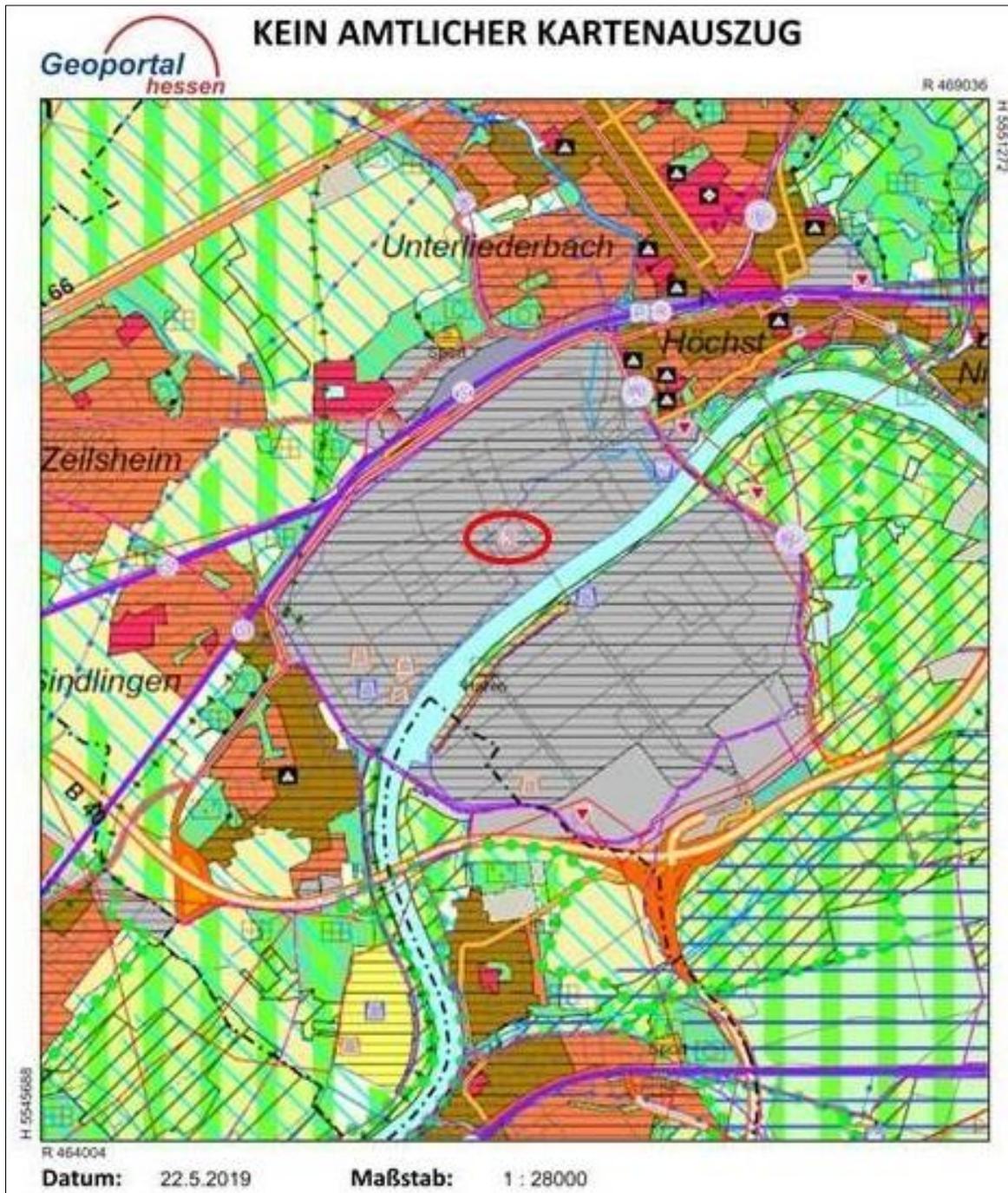


Abb. 5.3: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan von Frankfurt-Main, Anlagenstandort (roter Umriss), Quelle: Geoportal Hessen, 2019

### 5.1.4 Erkenntnisse aus dem Ortstermin

Am 15.05.2019 wurde ein Ortstermin durchgeführt. Bei diesem wurde der Standort besichtigt und es wurden die Quellen der bestehenden Anlage bezüglich Ableitbedingungen etc. aufgenommen.

In **Abb. 5.4** ist der Anlagenstandort mit Blick aus südlicher Richtung zu sehen.



Abb. 5.4: Anlagenstandort im Istzustand, Blick aus südlicher Richtung, die geplanten neuen Anlagenteile sollen auf dem Freigelände an der unteren Bildseite entstehen  
Quelle: Google Earth

## 5.2 Vorbelastungssituation

Da die zu betrachtende Anlage für alle relevanten Schadstoffe irrelevant im Sinne der TA Luft ist (siehe im Vorgriff Kapitel 8), ist eine Betrachtung der Vorbelastung nicht notwendig.

## 5.3 Meteorologische Daten

Zur Durchführung einer Ausbreitungsrechnung benötigt man Angaben zu den meteorologischen Verhältnissen am Standort. Diese sind in einer für den Standort repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik bzw. Ausbreitungsklassenzeitreihe enthalten. Dabei handelt es sich um Angaben über die Häufigkeit bestimmter Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luft-

schichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Druckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1 500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topografischen Strukturen modifiziert. Außerdem kann es zur Ausbildung von lokalen, thermisch induzierten Windsystemen kommen (vgl. Abschnitt 5.3.3).

### 5.3.1 Räumliche Repräsentanz

Die nächstgelegene Messung zum Standort erfolgt an der DWD-Station Frankfurt-Flughafen (**Abb. 5.5**, Lageplan der Station siehe auch Abb. A2.1 im Anhang A2). Die Station Frankfurt-Flughafen ist repräsentativ für den Standort Frankfurt-Industriepark Höchst. Dies wurde im Rahmen eines Gutachtens zur Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf den Anlagenstandort durch die Firma ArguSoft GmbH & Co. KG ermittelt (ArguSoft, 2014 – siehe Anhang A2).

Die Messstation des Deutschen Wetterdienstes ist ca. 5 km vom Industriepark Höchst entfernt. Es liegen keine örtlichen Gegebenheiten vor, die eine Übertragbarkeit behindern.

Zur Prüfung dieses Sachverhaltes wurde zusätzlich zu oben genannten Übertragbarkeitsprüfung auf die Daten der Windmessstation im Industriepark Höchst zurückgegriffen. Das Anemometer befindet sich auf dem Gebäude B 598 in ca. 38 m Höhe (ca. 12 m über Dach). Die zugehörige achteilige Windrose ist in **Abb. 5.6** dargestellt.

Der Vergleich ergab eine sehr gute Übereinstimmung. Dies bestätigt zusätzlich die oben beschriebene Übertragbarkeitsprüfung.

Die mittlere gemessene Windgeschwindigkeit an der Station Frankfurt/Flughafen beträgt 3.2 m/s. Die gemessene Windrichtungsverteilung ist geprägt durch die Lage im Maintal mit hauptsächlich Strömungen aus Südwest bzw. Nordost. Diese gemessene Windverteilung ist in **Abb. 5.5** dargestellt.

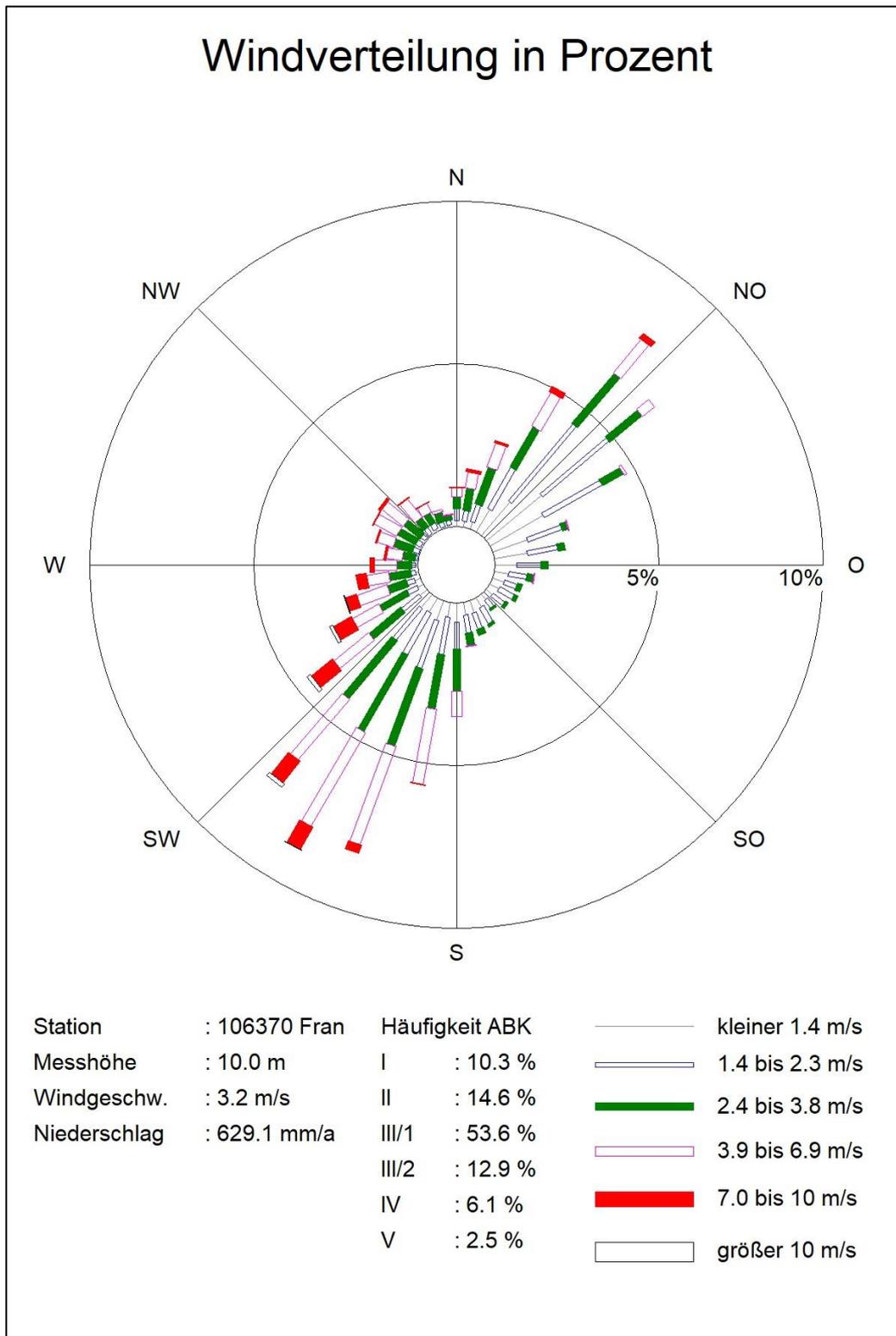


Abb. 5.5: Gemessene Windstatistik mit Ausbreitungsklassenverteilung (ABK) für die Station Frankfurt/Flughafen des DWD für das repräsentative Jahr 2012 (Quelle: Argusoft, 2014 und 2018 - siehe Anhang A2)

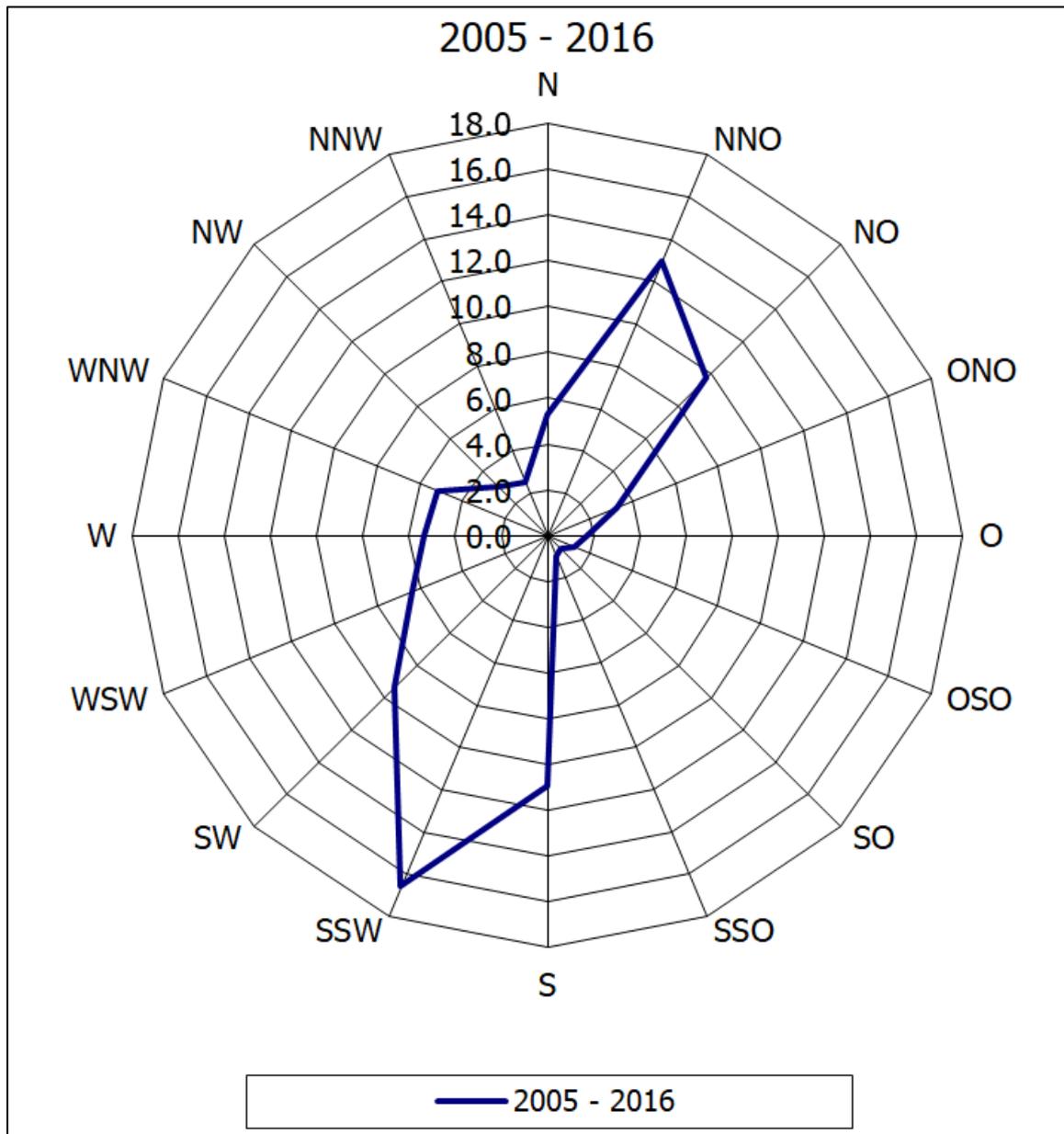


Abb. 5.6: Gemessene langjährige achteilige Windverteilung im Industriepark Höchst auf dem Gebäude B 598 in 38 m über Grund (Quelle: Auftraggeber)

### 5.3.2 Zeitliche Repräsentanz

Für die Messstation Frankfurt-Flughafen wurde von der Firma Argusoft (2018; siehe Anlage A2) aus einer 10-jährigen Reihe (Bezugszeitraum 2008 bis 2017) ein für Ausbreitungszwecke repräsentatives Jahr ermittelt. Dies wird in einem standardisierten Verfahren durchgeführt. Die Bezugswindstationen sollen Messdatensätze aus einem zusammenhängenden Zeitraum von mindestens fünf Jahren umfassen. Der Beginn des Zeitraums sollte zum Zeit-

punkt der Bearbeitung nicht länger als 15 Jahre zurückliegen. Diese Voraussetzung ist erfüllt.

Für den Standort Frankfurt-Flughafen wurde aus der oben genannten Bezugsperiode das Jahr 2012 als repräsentativ ausgewählt. Die Daten liegen in Form einer dreidimensionalen (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse) und für den 10-Jahreszeitraum 2008 bis 2017 repräsentativen Jahreszeitreihe von 2012 vor (Argusoft, 2018; siehe Anhang A2).

### **5.3.3 Thermische Windsysteme**

Von den an einem Standort auftretenden thermischen Windsystemen sind vor allem die Kaltluftabflüsse von Bedeutung, da bei bodennaher Freisetzung die Schadstoffe oder Gerüche im Kaltluftabfluss relativ wenig verdünnt werden und immer entlang den vorgegebenen Geländestrukturen (Täler, Klingen etc.) transportiert werden.

Der Untersuchungsstandort befindet sich im breiten Tal des Mains. Kaltluftabflüsse mit relevanten Geschwindigkeiten werden nördlich und nordwestlich des Untersuchungsgebietes in den steilen Hanglagen und Tälern des Taunus erwartet. Das Untersuchungsgebiet und dessen Umgebung ist aber einige Kilometer von diesen Hanglagen entfernt und weist nur eine sehr geringe Neigung auf. Deshalb sind lokale Kaltluftabflüsse zu Beginn der Nacht und bei voll ausgebildeter Kaltluft in diesem Bereich von untergeordneter Bedeutung. Das Tal des Mains fungiert vielmehr als Kaltluftsammelgebiet mit sehr geringen Kaltluftgeschwindigkeiten. Die verwendeten Messdaten vom Flughafen Frankfurt-Main enthalten diese Situationen in Messhöhe. Eine separate Betrachtung ist aus diesem Grund nicht notwendig, zumal die Quellenhöhe der zu betrachtenden Schornsteine mit 40 m bis 167 m hoch ist und schon deshalb ein Einmischen der Emissionen in die Kaltluft unwahrscheinlich ist.

## **5.4 Anlagenbeschreibung / Beschreibung der Emittentenstruktur**

Nachfolgend erfolgt zunächst eine allgemeine Beschreibung der vorhandenen und der geplanten Anlage, anschließend der emissionsrelevanten Betriebsdaten.

### **5.4.1 Bestehende und geplante Anlage allgemein**

Das bestehende Kraftwerk D 580 fällt unter die Ziffer 1.1 Spalte 1 des Anhangs der 4. BImSchV (Anlage zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme).

Das Heizkraftwerk D 580 betreibt bereits vier befeuerte Dampfkessel (Kessel 2, 3, 4 und 9). Die Kessel 3 und 4 sind für den Einsatz von Kohle, Heizöl EL oder gasförmigen Brennstoff ausgelegt. Für die Entschwefelung der Rauchgase ist diesen Kesseln eine Rauchgasentschwefelungsanlage nachgeschaltet.

Nach Aufnahme des Dauerbetriebs des beantragten Gasturbinenneubau E 536 kann der Dampfbedarf des Industriepark vollständig durch moderne erdgasbetriebene Kraftwerkstechnik gedeckt werden, so dass die Kohlekessel 3 und 4 außer Betrieb genommen werden können. Das Projekt ist damit auch eine Maßnahme zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung.

In den o. g. vorhandenen Kesseln 2 und 9 wird ausschließlich Gas als Brennstoff eingesetzt. Dem Kessel 2 wurde im Jahre 2003 zur Erhöhung der Effizienz des Kraftwerkes eine Gasturbine mit Generator zur Stromerzeugung vorgeschaltet. Kessel 2 mit Gasturbine GT-X1 und Kessel 9 sind von dem hier beantragten Vorhaben nicht betroffen.

Weiterhin gehört zum Heizkraftwerk die Gasturbinenanlage (Betriebseinheit BE 13) bestehend aus zwei erdgasbefeuerten Gasturbinen GT-X2 und GT-X3 mit insgesamt max. 294 MW<sub>th</sub> Feuerungswärmeleistung und 112 MW<sub>el</sub> elektrischer Leistung und einem nachgeschalteten gemeinsamen Abhitzeessel zur Dampferzeugung.

Die Gasturbinen GT-X2 / GT-X3 dürfen bei Ausfall des nachgeschalteten Dampfkessels 1 zur Stromerzeugung bis zu 1 000 h/a nur über den An-/Abfahrkamin (Reservebetrieb) weiterbetrieben werden. Mit Genehmigung des beantragten Gasturbinenneubaus E 536 wird der Reservebetrieb auf maximal 200 h/a verringert.

Die letzten wesentliche Änderungen des Heizkraftwerks erfolgten durch Genehmigungsverfahren nach § 16 BImSchG (2017)Az.: IV/F 43.1-298/12 Gen 18/09 sowie Az.: IV/F 43.1-298/12 Gen 03/15. Diese Genehmigungen betrafen die Errichtung, den Betrieb sowie die Änderung der Betriebseinheit 13 *Gasturbinenanlage D 570 mit Abhitzeessel D 571* (Dampfkessel 1).

Neben den genannten Einrichtungen zur Wärme-, Dampf- und Stromerzeugung gehören ebenfalls zum bestehenden Heizkraftwerk D 580:

- Nebeneinrichtungen zur Brennstoffversorgung (Restgasometer, Kohleumschlagbereiche)
- Speisewasseraufbereitung in Gebäude D 580
- Turbinenanlage in Gebäude D 597 zur Stromeigenerzeugung

Der beantragte Gasturbinenneubau E 536 bekommt einen eigenen Anschluss an das 67 bar<sub>ü</sub> Erdgasnetz des Industrieparks. Das im Gebäude D 580 durch die Speisewasserauf-

bereitungsanlage erzeugte Speisewasser wird auch zur Dampferzeugung im geplanten Vorhaben genutzt. Der im beantragten Vorhaben entstehende Dampf wird in der bestehenden Dampfturbinenanlage D 597 zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt.

**Abb. 5.7** zeigt einen schematischen Plan des Standorts mit den bestehenden und geplanten Anlagen.

Während Dampf als Wärmeträger im Industriepark ständig zur Verfügung stehen muss, variiert der Strombedarf. Der variierende Strombedarf in Kombination mit stark schwankenden Einspeisemengen aus Anlagen der erneuerbaren Energien in die übergeordneten Stromnetze erfordern Maßnahmen zum Ausbalancieren von Verbrauch und Erzeugung.

Die neue Anlage wird daher flexibel ausgeführt, um eine stabile Dampferzeugung von der Stromerzeugung der Gasturbinen (GT) zu entkoppeln. Eine Umschaltung zwischen verschiedenen Betriebs- und Lastzuständen von Gasturbine (GT) und Zusatzfeuerung (ZF) ist im sogenannten „fliegenden Wechsel“ möglich.

Jede Gasturbine kann durch Umschaltung auf ihren Anfahrtschornstein jederzeit von der Dampferzeugung im AHDE getrennt und abgefahren werden oder neu angefahren und zugeschaltet werden.

Eine Stromerzeugung der GT ohne Wärmenutzung über den AHDE (sogenannter „Reservekraftwerkbetrieb“) ist nicht vorgesehen. Die Bypass-Schornsteine (= Anfahrtschornsteine) werden nur zum An- und Abfahren der GT, für Inbetriebnahme- und Wartungsfahrten, sowie für das so genannte „Fangen im Eigenbedarf“ genutzt. Fangen im Eigenbedarf bezeichnet die automatische Umschaltung und Weiterbetrieb der Gasturbine auf Eigenstromversorgung getrennt von einem in diesem Falle gestörten vorgelagerten Stromnetz.

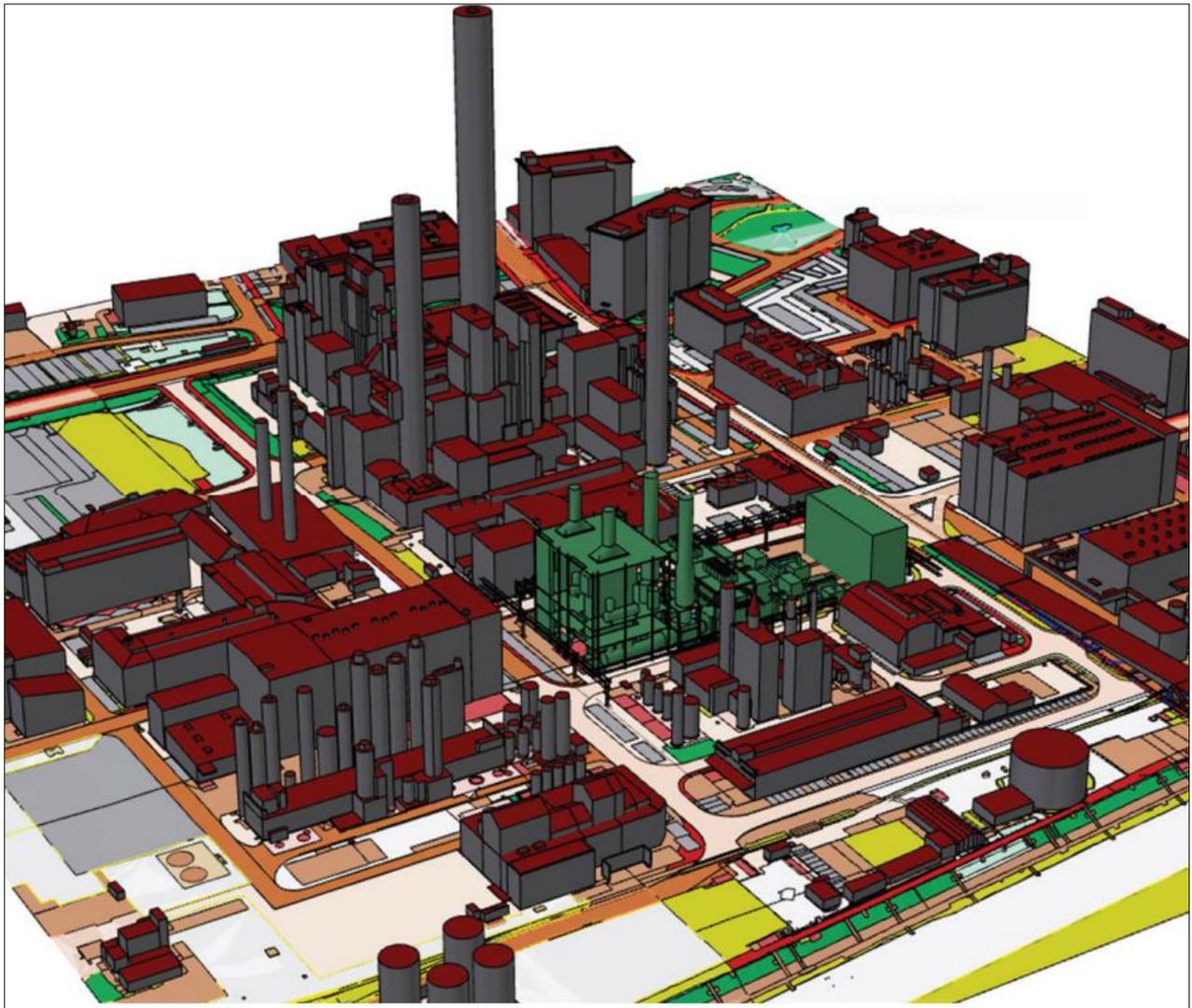


Abb. 5.7: Dreidimensionales Bild der bestehenden und der geplanten Anlage. Quelle: Auftraggeber

Hinweis: Im Folgenden werden die Eingangsdaten zur Ermittlung der Emissionsmassenströme und der Abgasparameter beschrieben. Als Volumenstrom standen lediglich die Werte für  $N_t$  zur Verfügung. Angaben zur Feuchte im Abgas liegen nicht vor. Deshalb wird im Folgenden der Wärmestrom und die Abgasgeschwindigkeit aus den Werten für  $N_t$  ermittelt. Dies stellt ein konservatives Vorgehen dar.

#### 5.4.2 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die vorhandene Anlage

Die emissionsrelevanten Eingangsdaten für die vorhandene Anlage wurden aus dem Formular 8/1 unverändert übernommen. Sie entstammen den bisherigen Genehmigungsunter-

lagen. Für die Quelle D583E1 werden nach Rücksprache mit dem Auftraggeber die Werte für die Quelle im Bestand angesetzt, und zwar für alle betrachteten Varianten.

Bei den meisten Quellen werden (falls die betroffenen Quellen sehr variabel betrieben werden) verschiedene Betriebszustände berücksichtigt. Dabei wurden jeweils diejenigen Betriebszustände ausgewählt, bei denen die meisten Emissionen entstehen.

Eine Übersicht zu den relevanten Eingangsdaten ist der **Tab. 5.2** zu entnehmen. Im Endzustand (der bei Lohmeyer, 2019 betrachtet wird) entfallen zwei Quellen.

Für die Quelle D583E1 (Emission von Kessel 2 + GTX1) wurde der Zustand X221 im Bestand angenommen. Die Planungen aus Formular 8/1 zu dieser Quelle sind nach Rücksprache mit dem Auftraggeber NICHT Bestandteil der hier zu betrachtenden Planung.

Die Quelle D531E2 beinhaltet das Anfahren von Kessel 2 aus dem Stillstand sowie Inspektionen/Wartungsarbeiten und das Abfahren des genannten Kessels.

Die Kessel 3 und 4 werden mit Kohle betrieben und werden nach Inbetriebnahme der hier zu betrachtenden Anlage abgeschaltet (Quelle D582E1\_H). Sie weisen aber im Fall der Inbetriebnahme noch Emissionen auf. Diese setzen sich zusammen aus dem bestimmungsmäßigen Dauerbetrieb der Quelle (mit Rauchgasreinigung) und dem Störbetrieb (9 d/a a 12 h/d), bei dem die RRA durch einen Bypass umgangen wird. Im Störbetrieb treten keine NH<sub>3</sub>-Emissionen auf, die SO<sub>2</sub>-Emissionen sind dafür aber besonders hoch.

Die Quelle D582E1\_A stellt das Anfahren eines einzelnen Kessels (3 oder 4) dar. Dies ist im Jahr der Inbetriebnahme jedoch nur in 15 h zu erwarten. Hinweis: Im Planfall nach vollständiger Inbetriebnahme entfällt diese Quelle.

Kessel 9 arbeitet im Dauerbetrieb 8784 Stunden pro Jahr (Schaltjahr).

Die Quellen E1D571\_H und \_S stellen die Emissionen der Gasturbinen 2 und 3 für den Hochlastzustand und den Schwachlastzustand dar. Gemeinsam mit der Quelle E2D571 ergibt sich eine Gesamtemissionszeit von 8 784 h pro Jahr, und zwar sowohl für den Planfall als auch für das Jahr der Inbetriebnahme.

Die zugehörigen Emissionen sind in **Tab. 5.3** dargestellt.

Kenng	Brennstoff	GKx	GKy	Höhe über Grund [m]	Abgas-temperatur [°C]	Volumenstrom Nt [m³/h]	Austrittsgeschwindigkeit* [m/s]	Durchmesser [m]	Wärmestrom [MW]	Bezeichnung	Emissionszeit IBN [h/a]	Emissionszeit Plan [h/a]
E1D571_H	Gas	3466457	5550647	60	105	800000	22.2	4.2	28.7	GTX2+3_Dauerkamin_Hochlast_1D2 GTX2+3_Dauerkamin	4776	4776
E1D571_S	Gas	3466457	5550647	60	90	440000	11.7	4.2	13.3	_Schwachlast_X122	3768	3768
D583E1	Gas	3466497	5550695	111	140	405779	15.0	3.8	19.9	Kessel 2 + GTX1_BestandX221	8664	8664
D582E1_H	Kohle	3466519	5550766	167	140	298400	19.0	2.9	14.7	Kessel 3 und 4_Vollast_oder_Bypass	4452	0
D585E1	Gas	3466588	5550725	75.5	120	160000	9.1	3.0	6.7	Kessel 9	8784	8784
E2D571	Gas	3466447	5550664	40	550	220000	13.3	4.2	44.9	Bypasskamin_GTX2+3_K1_X132	240	240
D531E2	Gas	3466444	5550750	40	550	450000	35.1	3.7	91.8	Anfahrkamin_GTX1_An/Ab2 K3/4_Anfahren1Kessel_Bypass	120	120
D582E1_A	Kohle	3466519	5550766	167	100	230000	13.2	2.9	7.8	2. Kessel um RRA	15	0

Tab. 5.2: Emissionsparameter für die Quellen der vorhandenen Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen. Hinweis: Die maßgebliche Spalte für die Emissionszeiten für die hier betrachteten Planfälle\_IBN ist die Spalte „Emissionszeit IBN“.

Kenng	Volumenstrom Nt [m³/h]	Massenkonzentration [mg/m³]					Massenstrom [kg/h]					Bezeichnung
		Nox	CO	SO2	Staub	NH3	Nox	CO	SO2	Staub	NH3	
E1D571_H	800000	60	100	10			48.0	80.0	8.0			GTX2+3_Dauerkamin_Hochlast_1D2
E1D571_S	440000	200	100	10			88.0	44.0	4.4			GTX2+3_Dauerkamin_Schwachlast_X122
D583E1	405779	111.85	151.85	15.19	7.59		45.4	61.6	6.2	3.08		Kessel 2 + GTX1_BestandX221
D582E1_H	298400	200	250	100	20		59.7	74.6	29.8	5.97		Kessel 3 und 4_Vollast_oder_Bypass
D585E1	160000	100	50		5		16.0	8.0		0.80		Kessel 9
E2D571	220000	200	100	10			44.0	22.0	2.2			Bypasskamin_GTX2+3_K1_X132
D531E2	450000	67	100	10			30.2	45.0	4.5			Anfahrkamin_GTX1_An/Ab2
D582E1_A	230000	200	250	2300	20		46.0	57.5	529.0	4.60		K3/4_Anfahren1Kessel_Bypass 2. Kessel um RRA

Tab. 5.3: Massenkonzentrationen und Massenströme für die Quellen der vorhandenen Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen.

Zur Ermittlung der  $\text{NO}_2$ -Direktanteils an der  $\text{NO}_x$ -Gesamtemission wurde von der SGS-TÜV Saar GmbH am bestehenden Kraftwerkessel 2 Emissionsmessungen für  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$  vorgenommen (SGS-TÜV Saar GmbH, 2019, siehe auch Lohmeyer, 2019, Anhang A4).

Im Kombibetrieb von Gasturbine 1 und Kessel 2 ergeben sich für den Fall, dass die Gasturbine in Vollast bzw. Teillast betrieben wird,  $\text{NO}_2$ -Direktanteile von 7 % bis 9 % bzw. von 5 % bis 6 %.

Es wurde an dieser Quelle mit einem  $\text{NO}_2$ -Direktanteil von 8 % gearbeitet.

Für die weiteren vorhandenen Quellen, die alle eine andere Funktionsweise aufweisen, lagen keine Messungen vor. Dort wurde ein  $\text{NO}_2$ -Direktanteil von 10 % angesetzt.

Bei der Quelle D583E1 wurden die Massenströme für  $\text{CO}$  und  $\text{SO}_2$  aus den Massenkonzentrationen für diese Stoffe berechnet, und zwar auf Grundlage des gegebenen Volumenstromes  $\dot{V}$ . Es wurde mit den so berechneten Werten weiter gearbeitet, obwohl sie sich von demjenigen im Formular 8/1 leicht unterscheiden. Dies ist mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Bei der Quelle D582E1\_H (nur für Fall IBN relevant) wurde bei der Massenkonzentration von  $\text{SO}_2$  ein zeitlich gewichteter Mittelwert aus beiden hier berücksichtigten Zuständen berechnet. Bei  $\text{NH}_3$  entstehen bei dieser Quelle nur Emissionszeiten im Fall IBN an 4 344 h pro Jahr.

Die  $\text{NO}_x$ -Massenkonzentration für die Quelle D531E2 wurde so festgelegt, dass sich ein Massenstrom von etwa 30 kg/h ergibt.

### **5.4.3 Emissionsrelevante Eingangsdaten für die geplante Anlage**

Die emissionsrelevanten Eingangsdaten für die geplante Anlage wurden ebenfalls aus dem Formular 8/1 unverändert übernommen.

Es sind insgesamt 6 Emissionsquellen geplant. Die Gasturbinen 7 und 8 werden bei der Modellierung mit 3 verschiedenen Lastzuständen berücksichtigt. Diese verschiedenen Lastfälle bedingen für die Quellen jeweils unterschiedliche Emissionsparameter (wegen geänderten Volumenströmen). Dies wird bei der Modellierung analog zu den im Istzustand vorhandenen Quellen dahingehend berücksichtigt, dass diese Quellen mehrfach aufgeführt werden. Zu verschiedenen Zeiten wird dann auf jeweils andere Quellkonfigurationen zurückgegriffen. Analog zu den bestehenden Quellen wurden auch bei den geplanten Quellen jeweils diejeni-

gen Betriebszustände ausgewählt, bei denen die meisten Emissionen entstehen. Dieses konservative Vorgehen ist mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt.

Der Betrieb der Gasturbine in Hochlast, Mittellast und Schwachlast ergibt in Summe im Inbetriebnahmejahr 4 440 h/a.

Hinzu kommt für jede Gasturbine je ein An- bzw. Abfahrkamin. Bei diesen Kaminen wurden jeweils die Zustände durch den Anfahrbetrieb aus dem Stillstand der Anlage und das An- und Abfahren bei Inspektionsbetrieb berücksichtigt. Diese Zustände haben im Planfall\_IBN eine Emissionsdauer von zusammen je 150 h pro Jahr.

Die Notstromaggregate habe eine Einsatzzeit von jeweils nur 12 h pro Jahr (nur Testbetrieb).

Eine Übersicht zu den relevanten Eingangsdaten ist der **Tab. 5.2** zu entnehmen.

Der Wärmestrom sowie die Abgasgeschwindigkeit für die Quellen E3E534\_1 und E4E534\_1 (An- und Abfahrkamin) wurde konservativ mit einem Volumenstrom von 400 000 m<sup>3</sup>/h kalkuliert, die Emissionsbestimmung erfolgte mit 500 000 m<sup>3</sup>/h.

Kenng	Brennstoff	GKx	GKy	Höhe über Grund [m]	Abgas-temperatur [°C]	Volumenstrom Nt [m³/h]	Austritts-geschwindigkeit* [m/s]	Durch-messer [m]	Wärme-strom [MW]	Bezeichnung	Emis-sions-zeit IBN [h/a]	Emis-sions-zeit Plan [h/a]
E1E534_H	Gas	3466562	5550590	51/80	102	739419	21.37	4.1	25.7	GTX7_D_Hochlast_X712	2424	4752
E2E534_H	Gas	3466572	5550571	51/80	102	739419	21.37	4.1	25.7	GTX8_D_Hochlast_X812	2424	4752
E1E534_S	Gas	3466562	5550590	51/80	78	399767	10.8	4.1	10.3	GTX7_Dauer_Schwachlast_X732	1008	2016
E1E534_M	Gas	3466562	5550590	51/80	87	495952	13.8	4.1	14.4	GTX7_Dauer_Mittellast_X722	1008	2016
E2E534_S	Gas	3466572	5550571	51/80	78	399767	10.8	4.1	10.3	GTX8_Dauer_Schwachlast_X832	1008	2016
E2E534_M	Gas	3466572	5550571	51/80	87	495952	13.8	4.1	14.4	GTX8_Dauer_Mittellast_822	1008	2016
E3E534_1	Gas	3466580	5550604	51/80	600	500000	13.5	5.8	89.2	GTX7_Anfahr_An1_An2GTX7	150	300
E4E534_1	Gas	3466593	5550580	51/80	600	500000	13.5	5.8	89.2	GTX8_Anfahr_An1_An2GTX8	150	300
E1E539	Diesel/ Heizöl EL	3466649	5550652	33	500	3000	18.8	0.4	0.6	Notstromdiesel_GTX7_X77	12	12
E2E539	Diesel/ Heizöl EL	3466650	5550652	33	500	3000	18.8	0.4	0.6	Notstromdiesel_GTX8_X87	12	12

Tab. 5.4: Emissionsparameter für die Quellen der geplanten Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen. Hinweis: Die maßgebliche Spalte für die Emissionszeiten für die hier betrachteten Planfälle\_IBN ist die Spalte „Emissionszeit IBN“.

## 6 QUELLEN UND EMISSIONEN

Nachfolgend werden die Emissionsparameter der einzelnen Quellen ermittelt. Dies sind die Emissionsmassenströme für NO<sub>x</sub>, Staub usw., ggf. Abgastemperatur und Abgasvolumenstrom.

### 6.1 Zusatzbelastung durch die geplante Anlage

#### 6.1.1 Kategorisierung nach Quellgeometrie

Generell wird bei Quellen zwischen gefassten und diffusen Quellen unterschieden. Die weitere Unterteilung erfolgt anhand der Quellgeometrie. Man differenziert die bei einer Ausbreitungsrechnung möglichen Quellgeometrien in Punktquellen PQ (wie beispielsweise Schornsteine und Abgasrohre), Flächenquellen FQ (Quellen mit Erstreckung in 2 Raumrichtungen, z. B. Lagerflächen), Volumenquellen VQ (Quellen mit Erstreckung in 3 Raumrichtungen, z. B. offene Hallen) sowie vertikal ausgedehnte Ersatzquellen EQ.

In **Abb. 6.1** ist der Quellenplan für die geplante Anlage inklusive der bereits im Istzustand vorhandenen Anlagenteile dargestellt. Hinweis: die genaue Position der Kamine der Notstromaggregate liegt noch nicht fest und wird in der folgenden Teilgenehmigung beschrieben. Die beiden betroffenen Quellen wurden in der Modellierung an den nördlichen Rand des Gebäudes gesetzt.

Bei allen vorhandenen und geplanten Quellen handelt es sich ausschließlich um Punktquellen.

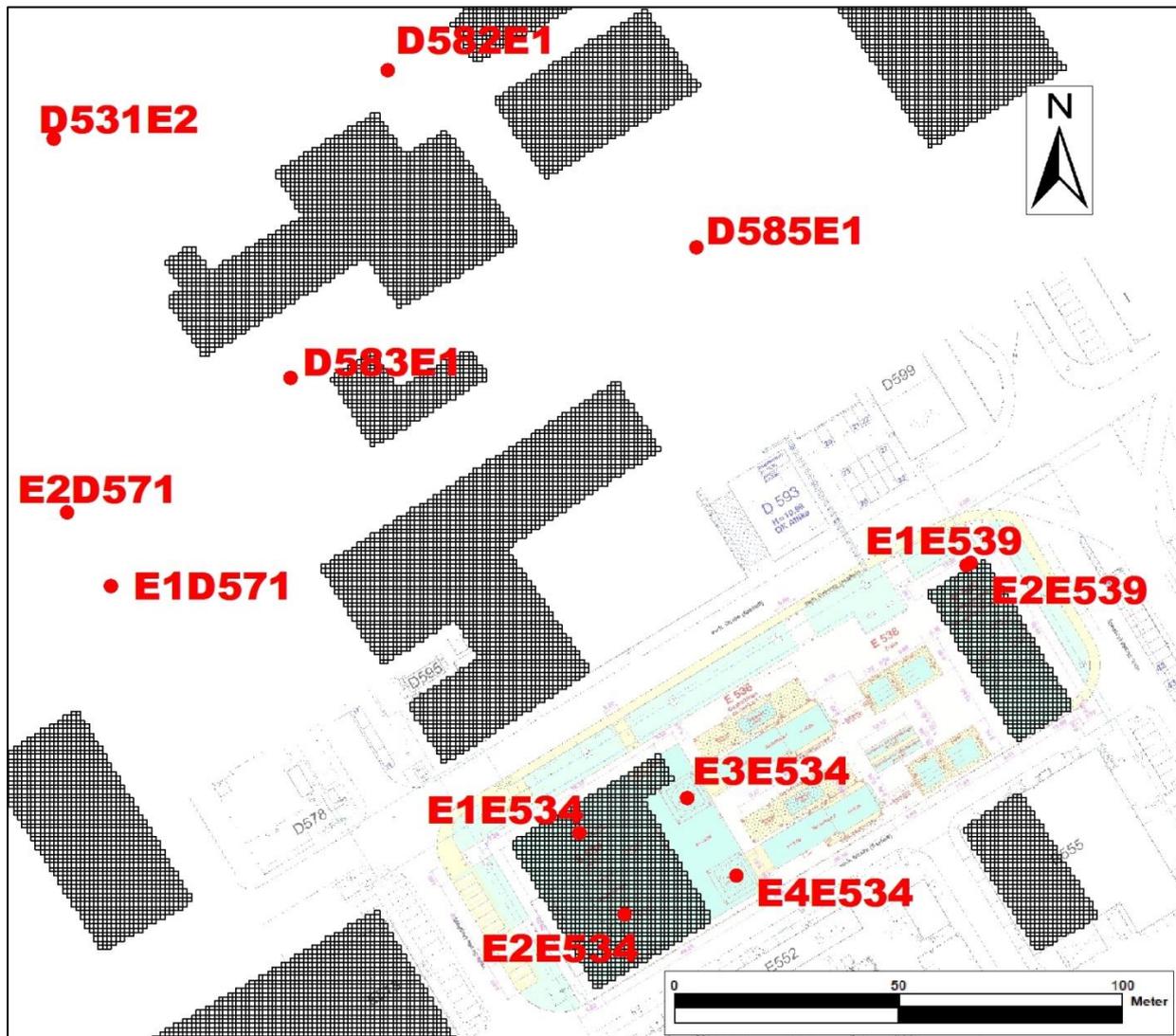


Abb. 6.1: Quellenplan: Bereits vorhandene Quellen (auf dem Gelände des vorhandenen Kraftwerkes im Norden: D582E1, D531E2, D583E1, D585E1, E2D571 und E1D571) und geplante Quellen: E1E534, E2E534 (jeweils Dauerkamine), E3E534, E4E534 (jeweils Anfahrkamine), E1E539, E2E539 (jeweils Notstromaggregate).

### 6.1.2 Abgasfahnenüberhöhung

Die Freisetzungsbedingungen der Abgase von gefassten Quellen stellen eine wichtige Grundlage für die Ausbreitungsrechnung dar.

Zum einen ist von Bedeutung, ob die Ableitung der Abgase in die sog. „freie Luftströmung“ erfolgt, was zu weitgehend ungestörtem Abtransport und ungestörter Verdünnung führt. Werden die Abgase dagegen innerhalb der Einflusszone von Gebäuden und Geländestruktu-

ren emittiert, so werden Abtransport und Verdünnung beeinflusst und es können örtlich höhere Konzentrationen an Luftschadstoffen auftreten.

Zum anderen ist die Abgasfahnenüberhöhung durch Impuls und Auftrieb zu berücksichtigen. Die Überhöhung kann in AUSTAL2000 entsprechend der Richtlinie VDI 3782, Blatt 3 (VDI, 1985) berücksichtigt werden.

Alle zu betrachtenden Punktquellen emittieren in den freien Luftstrom und haben Abluftgeschwindigkeiten von mehr als 7 m/s. Deshalb wird die Überhöhung bei allen Quellen bei der Modellierung berücksichtigt.

Die entsprechenden Eingangparameter für die Modellierung der Abgasfahnenüberhöhung finden sich in den **Tab. 5.2** und **Tab. 5.4**. Die Berechnung der Austrittsgeschwindigkeit und der Wärmeströme erfolgte unter Nutzung der Volumenströme  $N_t$  und ist damit geringfügig kleiner als tatsächlich. Dies stellt ein konservatives Vorgehen dar.

### **6.1.3 Quantifizierung der Emissionen für die geplante Anlage**

Die Abgas-Grenzwerte ergeben sich aus den gesetzlichen Anforderungen nach § 8 der 13. BImSchV. Da der Durchführungsbeschluss (EU) 2017/1442 der Kommission vom 31. Juli 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für Großfeuerungsanlagen veröffentlicht wurde, ist aus Vorsorgegründen vorgesehen, bereits die niedrigeren BVT-assozierten Emissionswerte für Gasturbinen (GuD-Anlagen - obere Grenze des Emissionsbereichs) zu beantragen und einzuhalten. Die angesetzten Emissionsgrenzwerte für die Tagesmittelwerte sind in **Tab. 6.1** dargestellt. Sie wurden der Genehmigungsunterlage entnommen.

<b>Emissionsgrenzwerte Gaskessel</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), , angegeben als Stickstoffdioxid	85 mg/m <sup>3</sup>	3 %
Kohlenstoffmonoxid*	30 mg/m <sup>3</sup>	3 %

<b>Emissionsgrenzwerte Gasturbinen (GT)</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), , angegeben als Stickstoffdioxid	40 mg/m <sup>3</sup>	15 %
Kohlenstoffmonoxid*	60 mg/m <sup>3</sup>	15 %

Tab. 6.1: Emissionsgrenzwerte für die geplante Anlage bei Volllast, \* Entsprechend Angaben des Auftraggebers

Die obigen Grenzwerte gelten gem. 13. BImSchV und BVT ab einer GT-Last von 70 %, unter ISO-Bedingungen (288.15 K, 101.3 kPa, relative Luftfeuchte 60 %), nachfolgend "Emissionsfenster Hochlast" genannt. Das Emissionsfenster Hochlast wird antragsgemäß bis zu einer GT-Last von 60 % nach unten erweitert, so dass die o. g. niedrige Emissionsbegrenzung für einen großen Nutzungsbereich gilt.

Für GT-Lasten unter 60 % und für Kombinationsbetrieb GT zusammen mit Zusatzfeuerung sind gemäß § 8 Abs. 2 Satz 2 der 13. BImSchV die Emissionsgrenzwerte und zugehörige Bezugssauerstoffgehalte durch die Behörde im Einzelfall festzulegen. Hierzu wurde auf Basis der vom Antragsteller vorgelegten technischen Informationen vom RP Darmstadt Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt, Dez 43.1 folgendes bestimmt:

<b>Emissionsgrenzwerte Gasturbinen in Mittellast</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), angegeben als Stickstoffdioxid	80 mg/m <sup>3</sup>	15 %
Kohlenstoffmonoxid	120 mg/m <sup>3</sup>	15 %

<b>Emissionsgrenzwerte Gasturbinen in Schwachlast</b>	<b>Tagesmittelwert</b>	<b>Bezugssauerstoffgehalt</b>
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NO <sub>x</sub> ), angegeben als Stickstoffdioxid	120 mg/m <sup>3</sup>	15 %
Kohlenstoffmonoxid	200 mg/m <sup>3</sup>	15 %

Tab. 6.2: Emissionsgrenzwerte für die geplante Anlage bei Mittellast und Schwachlast

Zur Berechnung der Emissionsgrenzwerte für den Kombibetrieb, also Mischbetriebsweise von Gasturbine und zusatzbefeuertem Abhitzekessel mit unterschiedlichen Lasten und Bezugssauerstoffgehalten, wurde die Anwendung einer Mischungsformel (sog. modifizierte "TÜV-Rheinland-Formel") festgelegt. Die Formel geht davon aus, dass sowohl der Gasturbine wie auch der Zusatzfeuerung der jeweils infrage kommende Emissionsgrenzwert an das Einzelaggregat angerechnet wird.

Je nach Lastzustand der Gasturbine und Leistung der Zusatzfeuerung ergeben sich somit verschieden hohe Emissionen, die sich mit folgender Matrix darstellen lassen:

Emissionsfenster	Leistung der Gasturbine (GT) im Emissionsfenster	Leistung der Zusatzfeuerung (ZF) des Kessels					
		ZF aus		Maximal		Minimal	
		Kessel 7	Kessel 8	Kessel 7	Kessel 8	Kessel 7	Kessel 8
Hochlast	Maximal	X711	X811	<b>X712</b>	<b>X812</b>	X713	X813
	Minimal	X714	X814	X715	X815	X716	X816
Mittellast	Maximal	X721	X821	<b>X722</b>	<b>X822</b>	X723	X823
	Minimal	X724	X824	X725	X825	X726	X826
Schwachlast	Maximal	X731	X831	<b>X732</b>	<b>X832</b>	X733	X833
	Minimal	X734	X834	X735	X835	X736	X836
Frischlufbetrieb	GT Aus	--	--	X741	X841	X742	X842

Tab. 6.3: Emissionsfenster und Betriebszustände

Die höchsten Emissionen für NO<sub>x</sub> und Kohlenmonoxid treten in jedem Emissionsfenster jeweils bei maximaler Gasturbinenlast kombiniert mit maximaler Zusatzfeuerung des Kessels auf, so dass die in **Tab. 6.3** grau unterlegten Betriebszustände X712/X812, X722/X822 und X732/X832 des beantragten Gasturbinenneubau E 536 als worst-case in der hier vorliegenden Immissionsprognose betrachtet werden.

Die Anteile an NO<sub>2</sub>-Direktemission wurden den Messungen am vorhandenen Kessel 2 aus dem Jahr 2019 entnommen und auf die neuen Quellen übertragen.

Für die geplanten Gasturbinen in Volllast wurde demnach ein NO<sub>2</sub>-Direktanteil an der NO<sub>x</sub>-Gesamtemission von 8 % festgelegt, in Teillast 6 %.

Für die weiteren Quellen wurde mit einem Direktanteil von 10 % gearbeitet.

Entsprechend LfULG (2012) liegt der PM<sub>2.5</sub>-Anteil sowie der PM<sub>10</sub>-Anteil am Gesamtstaub bei 100 %. Bei den Staubemissionen handelt es sich demnach ausschließlich um Feinstaubpartikel ≤ 2.5 µm.

Die angesetzten Emissionen sowie die zugehörigen Emissionszeiten sind in **Tab. 6.4** dargestellt.

NH<sub>3</sub> wurde nur nachrichtlich dargestellt, da es nur für die Stickstoff- und Säureeinträge in die umliegenden FFH-Gebiete von Bedeutung ist. Diese sollen für das Jahr der Inbetriebnahme jedoch nicht betrachtet werden.

Kenng	Volumenstrom Nt [m³/h]	Massenkonzentration [mg/m³]					Massenstrom [kg/h]				
		Nox	CO	SO2	Staub	NH3	Nox	CO	SO2	Staub	NH3
E1E534_H	739419	45.88	62.08			6.42	33.9	45.9			4.7
E2E534_H	739419	45.88	62.08			6.42	33.9	45.9			4.7
E1E534_S	399767	138.1	206.4			7.3	55.2	82.5			2.9
E1E534_M	495952	92.88	124.55			6.91	46.1	61.8			3.4
E2E534_S	399767	138.1	206.4			7.3	55.2	82.5			2.9
E2E534_M	495952	92.88	124.55			6.91	46.1	61.8			3.4
E3E534_1	500000	120	200				60.0	100.0			
E4E534_1	500000	120	200				60.0	100.0			
E1E539	3000	3500	900		80		10.5	2.7		0.24	
E2E539	3000	3500	900		80		10.5	2.7		0.24	

Tab. 6.4: Massenkonzentrationen und Massenströme für die Quellen der geplanten Anlagenteile (jeweils nur die ungünstigsten Betriebsbedingungen berücksichtigt). Hinweis: Gleichfarbige Quellen gehören zusammen.

### 6.1.4 Quantifizierung der Emissionen für die vorhandene Anlage

Die Emissionen für die vorhandene Anlage wurden den Eingangsdaten, die vom Auftraggeber übernommen wurden, entnommen (siehe Abschnitt 5.4.2).

### 6.1.5 Zeitliche Charakteristik

Es erfolgte eine zeitliche Variation der Emission für nahezu alle betrachteten Emissionsquellen entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers und entsprechend der in Formular 8/1 gegebenen Zeitanteile. Die angesetzten Zeitanteile sind in **Tab. 5.2** (bestehende Quellen) bzw. **Tab. 5.4** (geplante Quellen) dargestellt. Die Eingangsdaten jeder einzelnen Emissionsquelle beruhen auf der Annahme einer maximal möglichen Ausnutzung der beantragten Jahresstunden.

Im hier zu betrachtenden Jahr der Inbetriebnahme der geplanten Anlage (Fall IBN) werden die beiden Kohlekessel (Quellen D582E1\_H und D582E1\_A) parallel dazu noch  $\frac{1}{2}$  Jahr betrieben. Dies wird zeitlich nicht auf das erste Halbjahr des betrachteten Jahres verteilt, sondern in einer Übergangsphase zwischen April und September mit Lücken.

Dieser Ansatz ist in folgendem dargestellt (**Abb. 6.2**):

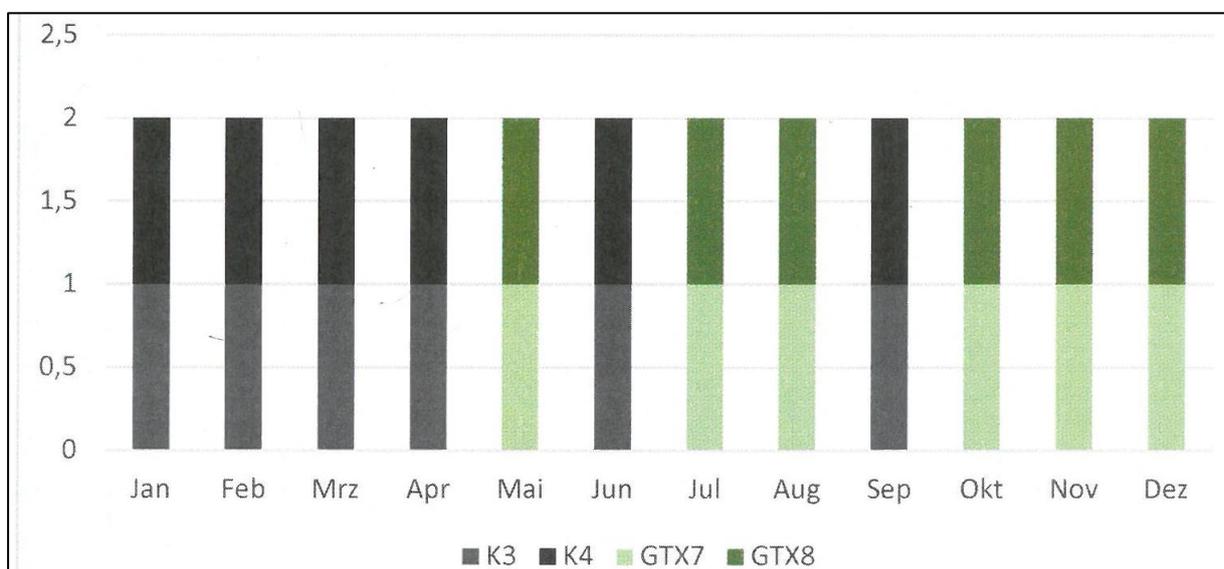


Abb. 6.2: Zeitliche Verteilung der Emission der geplanten Anlage sowie der Emission der vorhandenen Kohlekessel 3 und 4 im Jahr der Inbetriebnahme.

Hinweis: Als langjähriges repräsentatives Jahr wurde bei den meteorologischen Daten ein Schaltjahr ermittelt (2012). Aus diesem Grund wurden die Emissionszeitreihen ebenfalls für ein Schaltjahr bestimmt, um eine Übereinstimmung zwischen Meteorologie und Emissionszeitreihen zu erzielen.

#### **6.1.6 Zusammenfassende Darstellung der Emissionen**

In **Tab. 6.5** sind die Quellen der vorhandenen und geplanten Anlage für den Fall IBN (=Jahr der Inbetriebnahme) für die Planfälle\_IBN 51 m und 80 m zusammengestellt.

Geringe Abweichungen zu den im Text genannten Zahlen sind auf Rundungseffekte zurückzuführen.

	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 3	Quelle 4*	Quelle 5	Quelle 6	Quelle 7	Quelle 8	Quelle 9	Quelle 10*	Quelle 11
	E1D571_H	E1D571_S	D583E1	D582E1_H	D585E1	E2D571	D531E2	E1E534_H	E2E534_H	D582E1_A	E1E534_S
Art der Quelle	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ
Rechtswert	3466457	3466457	3466497	3466519	3466588	3466447	3466444	3466562	3466572	3466519	3466562
Hochwert	5550647	5550647	5550695	5550766	5550725	5550664	5550750	5550590	5550571	5550766	5550590
Quellhöhe bzw. Quellunterkante in m	60.0	60.0	111.0	167.0	75.5	40.0	40.0	51/80	51/80	167.0	51/80
Durchmesser der Quelle in m	4.2	4.2	3.8	2.9	3	4.2	3.7	4.1	4.1	2.9	4.1
Wärmestrom in MW	28.71	13.3	19.93	14.65	6.65	44.88	91.8	25.7	25.7	7.82	10.27
Abgasgeschwindigkeit in m/s	22.21	11.73	15.04	18.98	9.05	13.3	35.05	21.37	21.37	13.22	10.81
Anteil NO <sub>2</sub> an NO <sub>x</sub> in %	10	10	8	10	10	10	10	8	8	10	6
SO <sub>2</sub> in kg/a	38204	16576	53398	203732	0	528	540	0	0	5144	0
NO in kg/a	134488	194655	235924	155961	82274	6198	2122	49287	49287	263	34114
NO <sub>2</sub> in kg/a	22919	33152	31471	26573	14016	1056	362	6632	6632	45	3339
PM-1 in kg/a	0	0	26683	26573	7008	0	0	0	0	69	0
NH <sub>3</sub> in kg/a	0	0	0	15556	0	0	0	11475	11475	0	2942

	Quelle 12	Quelle 13	Quelle 14	Quelle 15	Quelle 16	Quelle 17	Quelle 18
	E1E534_M	E2E534_S	E2E534_M	E3E534_1	E4E534_1	E1E539	E2E539
Art der Quelle	PQ						
Rechtswert	3466562	3466572	3466572	3466586	3466597	3466649	3466650
Hochwert	5550590	5550571	5550571	5550598	5550580	5550652	5550652
Quellhöhe bzw. Quellunterkante in m	51/80	51/80	51/80	51/80	51/80	33.0	33.0
Durchmesser der Quelle in m	4.1	4.1	4.1	5.8	5.8	0.4	0.4
Wärmestrom in MW	14.43	10.27	14.43	89.16	89.16	0.56	0.56
Abgasgeschwindigkeit in m/s	13.76	10.81	13.76	13.45	13.45	18.78	18.78
Anteil NO <sub>2</sub> an NO <sub>x</sub> in %	6	6	6	10	10	10	10
SO <sub>2</sub> in kg/a	0	0	0	0	0	0	0
NO in kg/a	28472	34114	28472	5282	5282	74	74
NO <sub>2</sub> in kg/a	2787	3339	2787	900	900	13	13
PM-1 in kg/a	0	0	0	0	0	3	3
NH <sub>3</sub> in kg/a	3450	2942	3450	0	0	0	0

Tab. 6.5: Zusammenstellung der emissionsseitigen Eingangsdaten für die Berechnung der Zusatzbelastung durch die vorhandene und die geplante Anlage im Fall IBN (Jahr der Inbetriebnahme der geplanten Anlage). \* im Planfall nicht mehr in Betrieb, \*\* Quellhöhe der geplanten Schornsteine nach TA Luft (vor dem Schrägstrich) bzw. entsprechend der geplanten Schornsteinbauhöhe (nach dem Schrägstrich), geplante Quellen sind grau gekennzeichnet

## 7 AUSBREITUNGSMODELLIERUNG

Die Ausbreitungsrechnungen für die zu betrachtenden Immissionen sowie die Staub-Deposition erfolgten mit dem Programmsystem LASAT im AUSTAL2000-Modus. Die im vorliegenden Gutachten verwendete Version von LASAT ist Version 3.4.

Die Eingangs- und Protokolldateien der Ausbreitungsrechnungen (Input- und LOG-Dateien) sind am Beispiel für den Planfall\_IBN 80 m in Anhang A1 aufgeführt. Es wurden nur Zusatzbelastungen durch die geplanten und vorhandenen Anlagenteile betrachtet.

### 7.1 Rechengebiet

#### 7.1.1 Ausdehnung und räumliche Auflösung

Das Rechengebiet wurde entsprechend den Vorgaben der TA Luft (2002) automatisch von AUSTAL2000 generiert. Das Gitter besitzt im Nahbereich (944 m x 960 m) eine horizontale Auflösung von 4 m x 4 m und überdeckt insgesamt eine Fläche von ca. 18 km x 18 km. Für die vertikale Auflösung des Rechengitters wurde die Standardauflösung von AUSTAL2000 verwendet, was für die Größenordnung der hier zu betrachtenden Gebäude ausreichend ist (im Bereich der Gebäude vertikale Auflösung von 3 m).

#### 7.1.2 Bodenrauigkeit des Geländes

Bei Ausbreitungsrechnungen wird eine mittlere Rauigkeitslänge  $z_0$  zur Abbildung der Oberflächenstruktur durch Bebauung und Bewuchs des Geländes verwendet. Die Rauigkeitslänge stellt ein Maß für den Strömungswiderstand der Erdoberfläche dar. Bei der Modellierung geht die Rauigkeitslänge sowohl in die meteorologischen Grenzschichtprofile als auch in die Festlegung der Monin-Obukov-Länge (vgl. Tabelle 17, Anhang 3, TA Luft, 2002) ein.

Die mittlere Rauigkeitslänge wird in Tabelle 14, Anhang 3, der TA Luft (2002) in Abhängigkeit von Landnutzungsklassen neun Klassenwerten für  $z_0$  von 0.01 m (für beispielsweise Wasserflächen) bis 2 m (durchgängig städtische Prägung) zugeordnet. Diese Landnutzungsklassen können flächenhaft dem CORINE-Kataster entnommen werden.

Bei inhomogenen Landnutzungsverhältnissen am Standort ist der Einfluss des verwendeten Wertes der Rauigkeitslänge auf die berechneten Immissionsbeiträge nach TA Luft (2002) zu prüfen. Gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 (VDI, 2010) ist der Wert für die Rauigkeitslänge so zu wählen, dass eine konservative Bestimmung der Immissionsbeiträge erfolgt.

Die Rauigkeitslänge am vorliegenden Standort wurde anhand des CORINE-Katasters zu 1.0 m bestimmt. Dies ist dadurch bedingt, dass die zu betrachtenden Bereiche überwiegend durch Industriegebiet gekennzeichnet sind, welche im Corine-Kataster standardmäßig mit einem  $Z_0$  von 1.0 m belegt ist. Im hier vorliegenden Fall sind die Gebäudehöhen innerhalb des umliegenden Industriegebietes jedoch deutlich höher und zudem ist das Gelände überwiegend dicht bebaut. Obwohl einzelne nahegelegene sehr hohe Gebäude bei der Modellierung explizit aufgelöst werden, ist die Rauigkeit aus dem Corine-Kataster trotzdem noch zu niedrig. Es wurde deshalb mit einer resultierenden Rest-Rauigkeitslänge (nach Abzug der Rauigkeiten für die explizit aufgelösten Gebäude) von 1.5 m gerechnet.

## 7.2 Komplexes Gelände - Auswirkungen auf die Windfeldmodellierung

### 7.2.1 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Geländeunebenheiten zeigen bei der Ausbreitungsmodellierung ggf. Auswirkungen sowohl auf die mittlere Strömung als auch auf die Turbulenz- und Ausbreitungseigenschaften. Im Fall von geringen Geländesteigungen sind im Allgemeinen nur die Auswirkungen auf das mittlere Windfeld relevant. Dieses ist dann nicht mehr horizontal homogen, sondern es folgt bodennah den Geländeunebenheiten und weist damit ortsabhängige Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen auf.

Das Gelände im Umkreis ist kaum topographisch gegliedert (vgl. **Abb. 5.2**).

Nach TA Luft (2002) sollen Geländeunebenheiten in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden, wenn über eine Strecke, die der doppelten Schornsteinhöhe entspricht, Steigungen von mehr als 1:20 (entspricht 0.05 m/m) und innerhalb des Rechengebiets Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0.7fachen der Schornsteinhöhe auftreten.

**Abb. 7.1** zeigt die Geländesteigungen im Rechengebiet bei einer horizontalen Gitterauflösung vom 2fachen der Schornsteinhöhe der geplanten Dauerkamine (160 m). Die Strecken zwischen den relevanten Quellen des Betriebs und den Beurteilungsflächen weisen nur Steigungen auf, die den Wert von 0.05 nicht überschreiten. Steigungen über dem Mindestkriterium zur Berücksichtigung des Reliefs bei der Modellierung treten vereinzelt im Bereich des Kelsterbaches Waldes und des Schwanheimer Waldes auf. Diese Bereiche liegen jedoch mit maximal 0.07 auch nur leicht über der Mindestschwelle. Die Flächen mit Steigungen über 0.05 nehmen insgesamt einen untergeordneten Anteil ein. Das Rechengebiet ist demnach im Bereich der interessierenden Immissionsorte nahezu flach. Hinzu kommt, dass die Höhen im

Rechengebiet zumindest im relevanten Bereich zwischen 84 m und 147 m über NN variieren. Nach TA Luft liegen auch diese Höhendifferenzen in einem so kleinen Bereich, dass auch aus diesem Grund das Relief nicht mit zu betrachten ist. Daher wurde die Berechnung ohne Berücksichtigung des Reliefs durchgeführt. Ganz im Nordwesten des Rechengebietes schließt sich der Taunus an, mit höheren Neigungen. Dieser ist jedoch so weit weg, dass er sich nicht lokal auf die Ausbreitungsmodellierung für den zu betrachtenden Nahbereich der Anlage auswirkt bzw. in den angesetzten Meteorologiedaten enthalten ist. Deshalb werden die dortigen Längsneigungen (hier durch die Legende verdeckt) ebenfalls vernachlässigt.

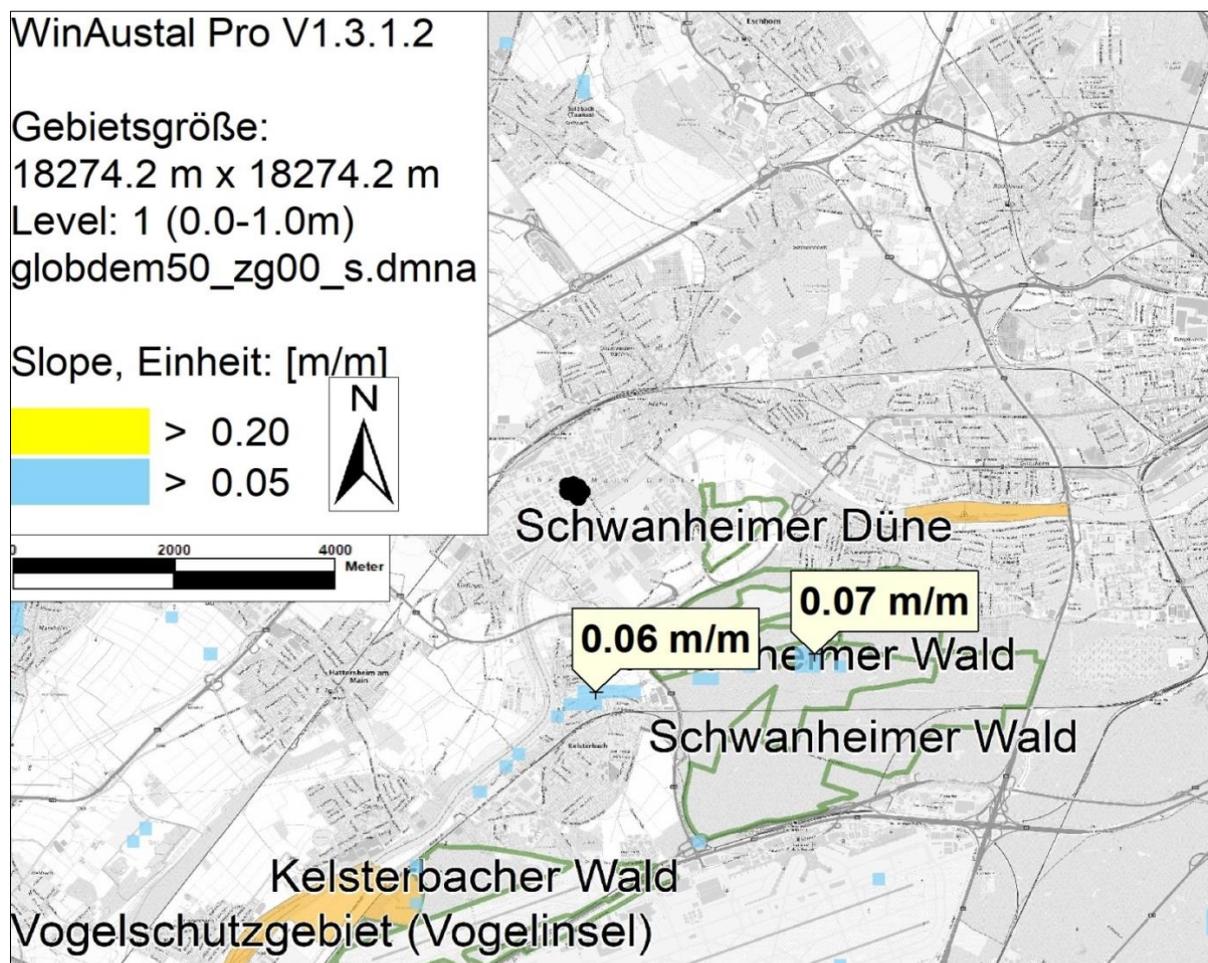


Abb. 7.1: Geländesteigungen im Modellgebiet im Bereich mit relevanten Immissionen. Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

## 7.2.2 Berücksichtigung von Bebauung

Das Wind- und Turbulenzfeld wird durch Bebauungsstrukturen (wie einzelne Gebäude oder Gebäudeblöcke) beeinflusst. Die Auswirkungen zeigen sich auch im Ausbreitungsverhalten einer Konzentrationsfahne, insbesondere, wenn sich die Bebauungsstrukturen in der Nähe des Freisetzungsortes befinden.

Es erfolgte eine detaillierte Berücksichtigung der Bebauungsstruktur mittels des diagnostischen Windfeldmodells von LASAT im AUSTAL2000-Modus (TALdia). **Abb. 7.2** zeigt die im Modell abgebildeten Bebauungsstrukturen am Standort der Anlage. Die Berücksichtigung der Gebäude erfolgte unter Beachtung der Vorgaben der TA Luft, für die Fälle, in denen bei der Gebäudehöhe die entsprechenden Schwellwerte überschritten werden.



Abb. 7.2: Berücksichtigte Bebauungsstruktur (rot gekennzeichnet).  
Kartengrundlage: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2018)

Die im Untersuchungsgebiet und seiner Umgebung vorhandenen Gebäude wurden aus dreidimensionalen Daten des Auftraggebers übernommen und um den geplanten Gebäudekomplex ergänzt. Danach wurden die Gebäude in das dreidimensionale Rechengitter überführt. Die Gebäudedigitalisierung für das Plangebiet und seine Umgebung ist mit Blick aus Süden in **Abb. 7.3** dargestellt.

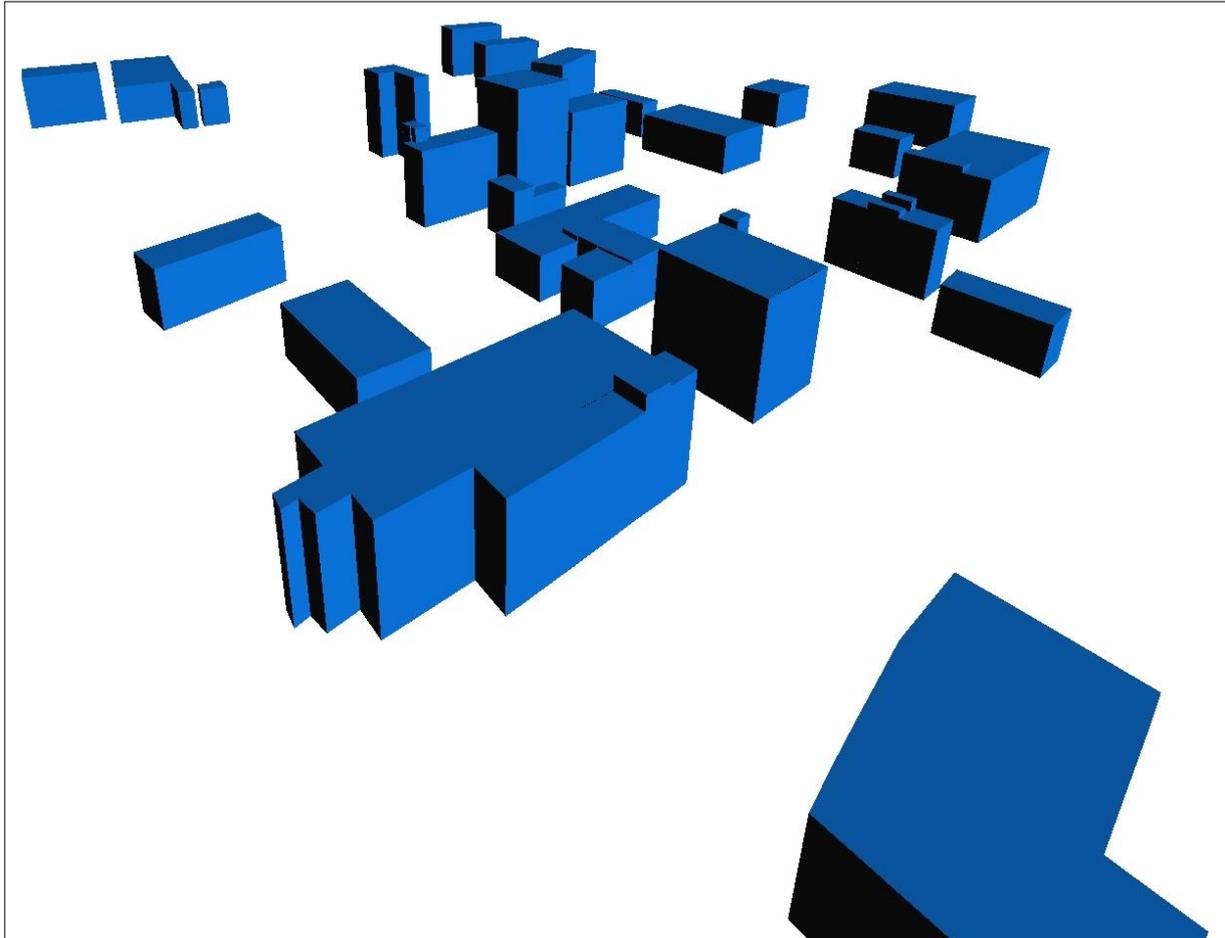


Abb. 7.3: Dreidimensionale Darstellung des bei der Strömungsrechnung berücksichtigten Gebäudemodells, Blick aus Südwesten

### 7.2.3 Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell

Die Windfeld- und Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Programmsystem AUSTAL2000, das dort angewandte Windfeldmodell TALdia erfüllt die in VDI (2010) aufgestellten Mindestanforderungen an ein Windfeldmodell im Rahmen des Einsatzbereichs der TA Luft (2002).

Der Zahlenwert des Divergenzfehlers (Maximum 0.004) liegt damit mehr als eine Größenordnung unter dem im Handbuch zu AUSTAL2000 nicht zur Überschreitung empfohlenen maximalen Wert von 0.05.

## 7.3 Rechenparameter

### 7.3.1 Anemometerposition und Anemometerhöhe

Bei der Ausbreitungsrechnung werden die meteorologischen Daten (siehe Abschnitt 5.3) im Modellgebiet einer räumlichen Anemometerposition und einer dazugehörigen Anemometerhöhe (in m über Grund) zugeordnet.

Bei Rechnungen für homogenes Gelände und ohne die Berücksichtigung des Einflusses der Bebauung ist eine freie Wahl des Anemometerstandorts möglich, da die meteorologischen Profile in diesem Fall standortunabhängig sind. Erfolgt die Ausbreitungsrechnung dagegen unter Berücksichtigung komplexer Strömungsverhältnisse, (Einfluss von Bebauung und bzw. oder Geländeunebenheiten), ist die Anemometerposition sorgfältig auszuwählen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Anemometerposition südwestlich des Anlagenstandorts außerhalb des Einflussbereiches der bei der Modellierung explizit berücksichtigten Gebäude gelegt (vgl. **Abb. 5.2**). Die Anemometerhöhe wurde mit 19.3 m in Abhängigkeit von der Rauigkeit am Untersuchungsstandort bestimmt.

### 7.3.2 Statistische Sicherheit

Die statistische Sicherheit der Ausbreitungsrechnung ist in den Protokollen der Berechnungen (LOG-Dateien) in Anhang A3 ausgewiesen und erfüllt die Anforderungen der TA Luft Anhang 3.

Die Anzahl der in LASAT pro Sekunde freigesetzten Partikel wurde entsprechend der Qualitätsstufe +4 in AUSTAL2000 gewählt und geht damit über die Anforderungen aus VDI (2010) hinaus.

### 7.3.3 Depositionsgeschwindigkeiten

Bei den Ausbreitungsrechnungen wurden die Depositionsgeschwindigkeiten entsprechend Anhang 3 TA Luft (2002) Abschnitte 3 und 4 für Ammoniak und Staub mit den dort ge-

gebenen Geschwindigkeiten berücksichtigt. PM10 wurde der Größenklasse der Korngröße 1 nach Anhang 3 TA Luft (2002) Abschnitt 4 zugeordnet.

#### 7.3.4 NO-NO<sub>2</sub>-Konversion

Gemäß TA Luft (2002) werden unter Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) die Summe aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) verstanden. Bei den Emissionen wird die Gesamtheit der NO<sub>x</sub>-Emission sowohl als NO<sub>x</sub> als auch als NO bzw. NO<sub>2</sub> betrachtet. Aus der Quelle wird überwiegend NO emittiert, der Anteil der Direktmissionen von NO<sub>2</sub> am NO<sub>x</sub> wurde aus Messdaten an den vorhandenen Anlagenteilen abgeleitet und auf die hier zu betrachteten Quellen übertragen. Eine Übersicht über die angesetzten Anteile von NO<sub>2</sub>-Direktmissionen zeigt die **Tab. 6.5**.

Auf dem Ausbreitungspfad wandelt sich emittiertes NO allmählich in NO<sub>2</sub> um. Im verwendeten Ausbreitungsmodell werden, entsprechend der Vorgaben der TA Luft (2002), die Umwandlungszeiten aus VDI (2010) für die Berechnung der Umwandlung von NO zu NO<sub>2</sub> verwendet.

## 8 ERGEBNISSE

Die berechneten maximalen Immissionen sind in **Tab. 8.1** dargestellt, und zwar getrennt für die beiden betrachteten Varianten im Jahr der Inbetriebnahme Planfall\_IBN 51 m und Planfall\_IBN 80 m.

Die Berechnungsergebnisse an den betrachteten separaten Immissionsorten sind für die beiden betrachteten Varianten für die Parameter zum Schutz der menschlichen Gesundheit in **Tab. 8.2** dargestellt.

	<b>Maximalwert im Untersuchungsgebiet in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Irrelevanzwert TA Luft in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
NO <sub>2</sub> -I1 ZB	0.7/0.7	1.2
PM10-I1-ZB	0.1/0.1	1.2
PM2.5-I1-ZB	0.1/0.1	0.75
SO <sub>2</sub> -I1-ZB	0.4/0.4	1.5

Tab. 8.1: Maximale Immissionswerte im gesamten Rechengebiet im Jahr der Inbetriebnahme der geplanten Anlagenteile. Wert vor bzw. nach dem Schrägstrich: bei Schornsteinhöhe der neuen Schornsteine von 51 m bzw. 80 m. Hinweis: I1  $\triangleq$  Jahresmittelwert, ZB  $\triangleq$  Anlagenbedingte Zusatzbelastung

	<b>Punkt 1 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Punkt 2 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Punkt 3 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Punkt 4 Werte in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Irrelevanzwert TA Luft in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
NO <sub>2</sub> -I1 ZB	0.7/0.6	0.1/0.1	0.4/0.4	0.6/0.6	1.2
PM10-I1-ZB	0.1/0.1	0.0/0.0	0.0/0.0	0.1/0.1	1.2
PM2.5-I1-ZB	0.1/0.1	0.0/0.0	0.0/0.0	0.1/0.1	0.75
SO <sub>2</sub> -I1-ZB	0.3/0.3	0.1/0.0	0.2/0.2	0.4/0.4	1.5

Tab. 8.2: Berechnete Zusatzbelastung an den separat betrachteten Untersuchungspunkten zum Schutz der menschlichen Gesundheit im Jahr der Inbetriebnahme der geplanten Anlagenteile. Wert vor bzw. nach dem Schrägstrich: bei Schornsteinhöhe der neuen Schornsteine von 51 m bzw. 80 m, Hinweis: I1  $\triangleq$  Jahresmittelwert, ZB  $\triangleq$  Anlagenbedingte Zusatzbelastung. Lage der Punkte siehe **Abb. 5.1** und **Tab. 5.1**

Die Staub-Deposition ist im gesamten Untersuchungsgebiet irrelevant. Sie liegt rechnerisch bei 0.0 g/(m<sup>2</sup> d)

## 8.1 Staub

Staubemissionen treten an den geplanten neuen Quellen nicht auf. Aus diesem Grund werden bei beiden berechneten Planfälle (neue relevante Quellen mit Quellhöhen nach TA Luft bzw. mit den geplanten 80 m hohen Schornsteinen) im Jahr der Inbetriebnahme dieselben PM10-Belastungen berechnet.

Aus diesem Grund erfolgt die Abbildung nur für den Planfall\_IBN 80 m. Im Planfall\_IBN 51 m treten dieselben Werte auf.

**Abb. 8.1** zeigt den Jahresmittelwert der Feinstaubimmissionen für das Jahr der Inbetriebnahme. Auf allen beurteilungsrelevanten Flächen wird die Irrelevanzschwelle der TA Luft (2002) von 1.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mit maximalen Werten von 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unterschritten, und zwar um mehr als eine Größenordnung.

Folglich liegt auch im Jahr der Inbetriebnahme der neuen geplanten Anlagenteile kein Hinweis auf erhebliche Beeinträchtigungen durch die Feinstaubzusatzbelastung der Anlage vor.

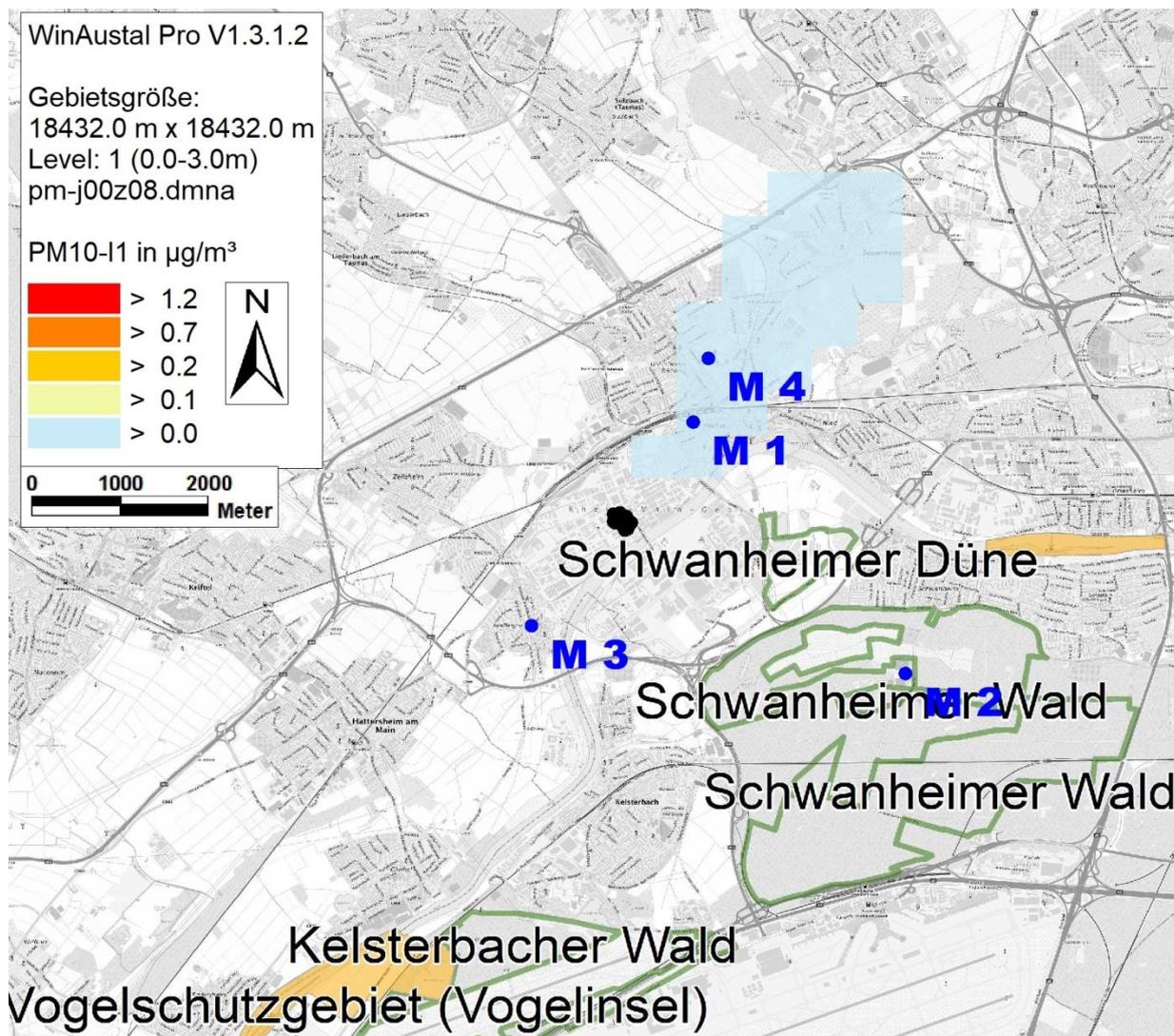


Abb. 8.1: Berechnete Zusatzbelastung für jahresmittlere PM10-Konzentration im Planfall\_IBN 80 m (=Wert für Planfall\_IBN 51 m) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA.  
Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

Da die PM10-Emissionen ausschließlich als PM2.5 emittiert werden, entsprechen die berechneten anlagenbedingten PM10-Zusatzbelastungen denjenigen für PM2.5. Mit maximal  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist aber auch für PM2.5 die anlagenbedingte Zusatzbelastung deutlich unterhalb des Irrelevanzwertes der TA Luft von  $0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (**Tab. 8.1**).

Des Weiteren ist der Staubbiederschlag erwartungsgemäß zu vernachlässigen, da die Staubemissionen ausschließlich als PM2.5 erfolgen (siehe oben) und zudem sehr gering sind.

Rechnerisch ergibt sich ein maximaler Wert für die Staub-Deposition von  $0.0 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ . Auf eine separate flächenhafte Darstellung wurde deshalb bei dieser Komponente verzichtet.

Eine Betrachtung der Gesamtbelastung sowie eine Bewertung nach 4.7 TA Luft ist wegen der Einhaltung der Irrelevanz nicht notwendig.

## 8.2 Stickstoffoxide

Bei einer Schornsteinbauhöhe der geplanten neuen relevanten Schornsteine von 51 m über Grund werden im Jahr der Inbetriebnahme maximale  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastungen im Jahresmittel von  $0.7 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Damit sind die  $\text{NO}_2$ -Belastungen bereits bei Schornsteinbauhöhen nach TA Luft im gesamten Untersuchungsgebiet unterhalb des Irrelevanzwertes der TA Luft. Tatsächlich sollen größere Schornsteine gebaut werden ( $H=80 \text{ m}$ ).

**Abb. 8.2** zeigt den Jahresmittelwert der  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastung durch den Betrieb der Anlage im Jahr der Inbetriebnahme bei einer geplanten Schornsteinhöhe von Dauerkaminen und Anfahrkaminen von 80 m (=Planfall\_IBN 80 m). Auf allen beurteilungsrelevanten Flächen wird auch im Jahr der Inbetriebnahme die Irrelevanzschwelle der TA Luft (2002) von  $1.2 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit maximalen Werten von  $0.7 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterschritten. Die auftretenden Belastungen sind durch die geplanten Erhöhungen der Schornsteine der relevanten neuen Quellen auf 80 m insgesamt etwas niedriger als bei Umsetzung der Mindest-Quellhöhen nach TA Luft.

An den umliegenden sensitiven Punkten treten beim Planfall\_IBN 80 m  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastungen zwischen  $0.1 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $0.6 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Auch hier ist demnach das Irrelevanzkriterium der TA Luft erfüllt.

Folglich liegt kein Hinweis auf erhebliche Beeinträchtigungen durch die Stickstoffzusatzbelastung der Anlage im Jahr der Inbetriebnahme der neuen Anlagenteile vor.

Eine Betrachtung der Gesamtbelastung sowie eine Bewertung nach 4.7 TA Luft ist demnach nicht notwendig.

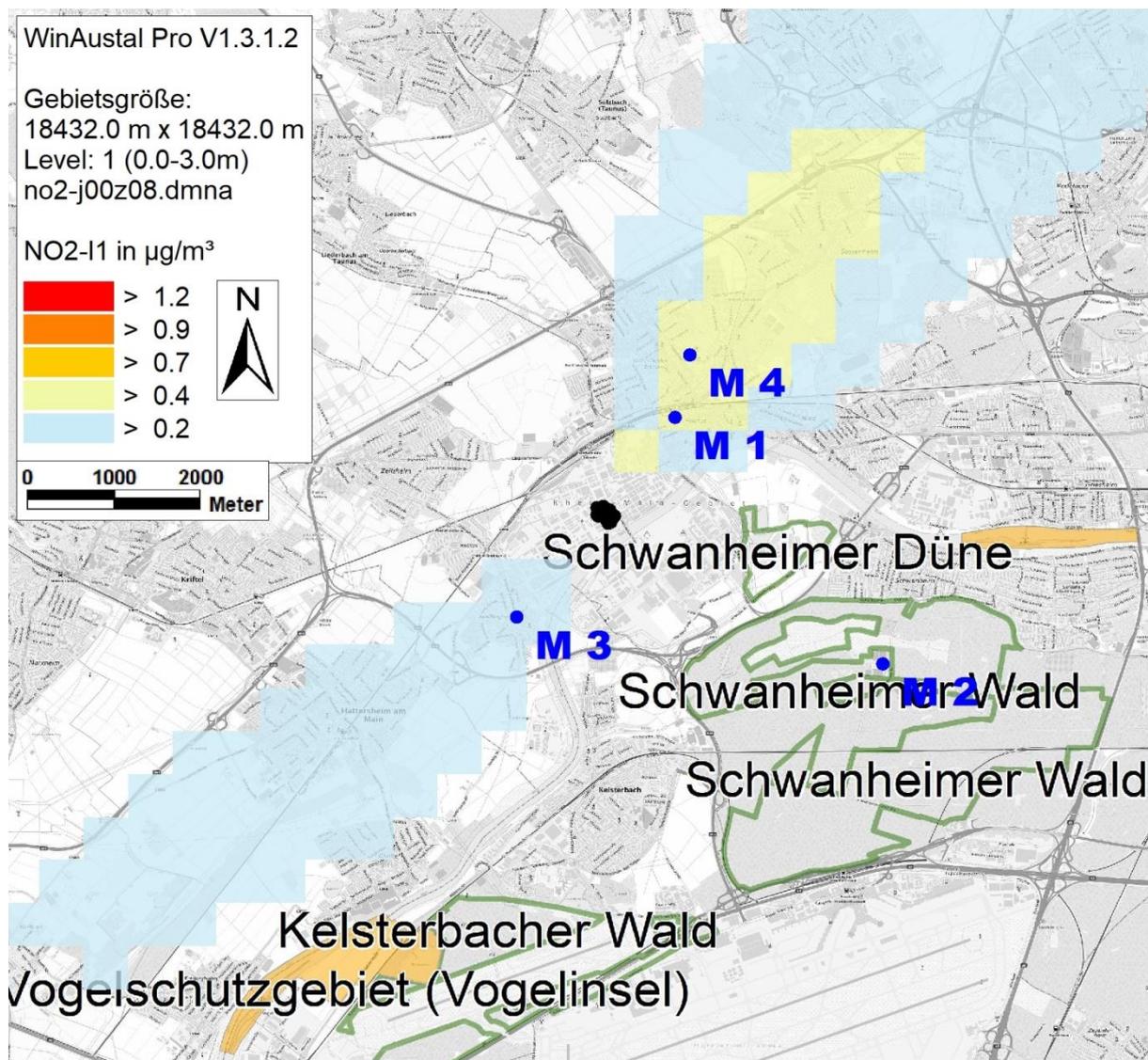


Abb. 8.2: Berechnete Zusatzbelastung für die jahresmittlere  $\text{NO}_2$ -Konzentration im Planfall\_IBN 80 m in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kartengrundlage: © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Hinweis: Orange Flächen in der Kartengrundlage westlich vom Kelsterbacher Wald und östlich von der Schwanheimer Düne stellen Vogelschutzgebiete dar

### 8.3 Schwefeldioxid

Emissionen von Schwefeldioxid treten analog zum Feinstaub an den geplanten neuen Quellen nicht auf. Aus diesem Grund sind die berechneten Werte für beide Varianten gleich.

Die berechneten anlagenbedingten  $\text{SO}_2$ -Zusatzbelastungen liegen auch im Jahr der Inbetriebnahme der neuen Anlagenteile mit maximal  $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^2$  deutlich unterhalb des

Irrelevanzwertes der TA Luft zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation (**Tab. 8.1**).

Auf eine flächenhafte Darstellung dieser Komponente wurde aus diesem Grund verzichtet. Eine Betrachtung der Gesamtbelastung sowie eine Bewertung nach 4.7 TA Luft ist demnach nicht notwendig.

#### **8.4 Zusammenfassende Bewertung**

Die Zusatz-Immissionsbelastung der betrachteten relevanten Schadstoffe durch das erweiterte Heizkraftwerk der Infraseriv inklusive der Neuanlage Gasturbine GTX7/8 im Jahr der Inbetriebnahme wird für beide betrachteten Varianten (Planfall\_IBN 51 m und Planfall\_IBN\_80 m) als irrelevant im Sinne der TA Luft errechnet. Damit muss auch im Jahr der Inbetriebnahme keine Erhebung des Beitrags durch andere Quellen erfolgen.

Höhere Quellhöhen führen zu einer Reduktion der maximalen Belastungen am Erdboden. Deshalb sind die berechneten Belastungen für den Planfall\_IBN 80 m geringer als für den Planfall\_IBN 51 m.

Aus Sicht des Fachgutachtens bestehen für den Teilbereich „Schadstoff-Immission“ auch für das Jahr der Inbetriebnahme keine Konflikte mit den einschlägigen Grenzwerten.

Die abschließende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse obliegt der genehmigenden Behörde.

## 9 LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen - 39. BImSchV). vom 02.08.2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I Nr. 48, S. 2244) in Kraft getreten am 31. Dezember 2016.
4. BImSchV (2017): Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-gesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) Neufassung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I Nr. 33, S. 1440), in Kraft getreten am 14. Januar 2017.
- Argusoft, 2019. Informationen zur meteorologischen Messstation Frankfurt-Main Flughafen, E-Mail von Herrn Förster an Frau Pöllmann vom 08.05.2019
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2018): [http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open.pdf](http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf), bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.
- BImSchG (2017): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz–BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I, Nr. 25, S. 1274) zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I Nr. 52, S. 2771) in Kraft getreten am 29. Juli 2017.
- Geoportal Hessen (2019): Abruf Flächennutzungsplan im Internet: [www.geoportal.hessen.de/mapbender/frames/index.php?mb\\_user\\_myGui=Geoportal-Hessen\\_large](http://www.geoportal.hessen.de/mapbender/frames/index.php?mb_user_myGui=Geoportal-Hessen_large) am 22.05.2019.
- LAI (1996): Bewertung von Ammoniak- und Ammonium-Immissionen. Ergebnisniederschrift der 13. Sitzung des Unterausschusses „Wirkungsfragen“ des Landesausschusses für Immissionsschutz am 19./20.09.1996 in Wernigerode. LAI-Schriftenreihe Band 11. Erich Schmidt Verlag.
- LAI (2012): Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung. Hrsg.: Fachgespräch Ausbreitungsrechnung, 06.11.2012.
- LANUV (2015): Möglichkeiten zur Berechnung von Stickstoffeinträgen in FFH Lebensräume. Tag der Umweltmeteorologie 2015. Dr. W. Straub, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (lanuv NRW).

- Landkreis Cloppenburg (2005): Festlegung der Geruchsemissionsfaktoren im Landkreis Cloppenburg. 08.03.2005. Liste. Dezernat Umweltmeteorologie GAA Hildesheim.
- LfU (2004): Leitfaden zur Beurteilung von TA Luft. Ausbreitungsrechnungen in Baden-Württemberg. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/14244/>.
- LfULG (2008): Gerüche aus Abgasen bei Biogas-BHKW. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Heft 35/2008. Im Internet (Stand Juni 2016) unter: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14910/documents/17840>
- LfULG (2012): Verursacher und Tendenzen für PM<sub>2,5</sub> in Sachsen. Bericht von Bretschneider, D.; Düring, I.; Lorentz, H.; Schmidt, W.; November 2011, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.), Schriftenreihe LfULG Sachsen, Heft 08/2012. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12982>.
- Lohmeyer (2019): Immissionsprognose Erweiterung Heizkraftwerk Industriepark Höchst. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 71614-18-03, Juli 2019. Gutachten im Auftrag von: Infracerv GmbH & Co. Höchst KG, Frankfurt am Main.
- MetSoft (2006): GlobDEM50 V2.0, Deutschland, Digitale Höhendaten. Hrsg.: metSoft GbR, Heilbronn.
- SGS-TÜV Saar GmbH (2019): Prüfung Verhältnis NO/NO<sub>2</sub> im Abgas Kessel 2 Infracerv Höchst, im Auftrag der Infracerv GmbH & Co. Höchst KG, Gutachten vom 09.05.2019
- Straub, W., Hebbinghaus, H., Sowa, A., Wurzler, S. (2013): Ermittlung von Stickstoff- und Säureeinträgen in Wäldern mit Lagrange'schen Ausbreitungsmodellen: Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden. Immissionsschutz 1/2013, S.16-20.
- TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBI. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605, vom 24.07.2002.
- UM (2007): Immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Gerüche aus Tierhaltungsanlagen. Schreiben des Umweltministeriums Baden-Württemberg, 18.06.2007. Az: 4-8828.02/87.

- VDI (1985): Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre. Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. Richtlinie VDI 3782, Blatt 3. Hrsg.: VDI-Kommission Reinhaltung der Luft, Juni 1985.
- VDI (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. Richtlinie VDI 3782 Blatt 5. Hrsg.: VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, April 2006.
- VDI (2010): Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsprognose. Anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft. Richtlinie VDI 3783, Blatt 13. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Januar 2010.
- VDI (2017): Umweltmeteorologie Ableitbedingungen bei Abgasanlagen. Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. Richtlinie VDI 3781, Blatt 4., Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft, Düsseldorf, Juli 2017.

## **A N H A N G**

## A1 LOG-DATEIEN DER RECHENLÄUFE AM BEISPIEL FÜR DEN PLANFALL\_IBN 80 M

### Windfeldberechnung

- Input file created by AUSTAL2000

===== metlib.def

- TalDef: Time series for library

- Umin=0.7

.

Version = 2.6

Z0 = 1.500

D0 = 9.000

Xa=-6944.0 Ya=-6869.0 Ha=19.3

Ua = ?

Ra = ?

Lm = ?

Wind = ?

WindLib = ~lib

-

!	T1	T2	Ua	Ra	Lm	Wind
-	(ss)	(ss)	(m/s)	(deg.)	(m)	(1)

Z	0	1	1.055	10	90.0	1001
---	---	---	-------	----	------	------

Z	1	2	1.055	20	90.0	1002
---	---	---	-------	----	------	------

Z	2	3	1.055	30	90.0	1003
---	---	---	-------	----	------	------

Z	3	4	1.055	40	90.0	1004
---	---	---	-------	----	------	------

Z	4	5	1.055	50	90.0	1005
---	---	---	-------	----	------	------

Z	5	6	1.055	60	90.0	1006
---	---	---	-------	----	------	------

...

Z	209	210	2.321	300	-45.0	6030
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	210	211	2.321	310	-45.0	6031
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	211	212	2.321	320	-45.0	6032
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	212	213	2.321	330	-45.0	6033
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	213	214	2.321	340	-45.0	6034
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	214	215	2.321	350	-45.0	6035
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

Z	215	216	2.321	360	-45.0	6036
---	-----	-----	-------	-----	-------	------

===== bodies.def

.

DMKp = { 6.000 1.000 0.300 0.050 0.700 1.200 15.0 0.500 0.300 }

TrbExt = 1

-

RFile

"E:/MOL/71614\_Heizkraftwerk\_Hoechst/lasat/Re3\_Rechenlauf\_Planfall\_80m/poly\_raster.dma"

Aufgrund des Umfanges ist die Protokolldatei der Windfeldmodellierung nicht für eine Dokumentation in Berichtsform geeignet. Sie können bei Bedarf digital angefordert werden.

## Zusatzbelastung Planfall\_IBN 80 m (ohne Deposition für NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub>)

### Eingangsdaten

```
===== grid.def
.
RefX = 3466648
RefY = 5550650
GGCS = GK
Sk = { 0.0 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
108.0 111.0 114.0 117.0 120.0 123.0 127.0 133.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0
700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 19
Flags = +NESTED+BODIES
-
! Nm | NI Ni Nt Pt  Dd Nx Ny Nz  Xmin  Ymin Rf Im  le
-----+-----
N 08 | 1 1 2 3 512.0 36 36 54 -9216.0 -9216.0 0.5 200 1.0e-004
N 07 | 2 1 2 3 256.0 48 48 54 -6144.0 -6144.0 0.5 200 1.0e-004
N 06 | 3 1 2 3 128.0 48 48 54 -3072.0 -3072.0 0.5 200 1.0e-004
N 05 | 4 1 2 3 64.0 50 48 54 -1664.0 -1536.0 0.5 200 1.0e-004
N 04 | 5 1 2 3 32.0 54 54 54 -960.0 -832.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 6 1 2 3 16.0 86 90 54 -832.0 -608.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 7 1 2 3 8.0 166 174 54 -800.0 -576.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 8 1 2 3 4.0 236 240 41 -616.0 -360.0 1.0 200 1.0e-004
-----+-----
```

- Input file created by AUSTAL2000 2.6.11-WI-x

```
===== param.def
.
Ident = "Austal2000_GTN_Loh_Planzustand"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2012-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 366.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+CHEM+MNT
===== sources.def
.
! Nr. | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Vq Qq Ts Lw Rh Tt
-----+-----
Q 01 | -191.0 -3.0 60.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.2 22.2 28.710 -1.0 0.0000 0.0 0.0
```

Q 02	-191.0	-3.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	11.7	13.300	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 03	-151.0	45.0	111.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	15.0	19.930	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 04	-129.0	116.0	167.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	19.0	14.650	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 05	-60.0	75.0	75.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	9.1	6.650	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 06	-201.0	14.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	13.3	44.880	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 07	-204.0	100.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	35.0	91.800	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 08	-86.0	-60.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	21.4	25.700	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 09	-76.0	-79.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	21.4	25.700	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 10	-129.0	116.0	167.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	13.2	7.820	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 11	-86.0	-60.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	10.8	10.270	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 12	-86.0	-60.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	13.8	14.430	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 13	-76.0	-79.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	10.8	10.270	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 14	-76.0	-79.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	13.8	14.430	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 15	-62.0	-52.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	13.4	89.160	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 16	-51.0	-70.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	13.4	89.160	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 17	0.8	1.6	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	18.8	0.560	-1.0	0.0000	0.0	0.0
Q 18	1.7	2.3	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	18.8	0.560	-1.0	0.0000	0.0	0.0

===== substances.def

Name = gas  
 Unit = g  
 Rate = 32.00000  
 Vsed = 0.0000

! Substance | Vdep Refc Refd Rfak Rexp

K so2	0.000e+000	5.000e-005	0.000e+000	0.000e+000	0.80
K no2	0.000e+000	4.000e-005	0.000e+000	0.000e+000	0.80
K no	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000	0.80
K nh3	1.000e-002	3.000e-006	1.268e-008	0.000e+000	0.80
K pm-1	1.000e-003	4.000e-005	4.051e-006	0.000e+000	0.80

===== chemics.def

! created\from | gas.no

C gas.no2	?
C gas.no	?

===== emissions.def

! SOURCE | gas.so2 gas.no2 gas.no gas.nh3 gas.pm-1

E 01	?	?	?	0.000e+000	0.000e+000
E 02	?	?	?	0.000e+000	0.000e+000
E 03	?	?	?	0.000e+000	?
E 04	?	?	?	?	?
E 05	0.000e+000	4.444e-001	2.609e+000	0.000e+000	2.222e-001
E 06	?	?	?	0.000e+000	0.000e+000

```

E 07 |      ?      ?      ? 0.000e+000 0.000e+000
E 08 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 09 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 10 |      ?      ?      ? 0.000e+000      ?
E 11 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 12 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 13 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 14 | 0.000e+000      ?      ?      ? 0.000e+000
E 15 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000 0.000e+000
E 16 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000 0.000e+000
E 17 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000      ?
E 18 | 0.000e+000      ?      ? 0.000e+000      ?

```

-----+-----  
===== monitor.def

```

.
! Nr. | Xp Yp Hp
-----+-----
M 01 | 697.0 1175.0 1.5
M 02 | 3098.0 -1763.0 1.5
M 03 | -1130.6 -1200.9 1.5
M 04 | 872.6 1918.2 55.0
-----+-----

```

=====

- Input file created by AUSTAL2000 2.6.11-WI-x

===== meteo.def

- TalDef: Meteorological time series  
- Umin=0.7

```

.
Version = 2.6
Z0 = 1.500
D0 = 9.000
Xa=-6944.0 Ya=-6869.0 Ha=19.3
Ua = ?
Ra = ?
Lm = ?
WindLib = ../lib_geb

```

```

-----+-----
-
! T1 T2 Ua Ra Lm
- (ddd.hh:mm:ss) (ddd.hh:mm:ss) (m/s) (deg.) (m)
Z 00:00:00 01:00:00 2.800 206 99999.0
Z 01:00:00 02:00:00 3.600 196 99999.0
Z 02:00:00 03:00:00 3.600 175 99999.0
Z 03:00:00 04:00:00 4.400 201 99999.0
Z 04:00:00 05:00:00 3.800 201 99999.0
Z 05:00:00 06:00:00 4.600 200 99999.0
Z 06:00:00 07:00:00 4.800 197 99999.0
Z 07:00:00 08:00:00 5.600 202 99999.0
Z 08:00:00 09:00:00 5.800 214 99999.0
Z 09:00:00 10:00:00 5.800 204 99999.0

```

```

...
Z 365.19:00:00 365.20:00:00 4.400 187 99999.0
Z 365.20:00:00 365.21:00:00 5.000 193 99999.0
Z 365.21:00:00 365.22:00:00 5.600 183 99999.0
Z 365.22:00:00 365.23:00:00 4.600 183 99999.0
Z 365.23:00:00 366.00:00:00 4.400 189 99999.0

```

2019-07-01 09:00:36 LOPREP\_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für  
 "d:\MOL71614\_Heizkraftwerk\_Hoechst\lasat\Re4\_Rechenlauf\_IBN\_80m"

=====

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

#### Maximalwerte, Deposition

```

-----
NH3 DEP 0.26 kg/(ha*a) (+/- 1.8%) bei x= 864 m, y= 1376 m (5: 40, 46)
NH3 DRY 0.26 kg/(ha*a) (+/- 1.8%) bei x= 864 m, y= 1376 m (5: 40, 46)
NH3 WET 0.00 kg/(ha*a) (+/- 0.0%)
PM DEP 0.0000 g/(m²*d) (+/- 8.0%)
PM DRY 0.0000 g/(m²*d) (+/- 8.0%)
PM WET 0.0000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)

```

=====

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

```

-----
NH3 J00 0.08 µg/m³ (+/- 1.2%) bei x= 432 m, y= 816 m (4: 44, 52)
NO J00 2.5 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 198 m, y= 586 m (1:204,237)
NO2 J00 0.7 µg/m³ (+/- 1.3%) bei x= 960 m, y= 1856 m (6: 32, 39)
NO2 S00 319 µg/m³ (+/- 95.5%) bei x= 126 m, y= 126 m (1:186,122)
NO2 S18 19 µg/m³ (+/- 58.6%) bei x=-2496 m, y=-1600 m (6: 5, 12)
PM J00 0.1 µg/m³ (+/- 3.9%) bei x= 82 m, y= 466 m (1:175,207)
PM T00 1.0 µg/m³ (+/- 25.2%) bei x= 214 m, y= -214 m (1:208, 37)
PM T35 0.2 µg/m³ (+/- 23.7%) bei x= 54 m, y= 486 m (1:168,212)
SO2 J00 0.4 µg/m³ (+/- 4.5%) bei x= 832 m, y= 1856 m (6: 31, 39)
SO2 T00 19 µg/m³ (+/- 20.5%) bei x=-2112 m, y=-1344 m (6: 8, 14)
SO2 T03 7 µg/m³ (+/- 25.7%) bei x= 1344 m, y= 2752 m (6: 35, 46)
SO2 S00 373 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 236 m, y= 620 m (2:130,150)
SO2 S24 14 µg/m³ (+/- 60.5%) bei x= 1408 m, y= 2944 m (7: 30, 36)

```

=====

## Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	01	02	03	04
xp	697	3098	-1131	873
yp	1175	-1763	-1201	1918
hp	1.5	1.5	1.5	55.0
NH3 DEP	0.24 1.8%	0.02 3.5%	0.09 3.2%	0.22 1.6% kg/(ha*a)
NH3 DRY	0.24 1.8%	0.02 3.5%	0.09 3.2%	0.22 1.6% kg/(ha*a)
NH3 WET	0.00 0.0%	0.00 0.0%	0.00 0.0%	0.00 0.0% kg/(ha*a)
NH3 J00	0.08 1.7%	0.01 3.3%	0.03 2.9%	0.09 0.7% µg/m <sup>3</sup>
NO J00	2.0 1.1%	0.2 2.5%	1.0 1.7%	2.0 0.4% µg/m <sup>3</sup>
NO2 J00	0.6 1.5%	0.1 3.7%	0.4 2.1%	0.6 0.6% µg/m <sup>3</sup>
NO2 S00	22 94.5%	22 61.9%	32 36.0%	20 18.6% µg/m <sup>3</sup>
NO2 S18	13 49.3%	7 18.1%	14 20.0%	11 18.1% µg/m <sup>3</sup>
PM DEP	0.0000 1.9%	0.0000 3.2%	0.0000 2.7%	0.0000 1.5% g/(m <sup>2</sup> *d)
PM DRY	0.0000 1.9%	0.0000 3.2%	0.0000 2.7%	0.0000 1.5% g/(m <sup>2</sup> *d)
PM WET	0.0000 0.0%	0.0000 0.0%	0.0000 0.0%	0.0000 0.0% g/(m <sup>2</sup> *d)
PM J00	0.1 1.8%	0.0 3.0%	0.0 2.5%	0.1 0.6% µg/m <sup>3</sup>
PM T00	0.5 15.4%	0.4 11.6%	0.5 13.0%	0.7 4.3% µg/m <sup>3</sup>
PM T35	0.2 23.2%	0.0 28.1%	0.2 37.4%	0.3 9.7% µg/m <sup>3</sup>
SO2 J00	0.3 4.4%	0.0 4.4%	0.2 3.9%	0.4 1.8% µg/m <sup>3</sup>
SO2 T00	6 46.3%	1 9.2%	5 38.2%	10 12.6% µg/m <sup>3</sup>
SO2 T03	1 11.9%	1 14.0%	2 8.5%	6 14.4% µg/m <sup>3</sup>
SO2 S00	91 70.5%	18 78.2%	95 44.0%	107 17.4% µg/m <sup>3</sup>
SO2 S24	5 26.6%	3 24.2%	5 32.9%	9 24.0% µg/m <sup>3</sup>