

BEBAUUNGSPLAN NR. 656 „Datencenter Kettelerstrasse“

Lufthygiene

STAND 30.06.2025

TÜV RHEINLAND ENERGY & ENVIRONMENT GMBH



Emissionsberechnung und Immissionsprognose
für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbar-
keitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der
CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler
Straße“ in Offenbach

TÜV-Bericht Nr.: EuL/21262022/B2

Köln, 02.06.2025

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

**Die TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:**

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Emissionen von Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert.

Die Akkreditierung hat die DAkKS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH
D-51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr.: EuL/21262022/B2

Leerseite

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 3 von 128



Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach

Name der akkreditierten Stelle:	TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH
Berichtsnummer / Datum:	EuL/21262022/B2 02.06.2025 Dieser Bericht ersetzt Bericht Nr. EUL/21262022/B1 vom 11.06.2024
Betreiber:	CloudHQ 1212 New York Avenue, NW, Suite 550, Washington, DC 20005
Standort:	Ketteler Str. 100, 63075 Offenbach Koordinaten: UTM Zone 32, 32 U 4684.938 m, 5.550.540 m
Art der Begutachtung:	Beurteilung der Immissionssituation
Auftraggeber:	KuA dc solutions GmbH Grünenburgweg 115, 60323 Frankfurt am Main
Auftragsdatum:	31.10.2023
Auftragsnummer: (des Auftraggebers)	-
Kundennummer:	1968930
Bearbeiter:	Email:
Berichtsumfang:	insgesamt 128 Seiten Anhang ab Seite 62
Aufgabenstellung:	Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr.: EuL/21262022/B2

Leerseite

Zusammenfassung

Die Firma CloudHQ plant die Errichtung und den Betrieb eines neuen Rechenzentrums FRA07 am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach. Zur Sicherung der unterbrechungsfreien Stromversorgung soll das Rechenzentrum über 55 Netzersatzanlagen (NEA) mit Hubkolbenverbrennungsmotoren als Notstromdieselmotoranlagen (NDMA) mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von ca. 437,8 MW verfügen und ist damit gemäß 4. BImSchV Anhang 1 im Sinne des BImSchG genehmigungsbedürftig

Die Gesamtanlage enthält folgende Komponenten:

Tabelle 0.1: Übersicht Generatoren.

Generator	Gebäude	Anzahl	FWL	Gesamt FWL
CAT 175-20	FRA07	53	8,22	435,7 MW
CAT C15 (Brandschutz)	FRA07	2	1,03	2,1 MW
Gesamtfeuerungswärmeleistung				437,8 MW

Alle Motoranlagen werden mit einer Abgasreinigung (SCR) zur NO_x-Minderung versehen. Nur einer der Brandschutzgeneratoren CAT C15 soll keine SCR-Anlage erhalten.
Insgesamt werden 55 NDMA verbaut und es ergibt sich somit eine Feuerungswärmeleistung von ca. 437,8 MW für das Rechenzentrum.

Es wird sowohl der Volllastbetrieb (100%) als auch der Teillastbetrieb (80%) betrachtet.

Für diese dem Notbetrieb dienende Anlagen wären Kaminhöhen nach TA Luft Nr. 5.5 unverhältnismäßig. In einer Einzelfallbewertung wird in Anlehnung an den Leitfaden zur Schornsteinhöhenbestimmung für Rechenzentren [1] die Unschädlichkeit der Immissionsbelastung nachgewiesen. Zur Berechnung müssen als Mindestanforderung die Kaminöffnungen außerhalb der Wirbelzonen von Gebäuden liegen. Das wird mit Hilfe der Richtlinie VDI 3871 Bl. 4 bestimmt. Auf Basis der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Gebäudepläne (Stand: 04.2024) werden die geplanten Gebäude eine Attikahöhe von maximal 29 m (inklusive Lärmschutzwand) haben. Unter Berücksichtigung auch der benachbarten Gebäude ergibt sich eine einheitliche Kaminhöhe von mind. 44,5 m für alle Sammelkamine vom Rechenzentrum.

Bei den NDMA handelt es sich um Motoren, die mit schwefelarmen Heizöl betrieben werden können.

Es wurde gemäß des „Leitfadens zur Ermittlung der Schornsteinmindesthöhen und zulässiger maximaler Betriebszeiten durch Immissionsprognosen“ [1] mit Hilfe einer Immissionsprognose geprüft, ob die geplante Kaminhöhe ausreicht, um schädliche Umwelteinwirkungen nach § 5 BImSchG zu vermeiden. Am Standort ist mit einer erhöhten Vorbelastung durch andere Rechenzentren zu rechnen. Es wird in diesem Fall gemäß Leitfaden empfohlen, als Beurteilungswert für eine irrelevante Zusatzbelastung einen Schwellenwert von 1% der Immissionsjahreswerte zu verwenden. Für die Kurzzeitbelastung von NO₂ ist eine Vorbelastung von 100 µg/m³ anzunehmen.

Die resultierende maximale Betriebsstundenanzahl zur Einhaltung einer irrelevanten Zusatzbelastung beläuft sich auf:

Tabelle 0.2: Übersicht Betriebsstundenanzahl.

Variante	Betriebsstunden in h
CAT	443

Von der ermittelten Betriebsstundenanzahl von max. 443 h werden noch die Testzeiten für Inbetriebnahme, Messungen und Wartung in Form der Stundenanzahl von 32 h für die Laufzeit der Einzelaggregate abgezogen. Daraus resultiert eine maximale Betriebsstundenanzahl von 411 Betriebsstunden für den Notbetrieb. Diese Abschätzung ist sehr konservativ, weil der Wartungs- und Testbetrieb überwiegend durch Betrieb von Einzelaggregaten erfolgt.

Die resultierende maximale Betriebsstundenanzahl für den Notbetrieb sind demnach 411 Stunden pro Jahr für den Endausbau. Bei dieser Betriebsstundenanzahl werden durch die Zusatzbelastung keine Schwellenwerte für eine irrelevante Zusatzbelastung, Abschneidekriterien und Kurzzeitwerte überschritten. Die 44. BImSchV nimmt Anlagen, die ausschließlich dem Notbetrieb dienen oder die nicht mehr als 300 h/a in Betrieb sind, von den Emissionswerten für CO und NO_x als NO₂ aus. Die Einzelfallentscheidung zur Zulassung geringerer Kaminhöhen nach TA Luft ist nach Empfehlung im Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung des LAI [2] nur auf solche Anlagen anzuwenden, die geringe Emissionsmassenströme oder Betriebszeiten von nicht mehr als 300 h/a haben. Daher sollen die Betriebsstunden unabhängig von der ermittelten maximalen Betriebsdauer auf **300 h/a** für jede einzelne NDMA begrenzt werden.

Tabelle 0.3: Maxima der Immissionszusatzbelastung bei Einhaltung der beantragten Betriebsstunden von 300 h/a in 1,5m Höhe (Vollastbetrieb).

Stoff	Zeitbezug	Zusatzbelastung im Maximum unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit bei 300 Betriebsstunden im Jahr	Grenzwert	Irrelevanzwert nach TA Luft	Beurteilungswert
Konzentration in µg/m³					
NO ₂	Jahr	0,03	40	1,2	0,4
SO ₂	Jahr	0,00	50	1,5	0,5
PM ₁₀	Jahr	0,02	40	1,2	0,4
PM _{2,5}	Jahr	0,01		0,75	0,25
HCOH	Jahr	0,02		3,72	1,24
NH ₃	Jahr	0,05	-	-	2
Deposition in g/(m³d)					
Gesamtstaubdeposition	Jahr	0,000548	0,35	0,0105	0,0035
Maximaler Stickstoff und Säureeintrag im geschützten Biotop „Baumhecke/Gehölz südlich von Bürgel“			Abschneidekriterium in kg/(ha*a)		
Stickstoffdeposition	Jahr	0,2 kg/(ha*a)	0,3 kg/(ha*a)		
Säureeintrag	Jahr	0,015 keq/(ha*a)	0,030 keq/(ha*a)		
Maximaler Stickstoff und Säureeintrag im FFH-Gebiet „Mainaue bei Schleuse Kesselstadt“			Abschneidekriterium in kg/(ha*a)		
Stickstoffdeposition	Jahr	0,01 kg/(ha*a)	0,3 kg/(ha*a)		
Säureeintrag	Jahr	0,001 keq/(ha*a)	0,030 keq/(ha*a)		

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 7 von 128

Tabelle 0.4: Maxima der Immissionszusatzbelastung bei Einhaltung der beantragten Betriebsstunden von 300 h/a in 1,5m Höhe (Teillastbetrieb).

Stoff	Zeitbezug	Zusatzbelastung im Maximum unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit bei 300 Betriebsstunden im Jahr	Grenzwert	Irrelevanzwert	Beurteilungswert
Konzentration in µg/m³					
NO ₂	Jahr	0,03	40	0,4	0,4
SO ₂	Jahr	0,00	50	1,5	0,5
PM ₁₀	Jahr	0,02	40	0,4	0,4
PM _{2,5}	Jahr	0,01		0,75	0,25
HCOH	Jahr	0,03		3,72	1,24
NH ₃	Jahr	0,05	-	-	2
Deposition in g/(m³d)					
Gesamtstaubdeposition	Jahr	0,000479	0,35	0,0105	0,0035
Maximaler Stickstoff und Säureeintrag im geschützten Biotop „Baumhecke/Gehölz südlich von Bürgel“			Abschneidekriterium in kg/(ha*a)		
Stickstoffdeposition	Jahr	0,18 kg/(ha*a)	0,3 kg/(ha*a)		
Säureeintrag	Jahr	0,013 keg/(ha*a)	0,030 keg/(ha*a)		
Maximaler Stickstoff und Säureeintrag im FFH-Gebiet „Mainaue bei Schleuse Kesselstadt“			Abschneidekriterium in kg/(ha*a)		
Stickstoffdeposition	Jahr	0,01 kg/(ha*a)	0,3 kg/(ha*a)		
Säureeintrag	Jahr	0,001 keg/(ha*a)	0,030 keg/(ha*a)		

Revisionen:

Bericht-Nr.	Datum	Änderungen
EuL/21262022/B	25.04.2024	Erstfassung
EuL/21262022/B1	07.06.2024	Nachforderungen Umweltamt Im Gutachten „Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach“ sollte das Kapitel 2.3 (Schutzgebiete: FFH – Natura 2000 Gebiete und geschützte Biotope) inhaltlich und redaktionell überarbeitet werden. Beispielsweise zählen auch EU-Vogelschutzgebiete zu den Natura 2000-Gebieten, es fehlen die Naturschutzgebiete, die Landschaftsschutzgebiete und eine Legende zur kartographischen Darstellung. Außerdem wird keine Schlussfolgerung getroffen. Falls dieses Kapitel in dem Gutachten entbehrlich ist, sollte es besser entfallen.

		Die Einträge bzgl. Stickstoff- und Säuredeposition sind für FFH-Gebiete und geschützte Biotope zu ermitteln. Gemäß TA Luft sind dabei EU-zertifizierte Gebiete sowie geschützte bzw. schützenswerte Biotope zu prüfen, die stickstoff- oder säureempfindlich sein können. Der Eintrag in Gebiete mit empfindlichen Pflanzen und Ökosysteme ist gering zu halten. Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete und Landschaftsschutzgebiete sind nicht Umfang des Prüfbereichs. Das Kapitel ist aber für die Darstellung der zu prüfenden Gebiete (FFH-Gebiete und geschützte Biotope) relevant. Die Auswirkungen der Immissionen auf diese Gebiete ist in Kap. 6.7.2 dargestellt. Bei der Beschreibung der örtlichen Verhältnisse ist unklar, ob bei der genannten Entfernung zur Stadt Offenbach die Entfernung zum Stadtzentrum gemeint ist und woran sich diese bemisst. Auch die Entfernung zur Rheinmündung wäre zu überprüfen. Um einen besseren Anhaltspunkt zur geografischen Einordnung zu bekommen, wurde die Entfernung zum Bahnhof „Offenbach“ ausgerichtet und neu ermittelt. Dieser liegt ca. 2 km südwestlich des Anlagengrundstücks entfernt. Die Entfernung zur Rheinmündung beträgt ca. 38 km und wurde entsprechend korrigiert (s. Kap. 2). Bitte die angegebene Nutzungsstruktur in der Umgebung korrigieren. Die mit der Stadt Offenbach abgestimmte Gebietseinstufung laut Schalltechnischer Untersuchung ist allgemeines Wohnen in der Kékuléstraße, Eppsteiner Straße 64 und Kettelerstraße 48-50, reines Wohnen in der Steinheimer Straße 39 sowie Gewerbe in der südlichen Mühlheimer Straße und Kettelerstraße 99. Dies wird entsprechend ergänzt (s. Kap. 2.2). Die Art der wohnlichen Nutzung ist aber für die Bewertung aus lufthygienischer Sicht nicht relevant. Alle Änderungen sind im Text in blauer Schriftfarbe kenntlich gemacht.
EuL/21262022/B2	22.05.2025	Stellungnahme des Amtes für Umwelt und Klima zu überarbeiteten Gutachten, Offenbach vom 19.05.2025: Kap. 2.2 Nutzungsstruktur der Umgebung: Woher kommen die 230 m südöstlich als Entfernung zur nächsten Wohnbebauung? Die nächste Wohnbebauung befindet sich in der Kékuléstraße nordöstlich des Plangebiets. Dies wurde korrigiert.

		6.7.1.1 und 6.7.1.2 Notbetrieb-Vollast und Notbetrieb-Teilast: Warum ist hier die maximale jährliche Betriebszeit aus der Spalte für die Komponente PM10 angegeben und nicht die Betriebszeit hinsichtlich der Komponente NO2? In den Tabellen 6.13 und 6.16 in den Kapitel 6.7.1.1 und 6.7.1.2 sind für beide Stoffe, NO₂ und PM₁₀, die resultierenden Betriebszeiten angegeben. Textlich wurde die sich maximal ergebende Betriebsstundenzahl für NO₂ korrigierend angegeben. Alle Änderungen sind in grüner Schriftfarbe kenntlich gemacht.
--	--	---

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Aufgabenstellung	12
1.1 Allgemeine Informationen und beteiligte Parteien	12
1.2 Vorhabensbeschreibung	12
1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise	13
1.4 Verwendete Hilfsmittel und Programme	13
2 Örtliche Verhältnisse	14
2.1 Geländestruktur	14
2.2 Nutzungsstruktur in der Umgebung	15
2.3 Schutzgebiete: FFH – Natura 2000 Gebiete und geschützte Biotope	16
2.4 Ortsbesichtigung	17
3 Anlagenbeschreibung.....	18
3.1 Art der Anlage	18
3.2 Beschreibung der Anlage (nach Betreiberangaben)	18
3.3 Bewertungsgrundlage Emissionswerte	22
3.4 Betriebszeiten nach Betreiberangaben	22
3.5 Betrachtete Luftschadstoffe	22
4 Bestimmung der Emissionen	24
4.1 Liste der Quellen	24
4.2 Emissionsparameter	25
4.3 Emissionswerte	30
4.4 Bestimmung der Emissionsmassenströme aller Quellen	30
4.5 Zeitlich variable Emissionen	31
5 Bestimmung der Schornsteinmindestbauhöhe nach TA Luft 2021	32
5.1 Berechnung der Kaminhöhe nach TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.1	32
5.2 Zusammenfassung aller Kriterien zur Bestimmung der Schornsteinmindestbauhöhe	37
6 Immissionsprognose	38
6.1 Berechnungsmethode	38
6.2 Eingabedaten	38
6.3 Bewertungsgrundlage: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV und TA Luft 2021	49
6.4 Beurteilungswerte für Stoffe ohne gesetzlich festgelegte Immissionswerte	50
6.5 Bewertungsgrundlage: Stickstoff- und Säuredeposition – Variante 3 und 4	51
6.6 Bewertungsgrundlage: Geruch nach TA Luft 2021 Anhang 7	51
6.7 Ergebnisse der Immissionsprognose	51
7 Zusammenfassung der Ergebnisse	60
8 Anhänge	62

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 11 von 128

Abkürzungsverzeichnis

AGW **Arbeitsplatzgrenzwert**
AUSTAL **Ausbreitungsmodell nach TA Luft**
BestAL **Bestimmung der Schornsteinhöhe nach TA Luft**
BfR **Bundesinstitut für Risikobewertung**
BImSchG **Bundes-Immissionsschutzgesetz**
BImSchV **Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes**
BVG **Bundesverwaltungsgericht**
CORINE **Coordination of Information on the Environment**
EAP **Ersatzanemometerposition**
FFH Natura2000 Fauna-Flora-Habitat
LBM-DE **Landbedeckungsmodell Deutschland**
MAK **Maximale Arbeitsplatz Konzentration**
NDEL **no derived effect level**
NDMA Notstromdieselmotoranlagen
NEA **Netzersatzanlagen**
PM **Particle Matter - Staub**
SCR **Selective Catalytic Reduction**
SRTM **Shuttle Radar Topography Mission**
TRGS **Technische Regeln für Gefahrstoffe**
USGS **US Geological Survey**

Leerseite

1 Aufgabenstellung

1.1 Allgemeine Informationen und beteiligte Parteien

Auftraggeber:	KuA dc solutions GmbH Grünenburgweg 115, 60323 Frankfurt am Main
Betreiber:	CloudHQ 1212 New York Avenue, NW, Suite 550, Washington, DC 20005
Ansprechpartner:	██████████, KUA dc solutions GmbH , ██████████
Standort:	Ketteler Str. 100, 63075 Offenbach Koordinaten: UTM Zone 32, 32 U 4684.938 m, 5.550.540 m
Anlage:	Notstromaggregate zur Sicherstellung der unterbre- chungsfreien Stromversorgung, Anlage ist genehmi- gungsbedürftig gemäß Nr. 1.1 der 4. BImSchV Anhang 1. Gleichzeitig fallen sie in den Anwendungsbereich der Re- gelungen der 44. BImSchV
Aufgabenstellung:	Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luft- schadstoffe
Bearbeiter:	████████████████████
Beteiligte weitere Institute:	nein

1.2 Vorhabensbeschreibung

Die Firma CloudHQ plant die Errichtung und den Betrieb eines neuen Rechenzentrums FRA07 am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach. Zur Sicherung der unterbrechungsfreien Stromversorgung soll das Rechenzentrum im Endausbau über 55 NDMA mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von ca. 437,8 MW verfügen. Diese sind damit gemäß 4. BImSchV Anhang 1 im Sinne des BImSchG genehmigungsbedürftig.

Alle Motoranlagen bis auf einen Brandschutzgenerator werden mit einer Abgasreinigung (SCR) zur NO_x-Minderung versehen.

In der näheren Umgebung können noch andere Rechenzentren vorhanden sein. Dadurch ist eine Betrachtung mit erhöhter Vorbelastung nach Fall B des Leitfadens [1] angemessen.

Für das Rechenzentrum FRA07 wird sowohl der Volllast- als auch der Teillastbetrieb in der Immissionsprognose betrachtet.

Die Kamine der geplanten Anlagen werden eine Höhe von 44,5 m über Grund erhalten.

Es wird die maximale Betriebsstundenanzahl bestimmt, welche zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte bzw. Irrelevanzwerte im Jahresmittel und der Kurzzeitwerte sowie zur Einhaltung der Abschneidekriterien für Stickstoff- und Säuredeposition führt.

Im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanverfahrens für das geplante Rechenzentrum FRA07 ist eine Immissionsprognose erforderlich.

1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise

Mit zunehmendem Wachstum der Ansammlung an Rechenzentren im Raum Frankfurt, deren unterbrechungsfreie Stromversorgung in der Regel mittels NDMA sichergestellt werden, steigen auch die Anforderungen an die Ableitung der Abgase dieser NDMA.

Aufgrund dessen wurde von Seiten des Regierungspräsidiums Darmstadt (RP Darmstadt) in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden (HLNUG) ein Leitfaden [1] entwickelt, der das Vorgehen bei der Bestimmung der Mindestbauhöhen der Kamine und die maximal zulässigen gemeinsamen Betriebsstunden vorgibt.

Die folgende Untersuchung richtet sich im Vorgehen, der Auswertung und der Beurteilung der Ergebnisse nach den Vorgaben des Leitfadens [1].

Unter Berücksichtigung anderer am Standort installierten NDMA ist mit einer erhöhten Vorbelastung durch gleichartige Anlagen zu rechnen. Daher wird gemäß Leitfaden [1] vorausgesetzt, dass durch Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung 1% der Immissionsjahreswerte nicht überschritten werden dürfen, damit die Zusatzbelastung als irrelevant betrachtet werden kann.

Für die Kurzzeitbelastung von NO₂ ist eine Vorbelastung in Höhe von 100 µg/m³ anzunehmen. Es wird die maximale Betriebsstundenanzahl bestimmt, bei welcher unter Berücksichtigung einer erhöhten Vorbelastung durch bereits vorhandene Rechenzentren die Beurteilungswerte der Jahresmittel- und der Kurzzeitwerte sowie die Abschneidekriterien für Stickstoff- und Säuredeposition nicht überschritten werden.

Relevanz von Bioaerosolen für das vorliegende Projekt:

Es wird davon ausgegangen, dass das Kühlsystem jeder NDMA ein geschlossenes System darstellt. Eine Immission von Bioaerosolen (Legionellen) nach VDI 4250 Blatt 2 ist somit nicht gegeben.

Relevanz von Geruch für das vorliegende Projekt:

Gemäß Leitfaden [1] ist die Relevanz von Geruchsemissionen bzw. -immissionen im Testbetrieb darzustellen und zu bewerten. Der Notbetrieb wird bzgl. Geruch nicht betrachtet.

1.4 Verwendete Hilfsmittel und Programme

Verwendete Hilfsmittel

Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung [2]

AUSTAL 3 in der aktuellen Version 3.2

AUSTAL View in der aktuellen Version 10.3 [3]

BesTAL in der aktuellen Version 1.0.1

Die verwendeten Gesetze, Verwaltungsvorschriften, Richtlinien, Merkblätter und sonstige Literatur sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.

2 Örtliche Verhältnisse

Der Standort befindet sich im Maintal, etwa 38 km von der Mündung in den Rhein entfernt. Der Bahnhof „Offenbach“ liegt etwa 2 km südwestlich des Standortes.

2.1 Geländestruktur

Die Umgebung ist topographisch wenig strukturiert und stellt ein vorstädtisches bis städtisches Umfeld dar. Die Anlage befindet sich auf ~ 95 m NHN über dem Meeresspiegel.

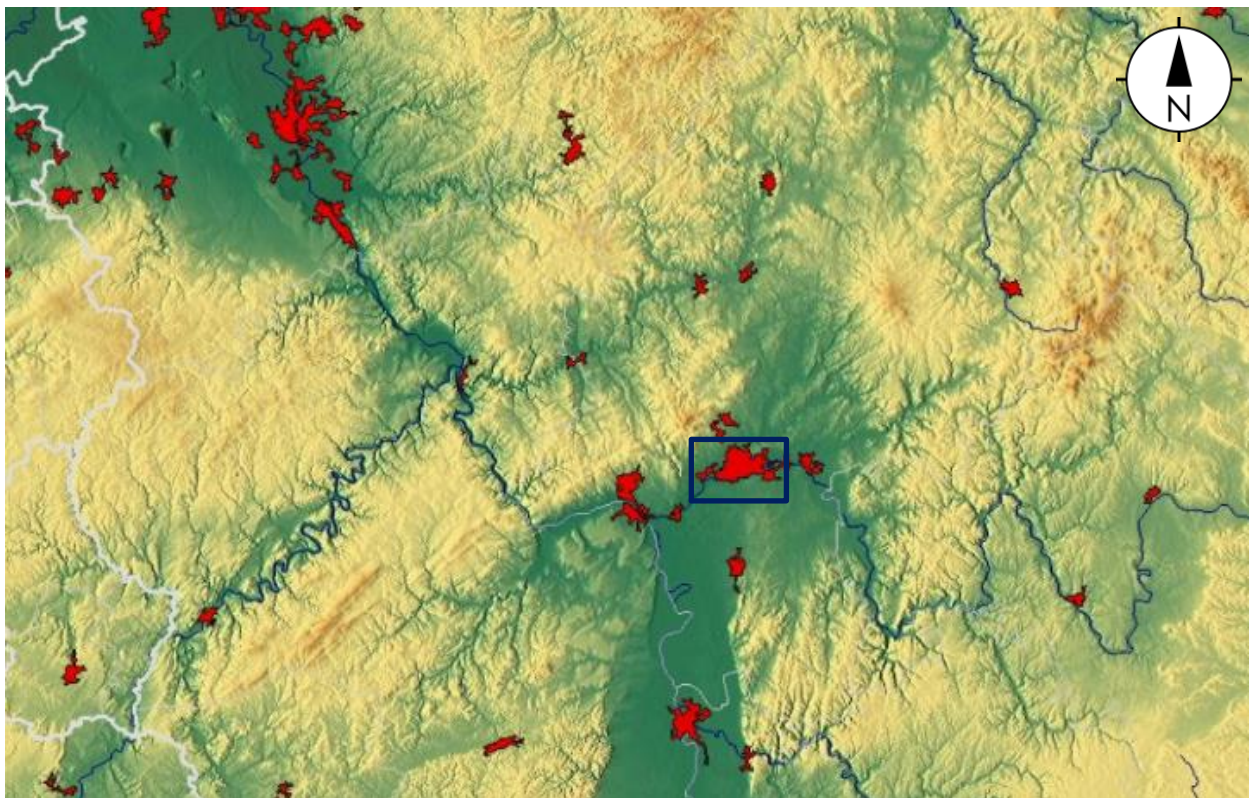


Abbildung 2.1: Reliefkarte, räumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes.

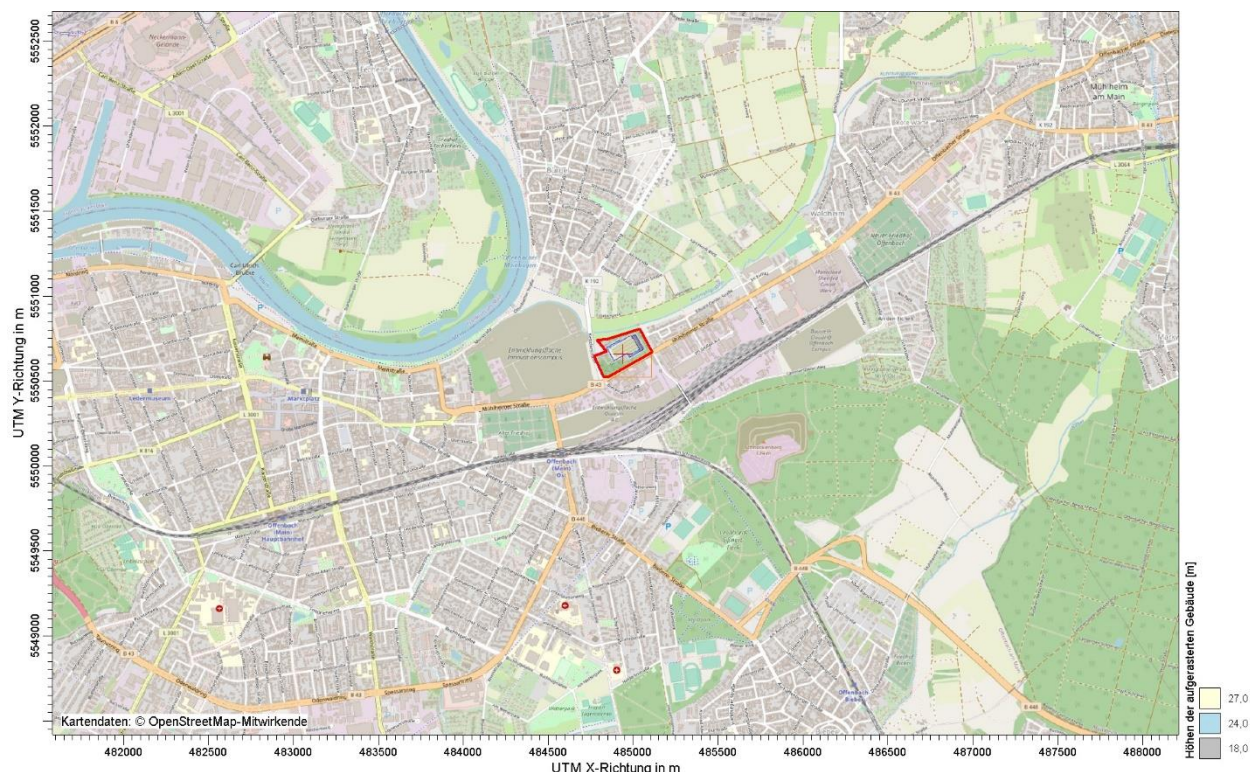


Abbildung 2.2: Übersichtskarte, Lage des Betriebsgeländes durch blaues Polygon markiert. (Quelle: OpenStreetmap).

2.2 Nutzungsstruktur in der Umgebung

Der geplante Standort befindet sich in einem Gewerbegebiet in der Nachbarschaft zu anderen Rechenzentren. Die Umgebung ist überwiegend durch gewerbliche Nutzung und vor allem in südlicher Richtung durch Wohnbebauung geprägt. Die nächste Wohnbebauung befindet sich in der Kékuléstraße nordöstlich des Plangebietes ca. 25 m vom Anlagenstandort entfernt. Die mit der Stadt Offenbach abgestimmte Gebietseinstufung laut Schalltechnischer Untersuchung ist allgemeines Wohnen in der Kékuléstraße, Eppsteiner Straße 64 und Kettelerstraße 48-50, reines Wohnen in der Steinheimer Straße 39 sowie Gewerbe in der südlichen Mühlheimer Straße und Kettelerstraße 99. Die Art der Nutzung (gewerblich / Wohnen / reines Wohnen) ist für die Bewertung aus lufthygienischer Sicht nicht relevant.

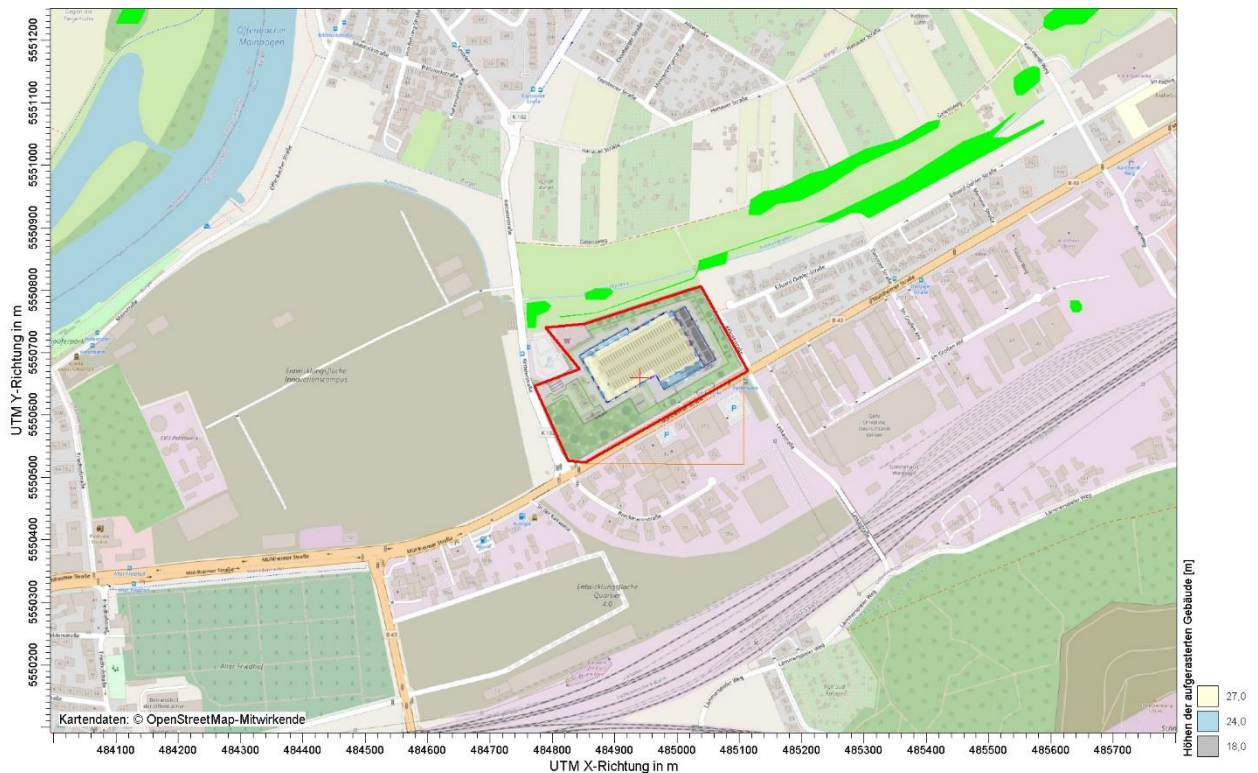


Abbildung 2.3: Liegenschaftskarte der näheren Umgebung (Quelle: openstreetmapo).

2.3 Schutzgebiete: FFH – Natura 2000 Gebiete und geschützte Biotope

In der näheren Umgebung befinden sich FFH-Gebiete oder gesetzlich geschützte Biotope.

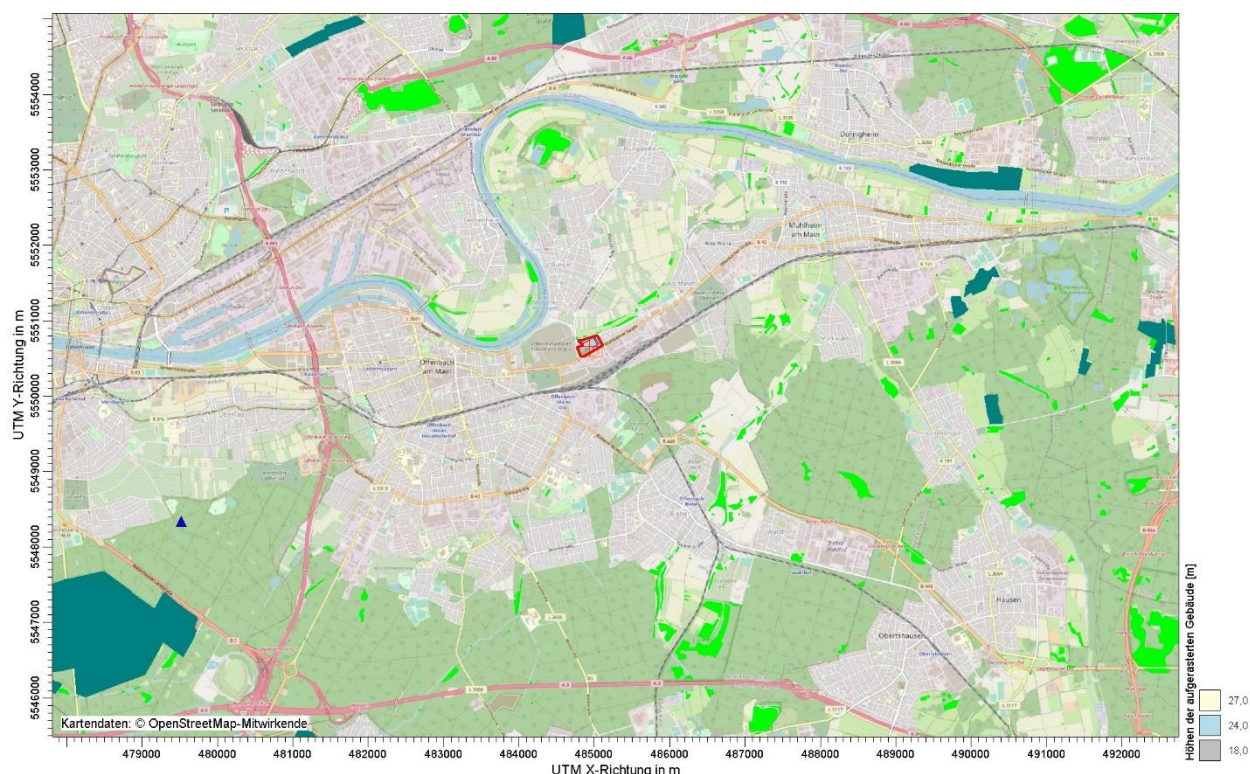


Abbildung 2.4: Lage nächstgelegenen der FFH Gebiete (FFH) und geschützten Biotope (GB) im Einzugsgebiet der Anlage.

Geschützte Biotope werden nicht tabellarisch aufgeführt, lediglich die Lage ist in Abbildung 2.4 dargestellt.

Das nächstgelegene geschützte Biotop „Baumhecke/Gehölz südlich von Bürgel“ ist ca. 10 m nördlich vom Rechenzentrum entfernt. Als „Hinweis auf gesetzlich geschützte Biotopfläche“ sind gemäß dem Internet-Portal NATUREG solche Biotope und Komplexe der Hessischen Biotopkartierung dargestellt, deren Fläche ganz oder überwiegend von aktuell geschützten Biotoptypen eingenommen wurde. Sie geben einen Hinweis darauf, dass sich dort empfindliche Pflanzen oder Ökosysteme im Sinne des Anhangs 9 der TA Luft 2021 befinden könnten.

2.4 Ortsbesichtigung

Eine Ortsbesichtigung war nicht erforderlich, da der Standort dem Gutachter bekannt ist, und die Örtlichkeiten aus Kartenmaterial und Luftbildern hinreichend genau erfasst werden können.

3 Anlagenbeschreibung

3.1 Art der Anlage

Notstromaggregate zur Sicherstellung der unterbrechungsfreien Stromversorgung, Anlage ist genehmigungsbedürftig gemäß Nr. 1.1 der 4. BImSchV Anhang 1. Gleichzeitig fallen sie in den Anwendungsbereich der Regelungen der 44. BImSchV

3.2 Beschreibung der Anlage (nach Betreiberangaben)

3.2.1 Bestand

Im Bestand befinden sich auf dem Gelände derzeit noch Gebäude des früheren Eigentümers, die abgerissen werden sollen.



Abbildung 3.1: Plan über den aktuellen Gebäudestand. (Quelle: GoogleEarth).

3.2.2 Planung

Nach Angaben des Planungsbüros KuA dc solutions GmbH soll ein Gebäudekomplex errichtet werden, der das Rechenzentrum, Büros und Stromerzeugungseinheiten enthält.

Zur Eigenstromversorgung ist die Installation und der Betrieb von insgesamt 55 NDMA geplant. Die Abgasleitungen der 55 Generatoren für das Gebäude werden zu 9 Sammelkaminen zusammengefasst.

Es werden für die Hauptgeneratoren Motoren vom Typ CAT 175-20 verwendet. Der Life Safety Generator (LSG) und ein Landlord Generator wird in allen Varianten das Modell CAT C15 darstellen.

Bei den NDMA handelt es sich um Motoren, die mit schwefelarmen Heizöl.

Die Aggregate sind reine Notstromaggregate, die nur im Ausfall der Stromversorgung den Weiterbetrieb des Rechenzentrums sicherstellen. Außerhalb des Notbetriebs werden die Aggregate nur für Testläufe zur Sicherstellung des Netzersatz-Betriebs betrieben.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 19 von 128

Um den Wärmeverlust innerhalb der Kaminleitungen konservativ zu berücksichtigen, wird die Länge der Abgasleitungen mit Kaminhöhe plus 5 m angesetzt.

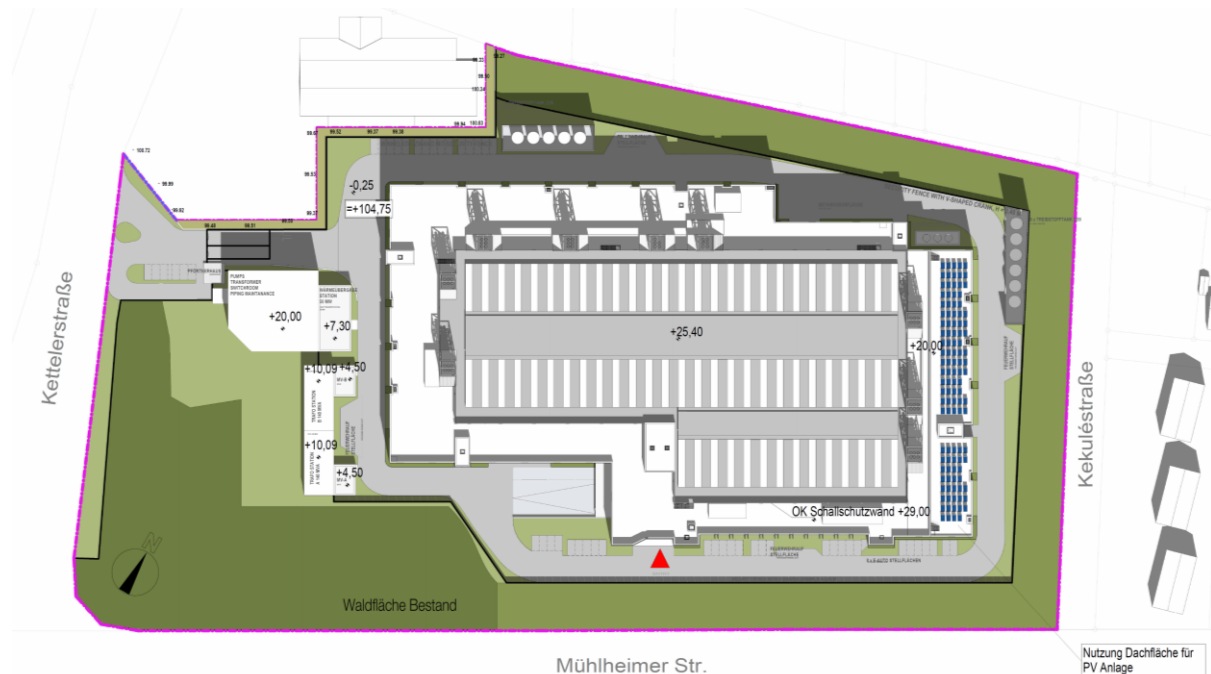


Abbildung 3.2: Plan im Endzustand (Quelle: Planungsbüro).

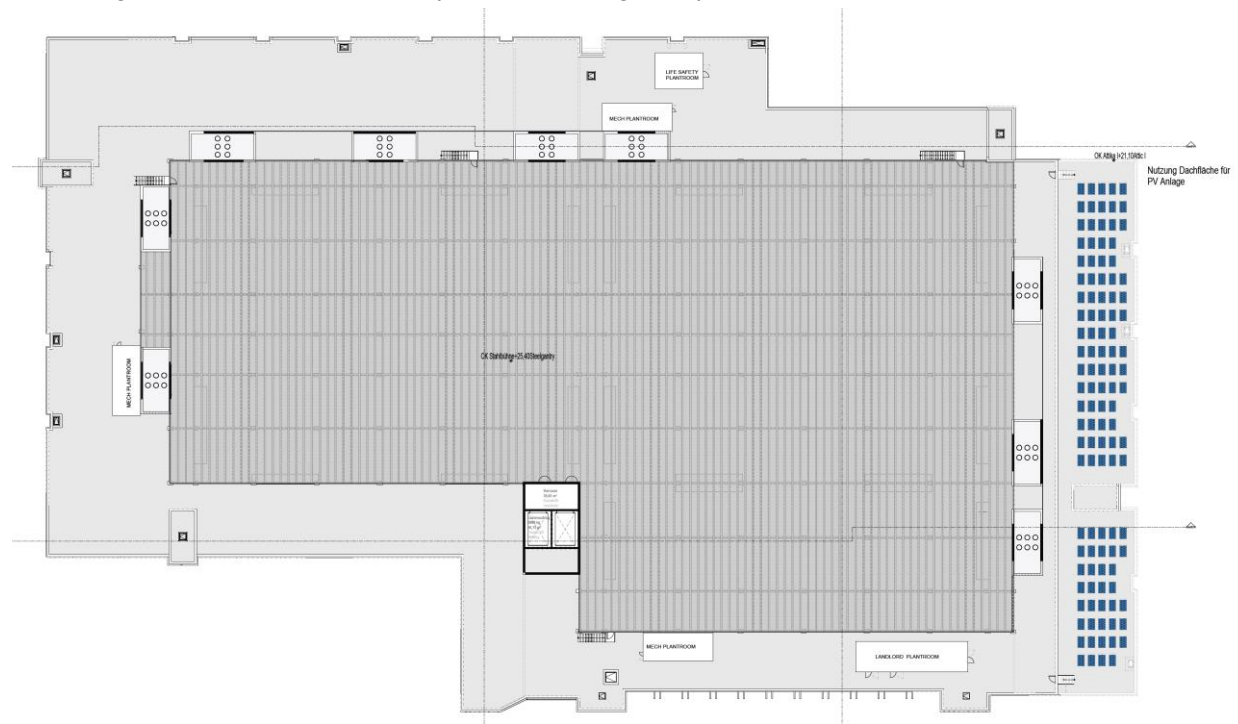


Abbildung 3.3: Lageplan Dach im Endzustand (Quelle: Planungsbüro).

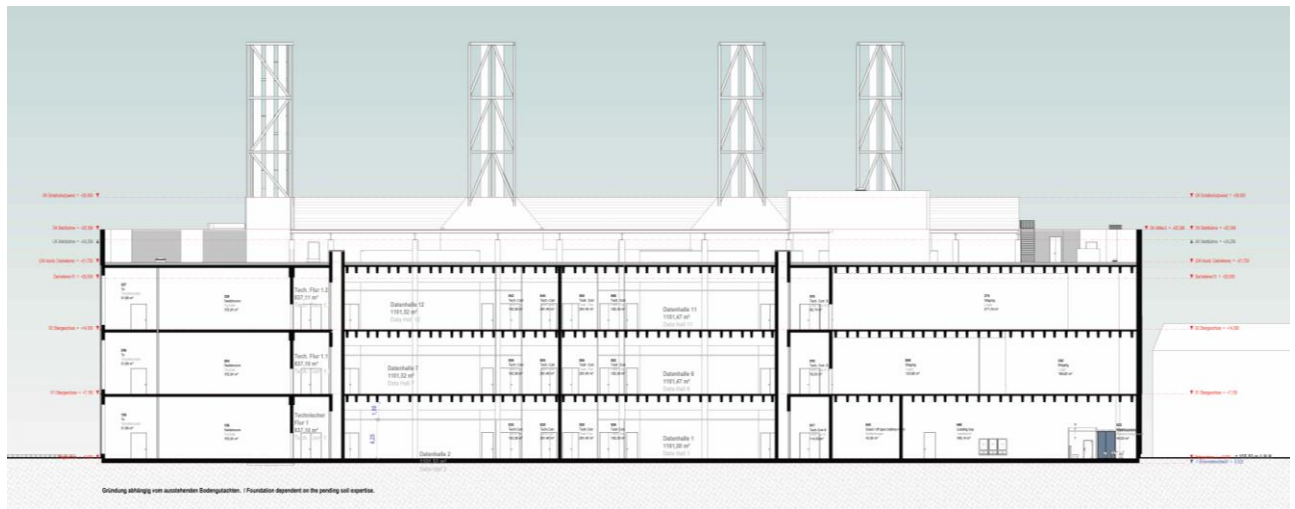


Abbildung 3.4: Schnitt durch das Rechenzentrumsgebäude (Quelle: Planungsbüro).

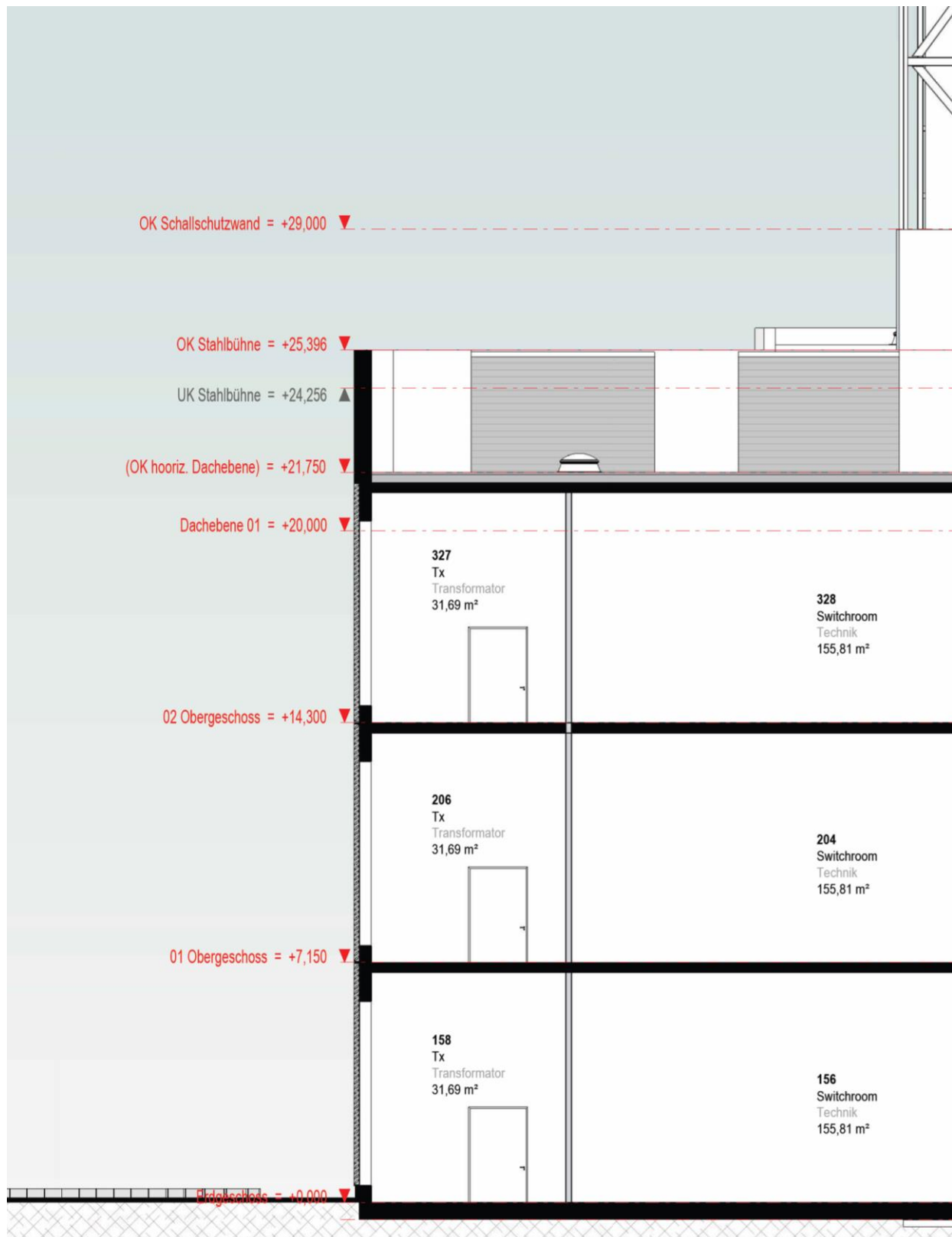


Abbildung 3.5: Schnitt durch das Rechenzentrumsgebäude - Ausschnitt (Quelle: Planungsbüro).

3.3 Bewertungsgrundlage Emissionswerte

Die Anlage ist im Sinne des BImSchG genehmigungsbedürftig.

Für die geplante Anlage sind die Emissionsgrenzwerte nach 44. BImSchV §16 [4] sowie nach Herstellerangaben anzusetzen. Die Bewertung der Immissionen erfolgt anhand der 39. BImSchV sowie des Leitfadens des RP Darmstadt für Netzersatzanlagen [1].

3.4 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

Notbetrieb (Bypass zur Gefahrenabwehr)

Jahr: folgend aus der vorliegenden Studie

Testbetrieb pro Aggregat:

Die Testszenarien sehen folgendermaßen aus:

Eine Geruchsimmission von 6 Minuten Dauer wird gemäß TA Luft Anhang 7 [5] als Geruchsstunde gewertet.

Tabelle 3.1: Geplante Betriebszeiten für Funktionstests und Wartungen nach Angaben des Betreibers.

Beschreibung ¹⁾	Singulärer Testbetrieb Einzelaggregat	Gleichzeitiger Testbetrieb mehrerer Aggregate	Summe der Stunden pro Jahr
Event 1	1 * 2 h/Monat bzw. 24 h/a		55 Gen. * 24 Stunden = 1320 Stunden
Event 2	2 * 2 h/a bzw. 4 h/a		55 Gen. * 4 Stunden = 220 Stunden
Event 3	4 h/a		55 Gen. * 4 Stunden = 220 Stunden
BBT und Inbetriebnahme	1 * 4 h/a bzw. 4 h/a	24 h/a	24 Stunden
Summe: Laufzeit eines Einzelaggregats	-		maximal 32 h/a
Summe: Betriebszeit, in der maximal 1 Aggregat läuft	-		1.760 h/a
Summe: Kumulierte Aggregatsbetriebsstunden	-		1.784 h/a

Mit diesen konservativen Annahmen ergeben sich für das RZ FRA07 maximal 1.784 Stunden pro Jahr, in denen die Generatoren (im Maximum) getestet werden (inklusive Black Building Test). Für einen einzelnen Generator ergeben sich maximal 1760 Teststunden.

Hierbei läuft – mit Ausnahme des Black Building Tests und der Upstream Maintenance – jeweils nur ein Aggregat und nicht alle Aggregate gleichzeitig wie im Notbetrieb. Regelmäßig wird die Anlage damit in maximal 20,4 % der Jahresstunden betrieben (sehr konservative Annahme).

Durch die hohe Anzahl an Teststunden ist nicht auszuschließen, dass der Irrelevanzwert nach TA Luft Anhang 7 für Geruch überschritten wird. Daher ist eine Untersuchung der Geruchsimmissionen mittels Ausbreitungsrechnung notwendig.

3.5 Betrachtete Luftschadstoffe

Im Folgenden werden die zu betrachtenden Stoffe aufgelistet:

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 23 von 128

Tabelle 3.2: Relevante Stoffe.

Stoff	Quelle
NOx	Alle Quellen
CO	Alle Quellen
SO₂	Alle Quellen
Staub	Alle Quellen
CH₂O	Alle Quellen
NH₃	(Alle Quellen)
PM	Alle Quellen
Geruch	Alle Quellen

4 Bestimmung der Emissionen

Die Emissionen stammen aus der Verbrennung von schwefelarmen Heizöl nach DIN51603-1 in Motoranlagen. Die Emissionsmassenströme werden auf Basis der Emissionswerte nach TA Luft, auf Basis der Herstellerangaben und gemäß 44. BImSchV [6] für die geplanten NDMA bestimmt. Die Volumenströme werden mittels Verbrennungsrechnung ermittelt. Es werden bei der Berechnung die in Tabelle 4.1 aufgeführten Quellen in der dort angegebenen Zusammenfassung berücksichtigt. Die Quellen sind gemäß des Lageplans (vgl. Abbildung 4.1: Lageplan der Quellen (rote Markierungen).Abbildung 4.1) verortet. Zusätzlich ist in Tabelle 4.1 die geografische Lage der betrachteten Quellen angegeben.

4.1 Liste der Quellen

Es finden in der Immissionsprognose insgesamt 9 Quellen Berücksichtigung, deren Koordinaten und Höhen in Tabelle 4.1 angegeben sind. In Abbildung 4.1 ist der Lageplan der Quellen dargestellt.

Tabelle 4.1: Koordinaten der Quellen in UTM. (a) Punktquellen.

Quellbezeichnung in der Berechnung	Anlage(n)	Rechtswert UTM in m	Hochwert UTM in m	Höhe über Grund in m
QUE_1	6 x CAT 175-20	484894,02	5550651,88	44,5
QUE_2	6 x CAT 175-20	484880,36	5550675,75	44,5
QUE_3	6 x CAT 175-20	484884,33	5550691,83	44,5
QUE_4	6 x CAT 175-20	484908,44	5550705,54	44,5
QUE_5	5 x CAT 175-20	484932,61	5550719,21	44,5
QUE_6	6 x CAT 175-20 und 1 x CAT C15 ohne SCR	484945,98	5550726,74	44,5
QUE_7	6 x CAT 175-20	485016,67	5550738,14	44,5
QUE_8	6 x CAT 175-20	485030,35	5550714,33	44,5
QUE_9	6 x CAT 175-20 und 1 x CAT C15	485037,75	5550700,75	44,5

Aufgrund von Verzerrungen von Karten bzw. ungenauer Georeferenzierung kann es zu Abweichungen der Koordinaten um bis zu einigen Metern kommen. Diese Ungenauigkeit ist nicht bewertungsrelevant, solange die relativen Abstände zu den Gebäuden erhalten bleiben.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 25 von 128

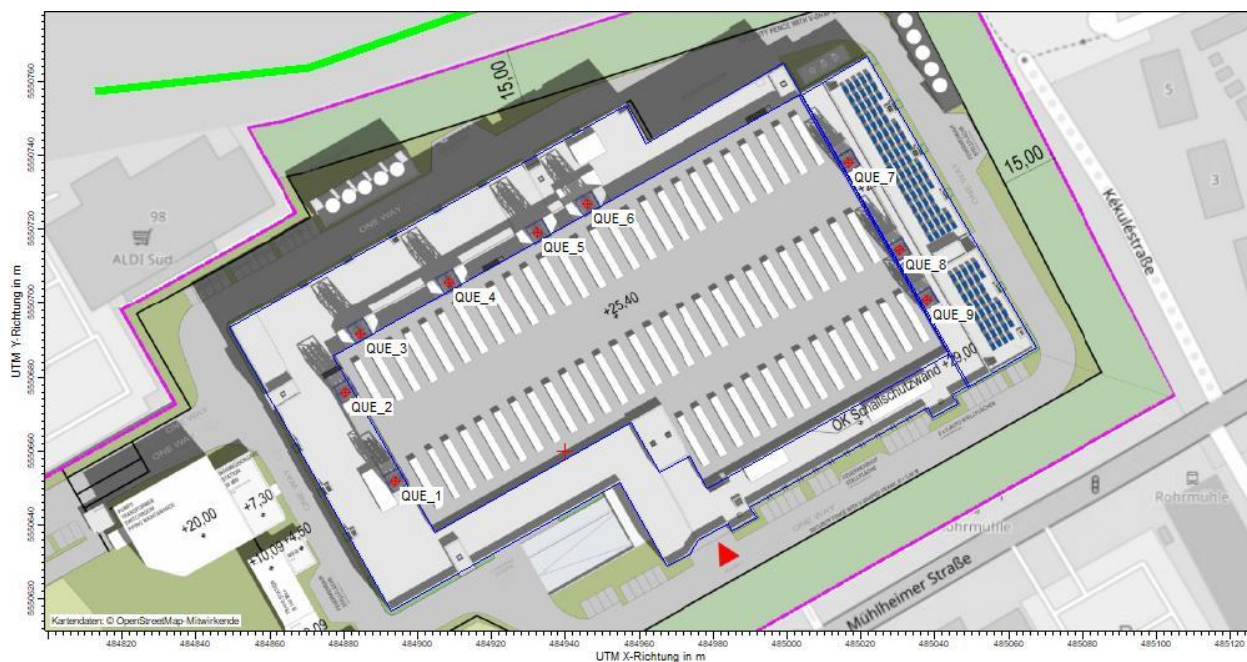


Abbildung 4.1: Lageplan der Quellen (rote Markierungen).

4.2 Emissionsparameter

Im Folgenden werden die Anlagenparameter dargestellt. Angaben der Datenblätter (s. Anhang A 2) werden übernommen und auf Plausibilität geprüft, die fehlenden Größen werden berechnet bzw. aufgrund von Annahmen, Literaturwerten oder Erfahrungswerten angesetzt.

Tabelle 4.2: Eingangsgrößen für die unterschiedlichen Generatoren FRA07(Vollastbetrieb).

Paramter	Aggregate	CAT 175-20	Life Safety CAT C 15 ohne SCR	Landlord Critical CAT C 15 mit SCR
Brennstoff		Heizöl	Heizöl	Heizöl
Feuerungswärmeleistung	kW	8217,72	1034,75	1034,75
Brennstoffverbrauch	m³/h oder kg/h	691,21	87,04	87,04
Heizwert	kWh/m³ oder kWh/kg	11,89	11,89	11,89
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol-%	10,3%	7,7%	7,7%
Sauerstoffbezugswert	Vol-%	5,0%	5,0%	5,0%
Feuchte im Abgas Betrieb - O2	Vol-%	7,78	9,29	9,29
Feuchte im Abgas Bezugs - O2	Vol-%	10,817	10,817	10,817
Rauchgaskonstante (trocken) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	20,758	16,681	16,681
Rauchgaskonstante (feucht) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	22,508	18,391	18,391
Rauchgaskonstante (trocken) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	13,856	13,856	13,856
Rauchgaskonstante (feucht) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	15,536	15,536	15,536
Druck im Betriebsvolumenstrom	hPa	1013,25	1013,25	1013,25
Abgastemperatur am Motorauslass	°C	461	524	524
Abkühlzahl	°C/m	0,300	0,300	0,300
Temperatur am Kaminauslass	°C	446	509	509
Wärmestrom am Kaminauslass	MW	2,563	0,302	0,302
Betriebsvolumenstrom bei Betriebs-O2	m³/h	40960	4583	4583
Betriebsvolumenstrom bei Bezugs-O2	m³/h	28273	3872	3872
Normvolumenstrom feucht	m³/h	15558	1601	1601
Normvolumenstrom trocken	m³/h	14348	1452	1452
Normvolumenstrom feucht, O2-bez.	m³/h	10739	1352	1352
Normvolumenstrom trocken, O2-bez.	m³/h	9577	1206	1206
Kamindurchmesser	m	0,80	0,20	0,20
Kaminfläche	m²	0,5027	0,0314	0,0314
Länge des Abgasrohres	m	50,0	50,0	50,0
Kaminhöhe	m über Grund	44,5	44,5	44,5
Abgasgeschwindigkeit bei Betriebsvolumenstrom	m/s	22,6	40,5	40,5

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 27 von 128

Tabelle 4.3: Eingangsgrößen für die unterschiedlichen Generatoren FRA07 (Teillastbetrieb).

Paramter	Aggregate	CAT 175-20 80%	Life Safety CAT C 15 ohne SCR 75%	Landlord Critical CAT C 15 mit SCR 75 %
Brennstoff		Heizöl	Heizöl	Heizöl
Feuerungswärmeleistung	kW	6861,49	771,54	771,54
Brennstoffverbrauch	m³/h oder kg/h	577,14	64,90	64,90
Heizwert	kWh/m³ oder kWh/kg	11,89	11,89	11,89
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol-%	10,8%	8,2%	8,2%
Sauerstoffbezugswert	Vol-%	5,0%	5,0%	5,0%
Feuchte im Abgas Betrieb - O2	Vol-%	7,48	9,01	9,01
Feuchte im Abgas Bezugs - O2	Vol-%	10,817	10,817	10,817
Rauchgaskonstante (trocken) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	21,781	17,336	17,336
Rauchgaskonstante (feucht) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	23,542	19,052	19,052
Rauchgaskonstante (trocken) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	13,856	13,856	13,856
Rauchgaskonstante (feucht) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	15,536	15,536	15,536
Druck im Betriebsvolumenstrom	hPa	1013,25	1013,25	1013,25
Abgastemperatur am Motorauslass	°C	437	499	499
Abkühlzahl	°C/m	0,300	0,300	0,300
Temperatur am Kaminauslass	°C	422	484	484
Wärmestrom am Kaminauslass	MW	2,115	0,221	0,221
Betriebsvolumenstrom bei Betriebs-O2	m³/h	34577	3425	3425
Betriebsvolumenstrom bei Bezugs-O2	m³/h	22819	2793	2793
Normvolumenstrom feucht	m³/h	13587	1236	1236
Normvolumenstrom trocken	m³/h	12571	1125	1125
Normvolumenstrom feucht, O2-bez.	m³/h	8967	1008	1008
Normvolumenstrom trocken, O2-bez.	m³/h	7997	899	899
Kamindurchmesser	m	0,80	0,20	0,20
Kaminfläche	m²	0,5027	0,0314	0,0314
Länge des Abgasrohres	m	50,0	50,0	50,0
Kaminhöhe	m über Grund	44,5	44,5	44,5
Abgasgeschwindigkeit bei Betriebsvolumenstrom	m/s	19,1	30,3	30,3

Tabelle 4.4: Eingangsgrößen je Quelle für FRA07(Vollastbetrieb).

Eingangsgrößen Angaben Notstromaggregate	Anlage	FRA07	FRA07	FRA07	FRA07
	Quellen	Q1-4, Q7, Q8	Q5	Q6	Q9
	Aggregate pro Quelle	6 x CAT 175-20	5 x CAT 175-20	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 ohne SCR	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 mit SCR
Parameter	Aggregate				
Brennstoff		Heizöl	Heizöl	Heizöl	Heizöl
Feuerungswärmeleistung	kW	49306,31	41088,59	50341,06	50341,06
Brennstoffverbrauch	m³/h oder kg/h	4147,26	3456,05	4234,30	4234,30
Heizwert	kWh/m³ oder kWh/kg	11,89	11,89	11,89	11,89
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol-%	10,3%	10,3%	10,3%	10,3%
Sauerstoffbezugswert	Vol-%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Feuchte im Abgas Betrieb - O2	Vol-%	7,78	7,78	7,80	7,80
Feuchte im Abgas Bezugs - O2	Vol-%	10,817	10,817	10,817	10,817
Rauchgaskonstante (trocken) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	20,758	20,758	20,683	20,683
Rauchgaskonstante (feucht) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	22,508	22,508	22,433	22,433
Rauchgaskonstante (trocken) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	13,856	13,856	13,856	13,856
Rauchgaskonstante (feucht) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	15,536	15,536	15,536	15,536
Druck im Betriebsvolumenstrom	hPa	1013,25	1013,25	1013,25	1013,25
Abgastemperatur am Motorauslass	°C	461,00	461,00	452,56	452,56
Abkühlzahl	°C/m	0,30	0,30	0,30	0,30
Temperatur am Kaminauslass	°C	446	446	447	447
Wärmestrom am Kaminauslass	MW	15,38	12,81	15,68	15,68
Betriebsvolumenstrom bei Betriebs-O2	m³/h	245757	204798	250340	250340
Betriebsvolumenstrom bei Bezugs-O2	m³/h	169637	141364	173509	173509
Normvolumenstrom feucht	m³/h	93346	77789	94947	94947
Normvolumenstrom trocken	m³/h	86088	71740	87539	87539
Normvolumenstrom feucht, O2-bez.	m³/h	64434	53695	65786	65786
Normvolumenstrom trocken, O2-bez.	m³/h	57464	47886	58670	58670
Kamindurchmesser	m	1,96	1,79	1,97	1,97
Kaminfläche	m²	3,02	2,51	3,05	3,05
Länge des Abgasrohres	m	50,0	50,0	50,0	50,0
Kaminhöhe	m über Grund	44,5	44,5	44,5	44,5
Abgasgeschwindigkeit bei Betriebsvolumenstrom	m/s	22,6	22,6	22,8	22,8

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 29 von 128

Tabelle 4.5: Eingangsgrößen je Quelle für FRA07(Teillastbetrieb).

Eingangsgrößen Angaben Notstromaggregate	Anlage	FRA07	FRA07	FRA07	FRA07
	Quellen	Q1-4, Q7, Q8	Q5	Q6	Q9
	Aggregate pro Quelle	6 x CAT 175-20	5 x CAT 175-20	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 ohne SCR	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 mit SCR
Paramter	Aggregate				
Brennstoff		Heizöl	Heizöl	Heizöl	Heizöl
Feuerungswärmeleistung	kW	41168,96	34307,47	41940,50	41940,50
Brennstoffverbrauch	m³/h oder kg/h	3462,81	2885,68	3527,71	3527,71
Heizwert	kWh/m³ oder kWh/kg	11,89	11,89	11,89	11,89
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol-%	10,8%	10,8%	10,8%	10,8%
Sauerstoffbezugswert	Vol-%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Feuchte im Abgas Betrieb - O2	Vol-%	7,48	7,48	7,50	7,50
Feuchte im Abgas Bezugs - O2	Vol-%	10,817	10,817	10,817	10,817
Raughaskonstante (trocken) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	21,781	21,781	21,709	21,709
Raughaskonstante (feucht) bei Betriebs - O2	m³/m³ oder m³/kg	23,542	23,542	23,469	23,469
Raughaskonstante (trocken) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	13,856	13,856	13,856	13,856
Raughaskonstante (feucht) bei Bezugs - O2	m³/m³ oder m³/kg	15,536	15,536	15,536	15,536
Druck im Betriebsvolumenstrom	hPa	1013,25	1013,25	1013,25	1013,25
Abgastemperatur am Motorauslass	°C	437,00	437,00	429,90	429,90
Abkühlzahl	°C/m	0,30	0,30	0,30	0,30
Temperatur am Kaminauslass	°C	422	422	423	423
Wärmestrom am Kaminauslass	MW	12,69	10,57	12,91	12,91
Betriebsvolumenstrom bei Betriebs-O2	m³/h	207461	172885	210886	210886
Betriebsvolumenstrom bei Bezugs-O2	m³/h	136914	114095	139707	139707
Normvolumenstrom feucht	m³/h	81521	67934	82757	82757
Normvolumenstrom trocken	m³/h	75424	62854	76549	76549
Normvolumenstrom feucht, O2-bez.	m³/h	53800	44833	54808	54808
Normvolumenstrom trocken, O2-bez.	m³/h	47980	39983	48879	48879
Kamindurchmesser	m	1,96	1,79	1,97	1,97
Kaminfläche	m²	3,02	2,51	3,05	3,05
Länge des Abgasrohres	m	50,0	50,0	50,0	50,0
Kaminhöhe	m über Grund	44,5	44,5	44,5	44,5
Abgasgeschwindigkeit bei Betriebsvolumenstrom	m/s	19,1	19,1	19,2	19,2

4.3 Emissionswerte

Für die Anlagenteile gelten die in Tabelle 4.6 aufgelisteten Grenzwerte für die Massenkonzentrationen im Abgas. Es ist eine SCR-Anlage zur Minderung der NO_x-Emissionen vorgesehen.

Tabelle 4.6: Grenzwerte bzw. Emissionswerte für die Anlagenteile (Vollastbetrieb).

Grenzwerte Konzentrationen je Quelle				
		CAT 175-20	Life Safety CAT C 15 ohne SCR	Landlord Critical CAT C 15 mit SCR
	Bewertung nach	44. BImSchV	44. BImSchV	44. BImSchV
	Bezugssauerstoff in Vol.-%	5,0%	5,0%	5,0%
Gasförmige Komponenten				
NO _x angegeben als NO ₂	g/m ³	0,50	4,19	0,50
CO	mg/m ³	459	320	320
SO _x	mg/m ³	7,22	7,22	7,22
NH ₃	mg/m ³	30	0	30
HCHO	mg/m ³	60	60	60
Staub und Staubinhaltsstoffe				
Staub	mg/m ³	50	50	50
Org.St. Kl. I	mg/m ³	60	60	60

Tabelle 4.7: Grenzwerte bzw. Emissionswerte für die Anlagenteile (Teillastbetrieb).

Grenzwerte Konzentrationen je Quelle				
		CAT 175-20 80%	Life Safety CAT C 15 ohne SCR 75%	Landlord Critical CAT C 15 mit SCR 75 %
	Bezugssauerstoff in Vol.-%	5,0%	5,0%	5,0%
Gasförmige Komponenten				
NO _x angegeben als NO ₂	g/m ³	0,50	4,47	0,50
CO	mg/m ³	748	255	255
SO _x	mg/m ³	7,22	7,22	7,22
NH ₃	mg/m ³	30	0	30
HCHO	mg/m ³	60	60	60
Staub und Staubinhaltsstoffe				
Staub	mg/m ³	50	50	50
Org.St. Kl. I	mg/m ³	60	60	60

4.4 Bestimmung der Emissionsmassenströme aller Quellen

Aus den Volumenströmen gemäß Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 und den Grenzwerten gemäß Tabelle 4.6 ergeben sich folgende Emissionsmassenströme:

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 31 von 128

Tabelle 4.8: Emissionsquellstärken in kg/h bei Ausschöpfung der Grenzwerte im Volllastbetrieb.

Emissionsmassenstrom je Quelle, in kg/h					Q1-4, Q7, Q8	Q5	Q6	Q9	
Gasförmige Komponenten	Bagatellmassenstrom	CAT 175-20	Life Safety CAT C 15 ohne SCR	Landlord Critical CAT C 15 mit SCR	6 x CAT 175-20	5 x CAT 175-20	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 ohne SCR	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 mit SCR	Summe
NO _x	15	4,789	5,047	0,603	28,732	23,943	33,293	29,335	258,962
NO ₂ Ausbreitung 1)		0,479	0,505	0,060	2,873	2,394	3,329	2,933	25,896
NO		2,811	2,962	0,354	16,864	14,054	19,541	17,218	151,999
NO _x als NO ₂ Schornsteinhöhe 2)		3,065	3,230	0,386	18,388	15,324	21,307	18,774	165,736
CO		4,396	0,386	0,386	26,376	21,980	26,780	26,780	233,795
SO ₂	15	0,069	0,009	0,009	0,415	0,346	0,424	0,424	3,682
NH ₃		0,287	0,000	0,036	1,724	1,437	1,728	1,760	15,268
HCHO		0,575	0,072	0,072	3,448	2,873	3,520	3,520	30,600
Staub und Staubinhaltsstoffe									0,000
Staub	1	0,479	0,060	0,060	2,873	2,394	2,933	2,933	25,500
Org.St. Kl. I		0,575	0,072	0,072	3,448	2,873	3,520	3,520	30,600

Tabelle 4.9: Emissionsquellstärken in kg/h bei Ausschöpfung der Grenzwerte im Teillastbetrieb.

Emissionsmassenstrom je Quelle, in kg/h					Q1-4, Q7, Q8	Q5	Q6	Q9	
Gasförmige Komponenten	Bagatellmassenstrom	CAT 175-20 80%	Life Safety CAT C 15 ohne SCR 75%	Landlord Critical CAT C 15 mit SCR 75%	6 x CAT 175-20	5 x CAT 175-20	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 ohne SCR	6 x CAT 175-20 1 x CAT C15 mit SCR	Summe
NO _x	15	3,998	4,022	0,450	23,990	19,992	27,593	24,440	215,965
NO ₂ Ausbreitung 1)		0,400	0,402	0,045	2,399	1,999	2,759	2,444	21,596
NO		2,347	2,361	0,264	14,081	11,734	16,196	14,345	126,762
NO _x als NO ₂ Schornsteinhöhe 2)		2,559	2,574	0,288	15,354	12,795	17,660	15,641	138,218
CO		5,982	0,229	0,229	35,894	29,912	36,175	36,175	317,625
SO ₂	15	0,058	0,006	0,006	0,346	0,289	0,353	0,353	3,073
NH ₃		0,240	0,000	0,027	1,439	1,200	1,443	1,466	12,745
HCHO		0,480	0,054	0,054	2,879	2,399	2,933	2,933	25,537
Staub und Staubinhaltsstoffe									
Staub	1	0,400	0,045	0,045	2,399	1,999	2,444	2,444	21,281
Org.St. Kl. I		0,480	0,054	0,054	2,879	2,399	2,933	2,933	25,537

- 1) In der Regel liegt der NO₂-Anteil des Gemisches zwischen 5 % und 10 %. Als konservativer Ansatz wird im vorliegenden Fall ein NO₂-Anteil von 10 % angenommen. Als NO-Gehalt resultiert somit eine Emissionsrate von $0,9 \cdot 30/46 \cdot \text{NO}_x$.
- 2) Für die Schornsteinhöhenberechnung wird zusätzlich ein Umsetzungsfaktor von NO zu NO₂ auf dem Ausbreitungsweg in der Atmosphäre angenommen, der in der Ausbreitungsrechnung durch die Modellphysik abgedeckt ist. Daher ist bei der Bestimmung des NO₂-Wertes für die Schornsteinhöhenberechnung folgender Ansatz zu berücksichtigen: Die Emissionsmassenströme Q in kg/h werden unter Verwendung der Grenzwerte nach Genehmigungsbescheid / TA Luft bestimmt. Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60 % zu Stickstoffdioxid zugrunde zu legen. Hiermit und mit einem Erfahrungswert für die Abgaszusammensetzung an der Schornsteinmündung von

$$Q_{(\text{NO})} / Q_{(\text{NO}_2)} = 90 \% / 10 \%$$

beträgt der bei der Schornsteinhöhenberechnung zu berücksichtigende Stickstoffdioxidmassenstrom

$$Q_{(\text{NO}_2)} = Q_{(\text{NO}_x)} \cdot (0,1 + 0,6 \cdot 0,9).$$

Die Bagatellmassenströme sind für die Stoffe NO_x und Gesamtstaub überschritten.

4.5 Zeitlich variable Emissionen

Es wird für die Berechnung konservativ angenommen, dass die Anlage 8760 h pro Jahr in Betrieb ist. Anschließend wird gemäß Leitfaden [1] ermittelt, bei welcher Betriebsstundenzahl pro Jahr sowohl die Irrelevanzschwellen als auch die Kurzzeitwerte eingehalten sind.

5 Bestimmung der Schornsteinmindestbauhöhe nach TA Luft 2021

Nach TA Luft 2021 ([7]) erfolgt die Kaminhöhenberechnung in folgenden Schritten:

- (1) Anforderungen für die freie Abströmung und ausreichenden Verdünnung der Abgase nach VDI 3781 Blatt 4 [8],
- (2) Berechnung der Mindestkaminhöhe zur Einhaltung der S-Werte (TA Luft 2021 Nr.5.5.2.2, Programm BestAL 1.0),
- (3) Berücksichtigung der mittleren Bebauung und des Bewuchses im Beurteilungsgebiet (TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.3),
- (4) Berechnung der erforderlichen Schornsteinhöhe aufgrund der Geländeform nach TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.3 (15°-Regel für Geländehorizont).

Diese vier Punkte stellen unterschiedliche Anforderungen an die Kaminhöhe. Die höchste der so berechneten Kaminhöhen ist die erforderliche Schornsteinhöhe nach TA Luft Nr. 5.5.

Interpretationsfragen zur TA Luft Nr. 5.5 und der VDI 3781 Bl. 4 wurden im „Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung“ [2] des LAI behandelt.

Bei unverhältnismäßig hohen Anforderungen an die Kaminhöhe können nach TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.2 geringere Kaminhöhen gestattet werden, wenn die Unschädlichkeit nachgewiesen ist. Für Rechenzentren und NDMA wird die im Leitfaden [1] dargestellte Vorgehensweise beachtet.

Details der Schornsteinhöhenberechnung sind im Anhang 8A 3 genannt.

5.1 Berechnung der Kaminhöhe nach TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.1

Die Bestimmung der erforderlichen Kaminhöhe zur Einhaltung des ungestörten Abtransportes und der ausreichenden Verdünnung soll gemäß VDI Richtlinie 3781 Bl. 4 [8] erfolgen.

5.1.1 Mindestkaminhöhe nach VDI 3781 Bl. 4

Nahe stehende hohe Einzelgebäude und Dachaufbauten können die Strömung negativ beeinflussen, so dass die freie Ableitung der Abluft nicht mehr gewährleistet ist. TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.2 schlägt zur Bewertung der freien Abströmung die Richtlinie VDI 3781 Bl. 4 [8] vor. Die Bestimmung der Mündungshöhe unterteilt sich in VDI 3781 Bl. 4 in die Berechnung der Mindestkaminhöhe für den ungestörten Abtransport der Abgase (Kap 6.2) und für die ausreichende Verdünnung der Abgase (Kap 6.3). Details der Berechnung sind im Anhang 8A 3 dargestellt.

5.1.1.1 Mindestkaminhöhe für das Gebäude mit Abgasableitinrichtung

Nach VDI 3781 Blatt 4 [8] hängt die notwendige Mündungshöhe von den Abmessungen der Rezirkulationszone eines Gebäudes und der Position der Abgasableitinrichtung ab. Die Mündung der Abgasableitinrichtung muss außerhalb der Rezirkulationszone eines Gebäudes liegen.

Nachfolgend sind die Werte von H_{S1} , $H_{A1,F}$ und H_{A1} für das geplante Gebäude zusammengefasst.

Dabei beziehen sich die Angaben H_{S1} , $H_{A1,F}$ und H_{A1} jeweils auf die Höhe über First.

Als relevante Gebäude wird das Rechenzentrumsgebäude von FRA07 selbst betrachtet:

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 33 von 128

Tabelle 5.1: Mindestkaminhöhe für die Abgasableitungseinrichtung am Gebäude.

Beschreibung	Parameter	CHQ FRA07
Firsthöhe	H_{First}	28,6 m
Additiver Term	$H_{\text{Ü}}$	3,0 m
Breite Gebäudeschmalseite	b	80,7 m
Abstand Kamin-First	a	0,0 m
Dachneigungswinkel	α	0,0°
Höhe des Dachs ab Traufe	H_{Dach}	0,0 m
Traufhöhe	H_{Traufe}	28,6 m
Hilfsgrößen f. Berechnung	H_1	14,7 m
	H_2	14,7 m
	ν	0,0°
	f	0,00
	H_{S1}	14,7 m
	$H_{A1,F}$	15,2 m
	H_{A1}	17,7 m
Kaminhöhe über First, $\min(H_{A1}, H_{A1,F})$	H'	15,2 m
Kaminhöhe über Grund $\min(2 \cdot H_{\text{First}}, H_{\text{First}} + H')$	H	43,8 m

5.1.1.2 Mindestkaminhöhe aufgrund vorgelagerter Bebauung

In der VDI Richtlinie 3781 Blatt 4 [8] wird für den ungestörten Abtransport der Abgase eine Rezirkulationszone definiert, in der im Lee von vorgelagerten Gebäuden oder Dachaufbauten Abgase zum Boden hinuntergemischt werden können. Die Ausdehnung der Rezirkulationszone an der windabgewandten Seite wird berechnet.

Als vorgelagertes Gebäude wird ebenfalls das Rechenzentrumsgebäude inkl. Schallschutzwand bewertet. Damit ergeben sich unter Berücksichtigung der Gebäudeausdehnung folgende Parameter.

Tabelle 5.2: Parameter der Kaminhöhenberechnung nach VDI 3781 Bl. 4 für vorgelagerte Bebauung.

Beschreibung	Parameter	CHQ FRA07 Lärmschutzwand
Gebäude mit Kamin	H_{First}	28,6 m
Entfernung Gebäude-Quelle	l_A	0,0 m
Firsthöhe vorgelagertes Gebäude	$H_{\text{First},V}$	29,0 m
Breite Schmalseite	b_V	80,7 m
Länge der Längsseite	l_V	140,1 m
Winkel zw. Verbindungsline	β	89,0°
Höhendiff. vorgelagertes Gebäude	ΔH	0,0 m
Effektive Gebäudelänge	l_{Eff}	141,5 m
Länge der Rezirkulationszone	l_Z	111,5 m
Quelle in Rezirkulationszone?		Ja
Hilfsgrößen f. Berechnung	p	1,00
	H_{S2}	12,7 m
	$H_{2,V}$	12,3 m
Mindesthöhe ü. First	H_{A2}	15,7 m
Quellhöhe ü. Gr.	H	44,3 m

5.1.1.3 Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung gemäß VDI 3781 Blatt 4 Kap. 6.3

Im vorliegenden Fall ist von einem Einwirkungsbereich von 50 m und einer Höhe über dem Bezugsniveau von 5 m auszugehen (s. Anhang 8A 3.3).

Im Einwirkungsbereich liegen keine Räume mit Fensteroberkanten höher als 5 m unterhalb der Höhe der Kaminmündungen, in denen sich dauerhaft Menschen aufhalten. Daher ist keine weitere Korrektur erforderlich.

5.1.2 Berechnung der Kaminhöhe nach TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.2

Die Berechnung der Kaminhöhen wird nach den Vorgaben der TA Luft 2021 durchgeführt. Als Hilfsmittel wird das Programm BestAL 1.0.1 eingesetzt.

Die Bestimmung der Höhen für Einzelkamine wird mit Hilfe des Programms Besmin 1.0.1 durchgeführt. Sie wird für alle relevanten Luftschadstoffe durchgeführt.

Die Berücksichtigung der Abgasfahnenüberhöhung erfolgt gemäß TA Luft 2021 nach VDI 3945 Bl. 3. Die Kaminzusammenfassung und Anforderungen an die Validität des Fahnenüberhöhungsmodells erfolgt nach Richtlinie VDI 3782 Bl. 3 [9]. Eine detaillierte Prüfung wird in Anhang 8A 5 dargestellt.

Die Berechnung wird nur für die Generatorkombination mit den höchsten NO_x-Emissionen (QUE_6) im Volllastbetrieb durchgeführt.

Tabelle 5.3: Parameter und Ergebnisse der Schornsteinhöhenberechnung für Einzelkamine nach TA Luft 2021, aus Besmin 1.0.1.

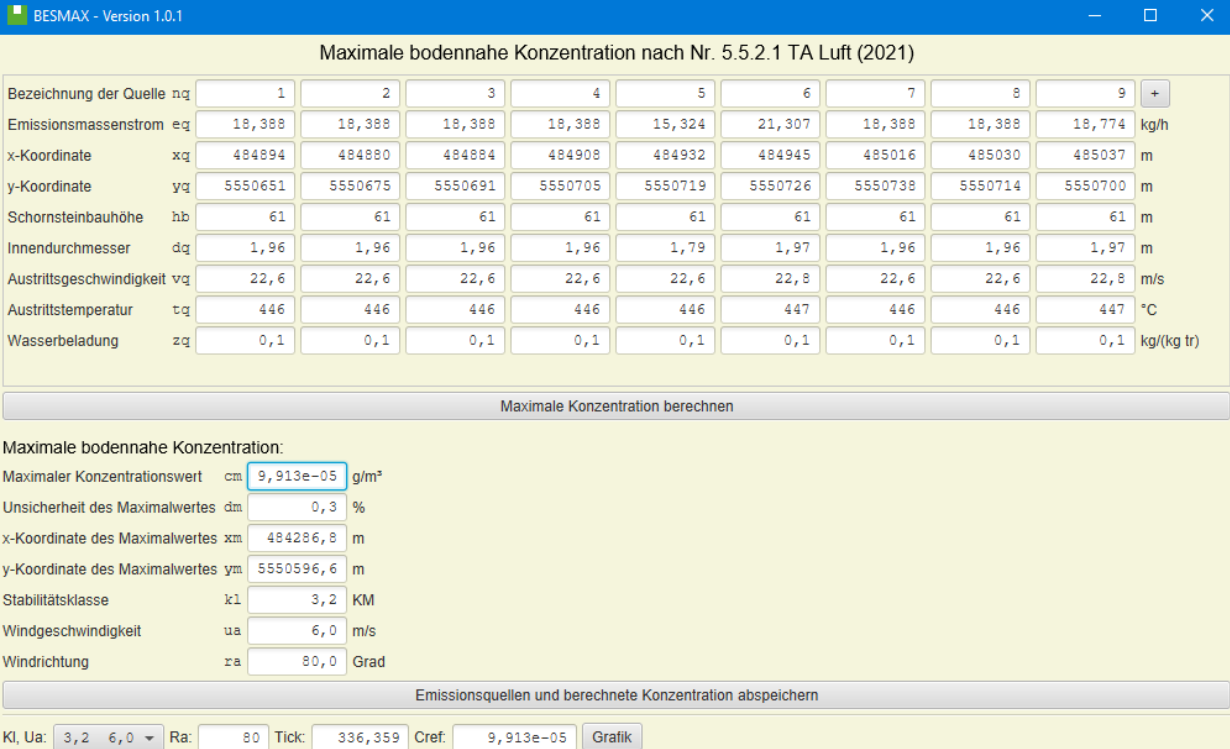
[illegible]

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 35 von 128

Die Überlagerung der Fahnen wird mit Hilfe des Programms Besmax 1.0.1 (für Kamingruppen) durchgeführt.

Tabelle 5.4: Parameter und Ergebnisse der Schornsteinhöhenberechnung für Kamingruppen nach TA Luft 2021, aus Besmax 1.0.1.



BESMAX - Version 1.0.1

Maximale bodennahe Konzentration nach Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021)

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Emissionsmassenstrom	eq	18,388	18,388	18,388	18,388	15,324	21,307	18,388	18,388	18,774	kg/h
x-Koordinate	xq	484894	484880	484884	484908	484932	484945	485016	485030	485037	m
y-Koordinate	yq	5550651	5550675	5550691	5550705	5550719	5550726	5550738	5550714	5550700	m
Schornsteinbauhöhe	hb	61	61	61	61	61	61	61	61	61	m
Innendurchmesser	dq	1,96	1,96	1,96	1,96	1,79	1,97	1,96	1,96	1,97	m
Austrittsgeschwindigkeit	vq	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,8	22,6	22,6	22,8	m/s
Austrittstemperatur	tq	446	446	446	446	446	447	446	446	447	°C
Wasserbeladung	zq	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	kg/(kg tr)

Maximale Konzentration berechnen

Maximale bodennahe Konzentration:

Maximaler Konzentrationswert cm **9,913e-05** g/m³

Unsicherheit des Maximalwertes dm 0,3 %

x-Koordinate des Maximalwertes xm 484286,8 m

y-Koordinate des Maximalwertes ym 5550596,6 m

Stabilitätsklasse kl 3,2 KM

Windgeschwindigkeit ua 6,0 m/s

Windrichtung za 80,0 Grad

Emissionsquellen und berechnete Konzentration abspeichern

Kl, Ua: 3,2 6,0 Ra: 80 Tick: 336,359 Cref: 9,913e-05 Grafik

Bei einer Kaminhöhe von 61 für den neuen Kamin würde der S-Wert des Stoffs NO₂ nicht überschritten.

5.1.3 Berücksichtigung von Bewuchs und Bebauung nach TA Luft (2021)

Gemäß Kap. 5.5.2.3 ist der Bewuchs und die Bebauung zu berücksichtigen. Innerhalb eines Kreises des 15fachen der höchsten Schornsteinhöhe ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der 5 Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Einzelstehende höhere Objekte werden hierbei nicht berücksichtigt.

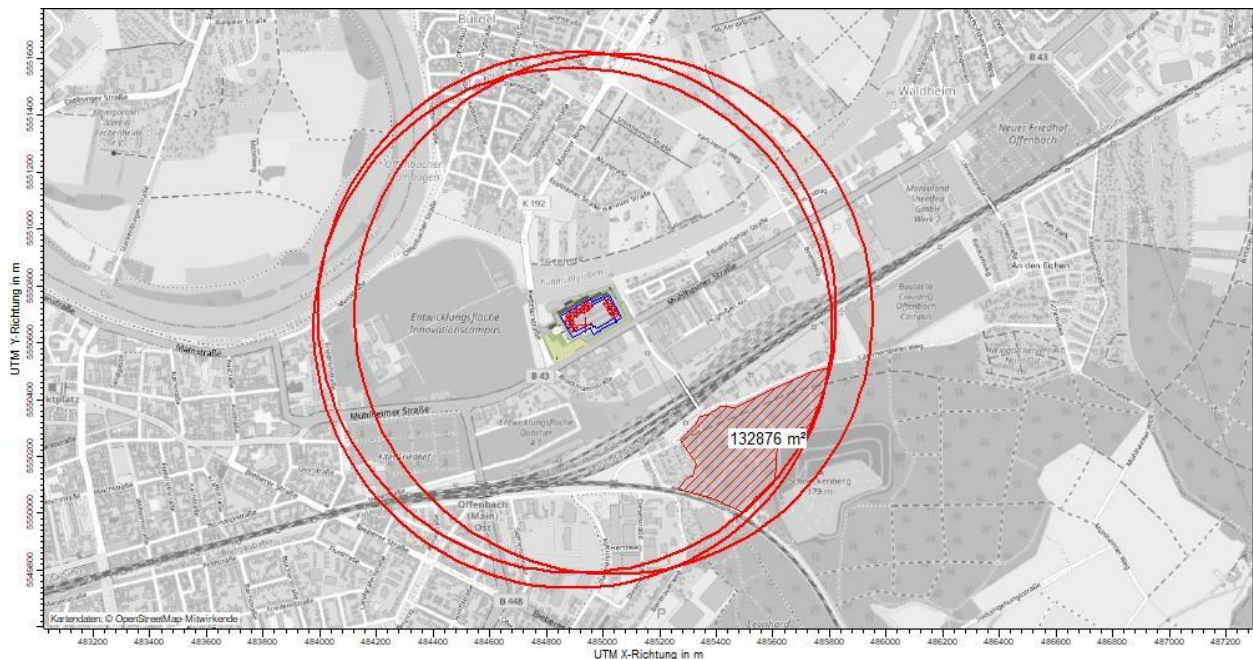


Abbildung 5.1: Flächen mit Bewuchs (rot, Wald) innerhalb des Beurteilungsgebiets für Bewuchs und Bebauung.

Innerhalb des Kreises mit der 15fachen Schornsteinhöhe liegt für alle Kamine ein Waldgebiet mit hohen Bäumen. Die obige Darstellung zeigt, dass selbst bei den Kaminen, die am weitesten vom Waldgebiet entfernt liegen, der Flächenanteil des Waldgebietes 5 % der Kreisfläche übersteigt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass dieser Bereich auch für alle anderen Kamine den maßgebenden Zuschlag darstellt.

Tabelle 5.5: Flächengröße und -anteil von Gebieten mit geschlossener Bebauung und Bewuchs.

	Flächen	Anteil
Kreisfläche	2630220 m ²	
W1	132876 m ²	5,1%

Im vorliegenden Fall wird ein Immissionsniveau von 25 m aufgrund des Waldgebiets festgesetzt.

5.1.4 Berücksichtigung der Geländeform nach TA Luft (2021)

Gemäß Kap. 5.5.2.3 der TA Luft 2021 ist die Kaminhöhe wegen der Geländeform zu erhöhen, wenn sich der Geländehorizont von der Kaminmündung aus gesehen in einem mindestens 20° breiten Winkel um mehr als 15° über den ebenen Horizont erhebt.

Das ist nicht der Fall. Hier wäre folglich keine durch die Geländeform bedingte Kaminhöhenkorrektur erforderlich.

5.2 Zusammenfassung aller Kriterien zur Bestimmung der Schornsteinmindestbauhöhe

Tabelle 5.6: Kaminhöhe auf Basis der in den oben Kapiteln berechneten Anforderungen.

Berechnungsart	Kaminhöhe in m
	QUE_1 – QUE_9
Nach TA Luft 2021	
TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.1 (Gebäude), nachfolgend VDI 3781 Bl. 4	43,8 m
TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.1 (Nachlauf vorgelegertes Gebäude), nachfolgend VDI 3781 Bl. 4	44,5 m
TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.1 VDI 3781 Blatt 4 (ausreichende Verdünnung)	Nicht relevant
TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.2 (Ausbreitungsrechnung Maximalkonzentration Besmin)	16,9 m
TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.2 (Ausbreitungsrechnung Maximalkonzentration Besmax)	61,0 m
TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.3 (Bewuchs und Bebauung)	86,0
TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.3 (Gelände)	Nicht relevant

Nach der neuen TA Luft (2021) Nr. 5.5 ergibt sich nach eine Mindestbauhöhe für die Kamine von 86,0 m über Grund. Dieses Ergebnis kommt durch die Berechnung nach Besmax unter Berücksichtigung von Bewuchs zustande. Aufgrund der geringen Betriebsstundenzahl der nur dem Notbetrieb dienenden Motoren ist eine Kaminhöhe von 86,0 m unverhältnismäßig. Daher soll mit der im HLNUG/RP Darmstadt-Leitfaden festgelegten Methode die Unschädlichkeit des Vorhabens bei Kaminhöhen von 44,5 m über Grund nachgewiesen werden. Die Höhe von 44,5 m wird festgesetzt, weil die Kaminöffnungen sich dann nicht in der Wirbelzone von Gebäuden befinden.

In der nachfolgend dargestellten Immissionsprognose wird gemäß den Vorgaben des Leitfadens geprüft, ob bei der geplanten Kaminhöhe von 44,5 m über Grund schädliche Umwelteinwirkungen zu erwarten sind.

6 Immissionsprognose

6.1 Berechnungsmethode

Für die Immissionsprognosen wurde das Rechenprogramm AUSTAL in der aktuellen Version 3.2 [10] eingesetzt. Im Anhang 2 der im Dezember 2021 in Kraft getretenen TA Luft 2021 [7] wird für die Ausbreitungsrechnung ein Lagrange'sches Partikelmodell nach Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 [11] festgelegt. Das Rechenprogramm AUSTAL wurde als beispielhafte Umsetzung der TA Luft 2021 Anhang 2 zusammen mit einer Dokumentation im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt.

6.1.1 Durchgeführte Berechnungsvarianten

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden mehrere Berechnungsvarianten durchgeführt.

Tabelle 6.1: Berechnungsvarianten.

	Windmodell	Bezeichnung	Parameter / Beschreibung
Variante 1	TALDIA	Plan-Zustand	Notbetrieb – Volllast
Variante 2	TALDIA	Plan-Zustand	Notbetrieb – Teillast
Variante 3	TALDIA	Plan-Zustand	Wartung – Volllast
Variante 4	TALDIA	Plan-Zustand	Wartung – Teillast

Variante 1: Die erste Berechnung wird für den Volllastbetrieb aller Generatoren von FRA07 auf Basis von AUSTAL3 durchgeführt. Diese Untersuchung dient der Ermittlung der Zusatzbelastung aller relevanten Schadstoffe. Auf Basis der Ergebnisse bei der Auswertung der Rechenergebnisse wird geprüft, ob eine Zeitreihenauswertung an einzelnen Immissionsorten notwendig wird. Zusätzlich dient die Variante der Ermittlung der Stickstoffdeposition und des Säureeintrages auf dem Gelände des nächstgelegenen FFH-Gebietes bzw. geschütztem Biotops. Hierfür wird die Gesamtdosition für NO_x, NO₂, NO, NH₃ und SO₂ berechnet. Aus den Depositionswerten für NH₃, NO₂ und NO erfolgt in einer weiteren Berechnung die Bestimmung der Stickstoff-Deposition. Aus den Depositionswerten von SO₂ wird mittels einer weiteren Berechnung die Schwefel-Deposition ermittelt. Die Zusammenführung von N- und S-Deposition erlaubt dann die Bestimmung des Säureäquivalentes.

Variante 2: Wie Variante 1, allerdings für den Teillastbetrieb von FRA07.

Variante 3: Diese Berechnung wird für den Wartungsbetrieb im Volllastbetrieb durchgeführt. .

Variante 4: Wie Variante 3, allerdings für den Teillastbetrieb von FRA07.

6.2 Eingabedaten

6.2.1 Modellgebiete - Rechengitter

Das Beurteilungsgebiet nach TA Luft umfasst eine Region, deren Radius größer oder gleich dem 50fachen der höchsten Kaminhöhe ist. Das Beurteilungsgebiet zur Prüfung der FFH-Verträglichkeit umfasst das Gebiet innerhalb der Isolinien für die Abschneidekriterien von Stickstoff- und Säureeintrag und ist häufig größer als das Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Das Modellgebiet (Ausdehnung des Rechenmodells) sollte die jeweiligen Beurteilungsgebiete umfassen. Falls kein Schornstein vorhanden ist, sollte der Radius des Beurteilungsgebiets mindestens 1 km betragen.

Für die Berechnung wurde ein 5fach geschachteltes Rechengitter verwendet.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 39 von 128

In den folgenden Tabellen sind die Ausdehnungen beider Rechengitter dargestellt.

Tabelle 6.2: Modellgebiet.

Modellgebiet		
Rechte untere Ecke	UTMx in m	32 U 477772
	UTMy in m	5544031
Linke obere Ecke	UTMx in m	32 U 492236
	UTMy in m	5557343
Länge W-O	m	14464
Länge S-N	m	13312

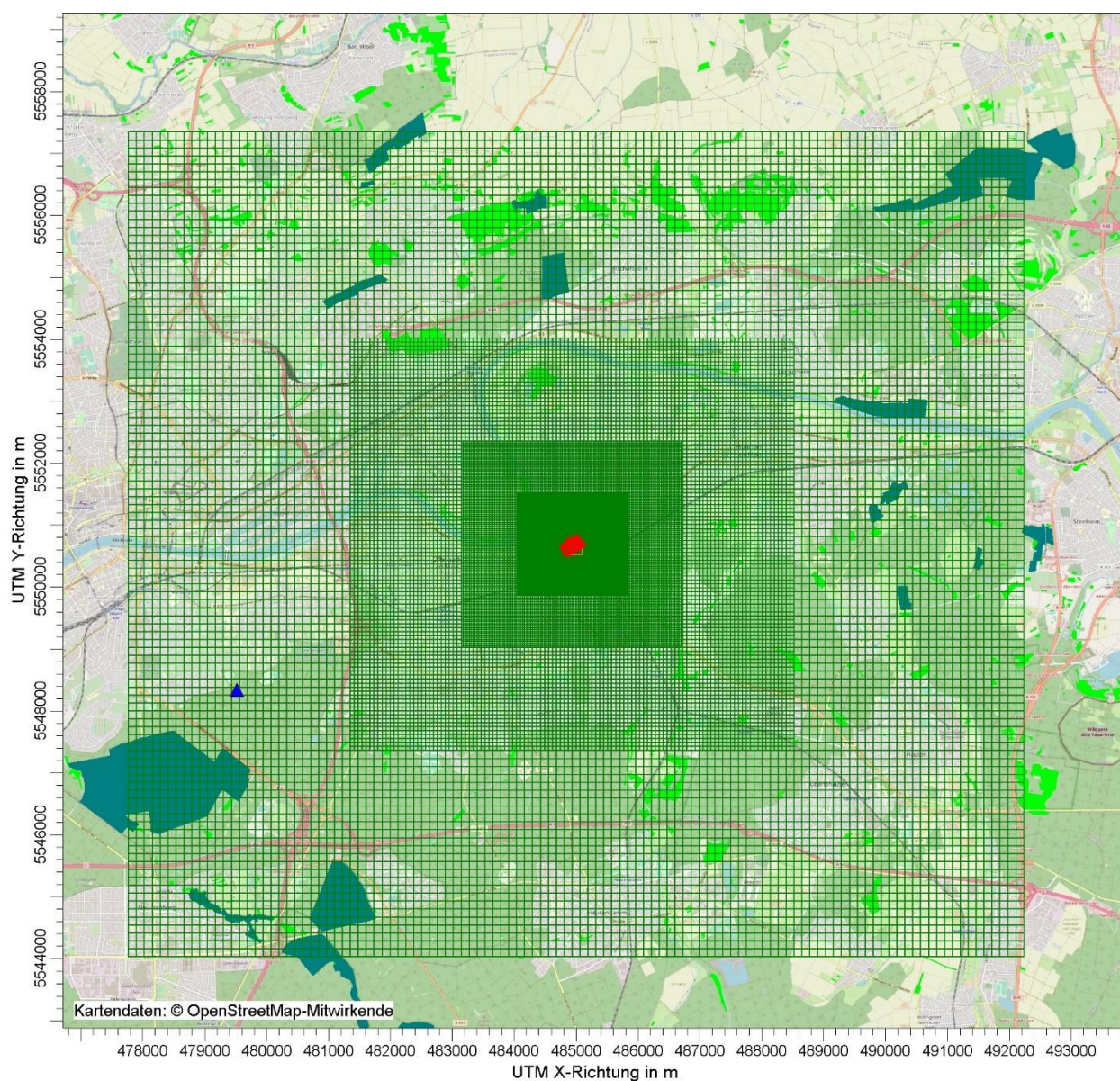


Abbildung 6.1: Lage der FFH-Gebiete (rot) und geschützten Biotope (grün) im Rechengebiet (grüne Rechtecke für die Ränder des geschachtelten Rechengitters).

Tabelle 6.3: Informationen zum Rechengitter (evtl. Varianten).

Gitterstufe	UTMx in m	UTMy in m	Gitterweite in m	nx	ny	nz
1	32 U 484492	5550271	8	112	104	32
2	32 U 484044	5549855	16	112	104	32
3	32 U 483148	5549023	32	112	104	32
4	32 U 481356	5547359	64	112	104	32
5	32 U 477772	5544031	128	112	104	32

¹⁾ bezogen auf den linken unteren (südwestlichen) Eckpunkt des Modellgitters. Die Angaben beziehen sich auf UTM Zone 32.

Tabelle 6.4: Vertikales Gitter.

Schicht	Höhe der Fläche in m über Grund	Schicht	Höhe der Fläche in m über Grund
1	0	20	65
2	3	21	100
3	6	22	150
4	9	23	200
5	12	24	300
6	15	25	400
7	18	26	500
8	21	27	600
9	24	28	700
10	27	29	800
11	30	30	1000
12	33	31	1200
13	36	32	1500
14	39	33	
15	42	34	
16	45	35	
17	48	36	
18	51	37	
19	54	38	

6.2.2 Qualitätsstufe

Als Lagrange-Partikelmodell besitzt AUSTAL 3.1 eine statistische Unsicherheit. Falls die Anforderungen aus Kap. 6.2.11 nicht erfüllt sind, ist die Anzahl der berechneten Partikel zu erhöhen. Der Parameter **qs** bestimmt die Qualitätsstufe (**qs** = 0: Rechnung mit 63 Mio. Partikeln). Die Erhöhung von **qs** um 1 verdoppelt jeweils die Anzahl der Teilchen. Dabei ist zu erwarten, dass die statistische Unsicherheit bei Erhöhung von **qs** um eine Stufe um den Faktor $1/\sqrt{2}$ sinkt. Im vorliegenden Fall wird **qs**=0 gewählt.

6.2.3 Berücksichtigung der Orographie und der Rauigkeit

Unebenes Gelände muss bei der Immissionsprognose berücksichtigt werden, wenn innerhalb des Rechengebietes Geländesteigungen vorkommen, die größer als 1:20 sind oder Höhendifferenzen im Untersuchungsgebiet auftreten, die größer sind als das 0,7fache der Schornsteinhöhe. Beide Kriterien sind im vorliegenden Fall gegeben. Geländeunebenheiten können mit einem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes das Verhältnis 1:5 nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können oder diese implizit in den verwendeten Wetterdaten enthalten sind (vgl. Kapitel 6.2.5).

Der maximale Divergenzfehler beträgt 0,04 und liegt unter der Anforderung von 0,05 ([10]).

Geländemodell

Das digitale Geländemodell wurde auf Grundlage der **Shuttle Radar Topography Mission** (SRTM)-Daten des **US Geological Survey** (USGS) [12] (1 Bogensekunde Auflösung, entspricht ca. 30 m Auflösung) erstellt. Die dem Modellgebiet zugrunde liegende Geländehöhen sind in Abbildung 6.2 dargestellt. Die Lage der Gitter im Geländemodell ist in ebenfalls in Abbildung 6.2 abgebildet.

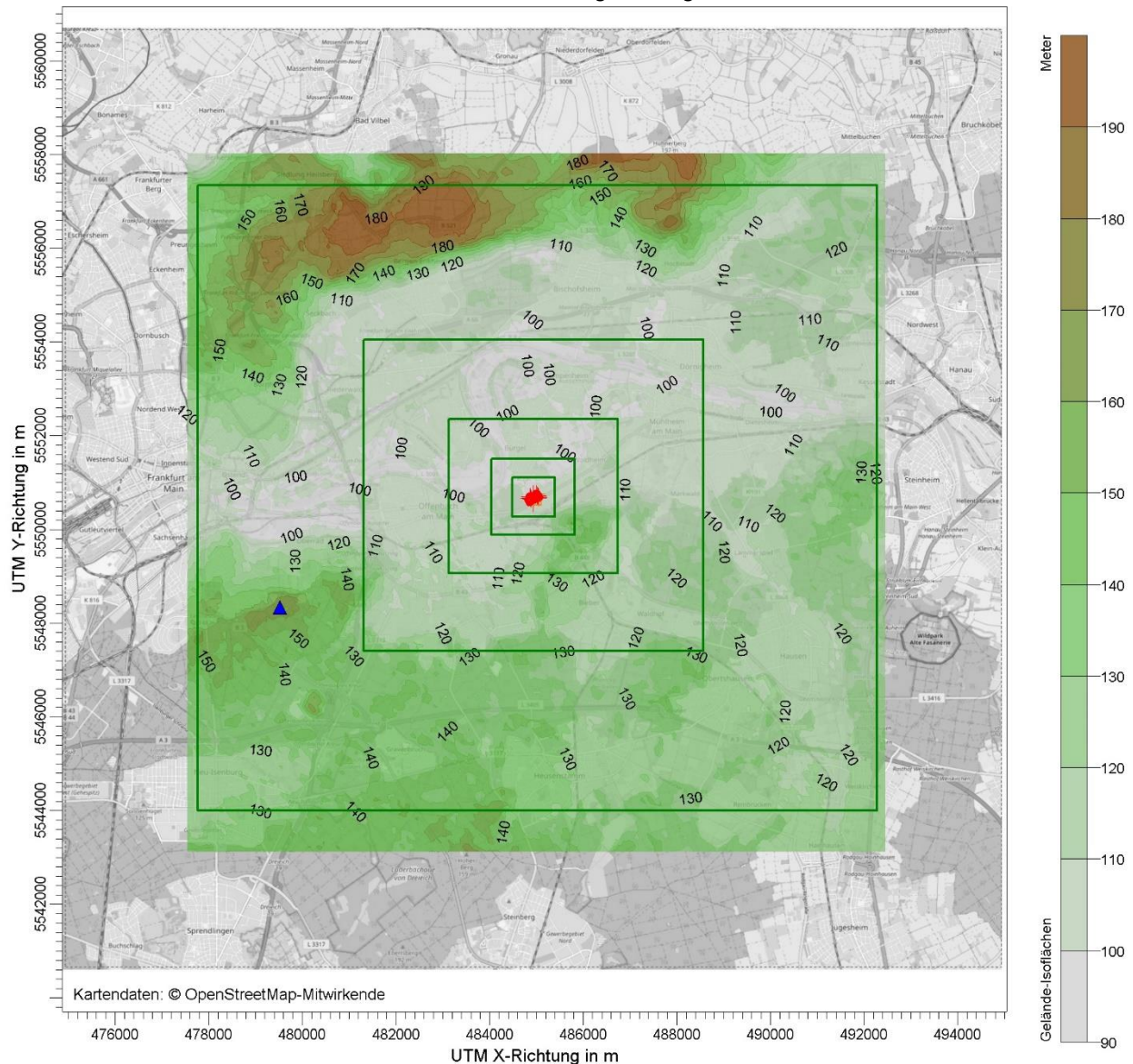


Abbildung 6.2: Digitales Geländemodell und Ränder des geschachtelten Rechengitters für Varianten 1,2,3 und 4.

Geländesteigung

Die Geländesteigung liegt überall im Rechengebiet unter 20%. Damit ist die Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells sachgerecht.

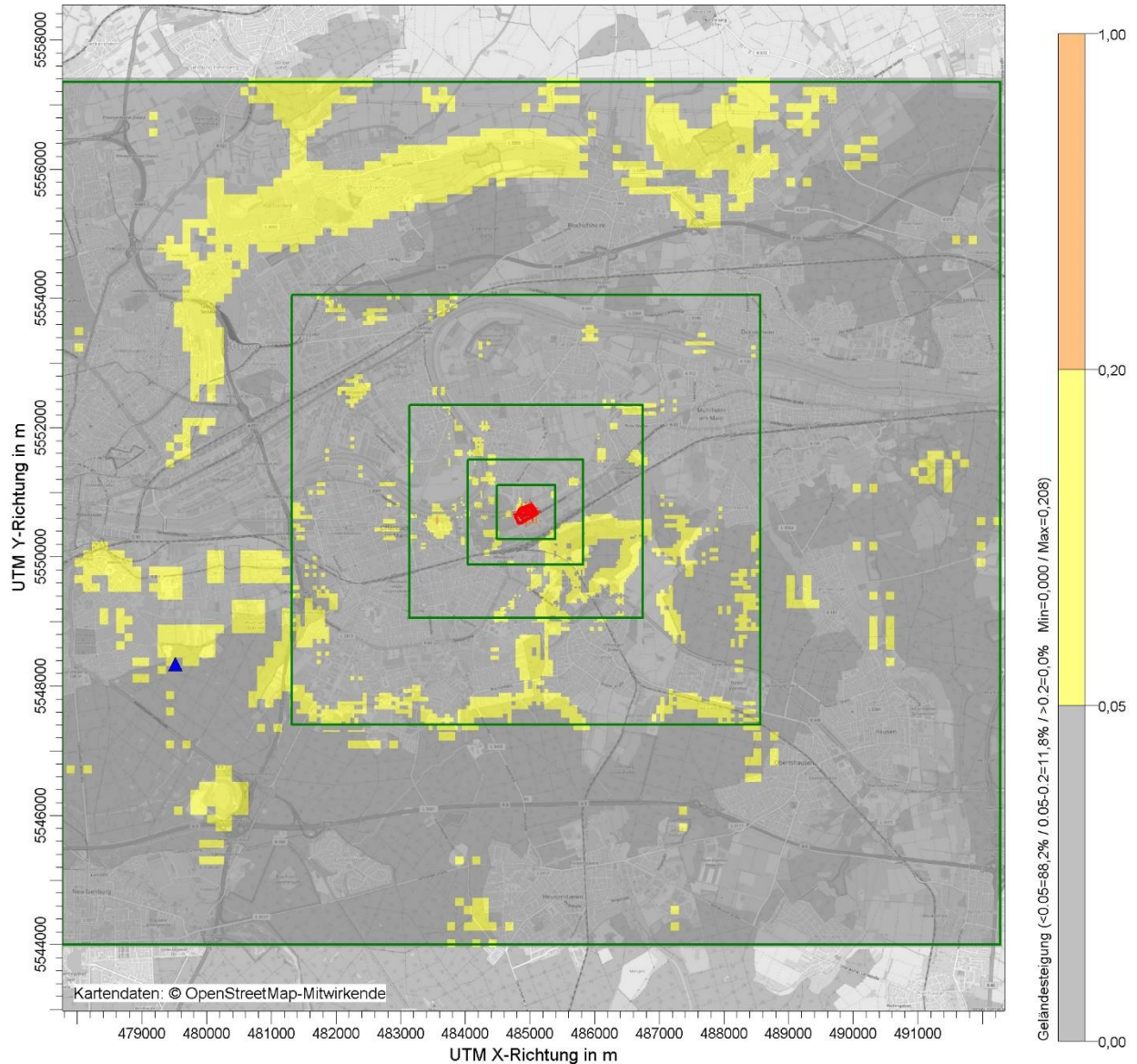


Abbildung 6.3: Geländesteigung im Modellgebiet (auf Basis der Gitterzellen).

Rauigkeitslänge

Die Rauigkeitslänge wird aus den CORINE-Daten [13] und der nationalen Weiterentwicklung LBM-DE des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie bestimmt. Nach Vorgabe der TA Luft 2021 Anhang 2 Nr. 6 ist sie für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Radius das 15fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt. Sie beträgt nach Rundung 0,5 m, was aufgrund der Lage im Stadtgebiet plausibel ist (s. **Abbildung 6.4**).

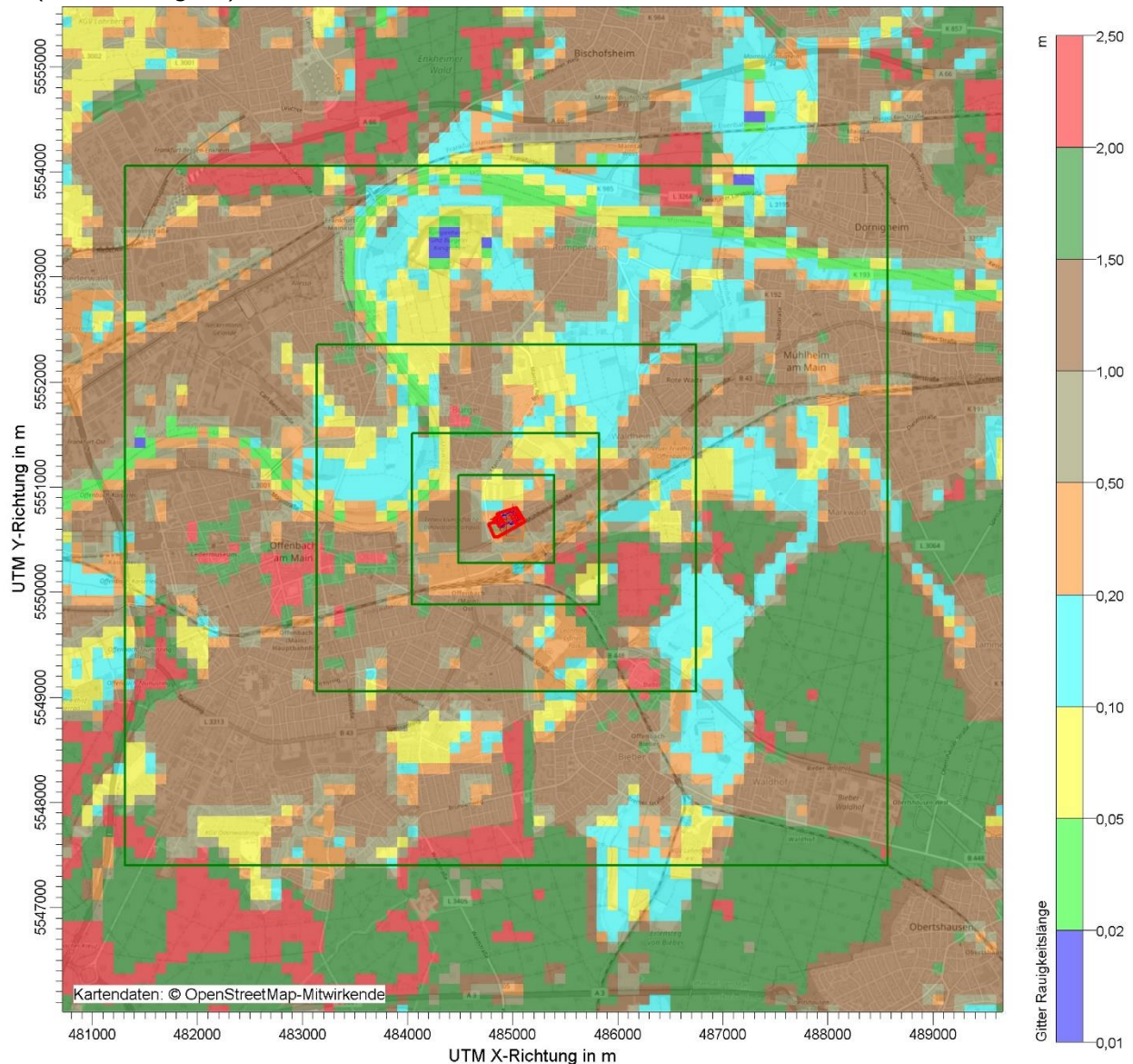


Abbildung 6.4: Rauigkeitslängen aus dem CORINE-Landnutzungskataster.

6.2.4 Berücksichtigung von Bebauung

Gemäß Anhang 2 Nr. 11 der TA Luft gilt:

„Einflüsse von Bebauung auf die Immission im Rechengbiet sind zu berücksichtigen. Für die folgende Betrachtung können Gebäude, deren Entfernung vom Schornstein größer als das Sechsfache ihrer Höhe und größer als das Sechsfache der Schornsteinbauhöhe ist, vernachlässigt werden.

Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7-fache der Gebäudehöhen, ist die Berücksichtigung der Bebauung durch eine geeignet gewählte Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe ausreichend. Bei geringerer Schornsteinbauhöhe kann folgendermaßen verfahren werden:

Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellennahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen, siehe Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden. Anderenfalls sollte hierfür der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung, das den Anforderungen Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (Ausgabe Mai 2017) genügt, geprüft werden.

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

Es werden alle Gebäude in der Umgebung digitalisiert, deren Abstand zu einem der Kamine kleiner als das 6fache der Kaminhöhe ist und für die die Schornsteinhöhe weniger als das 1,7fache ihrer Höhe beträgt (siehe Abbildung 6.5).



Abbildung 6.5: Digitalisierte Gebäude in der Umgebung der Anlage.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 45 von 128

6.2.5 Meteorologische Daten

Als übertragbare Station wurde die DWD-Station „Offenbach“ ermittelt. Als repräsentatives Jahr wurde das Jahr 2012 bestimmt.

Windrose (a), Ausbreitungsklassenrose (b) sowie Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen (c) werden im Folgenden grafisch dargestellt:

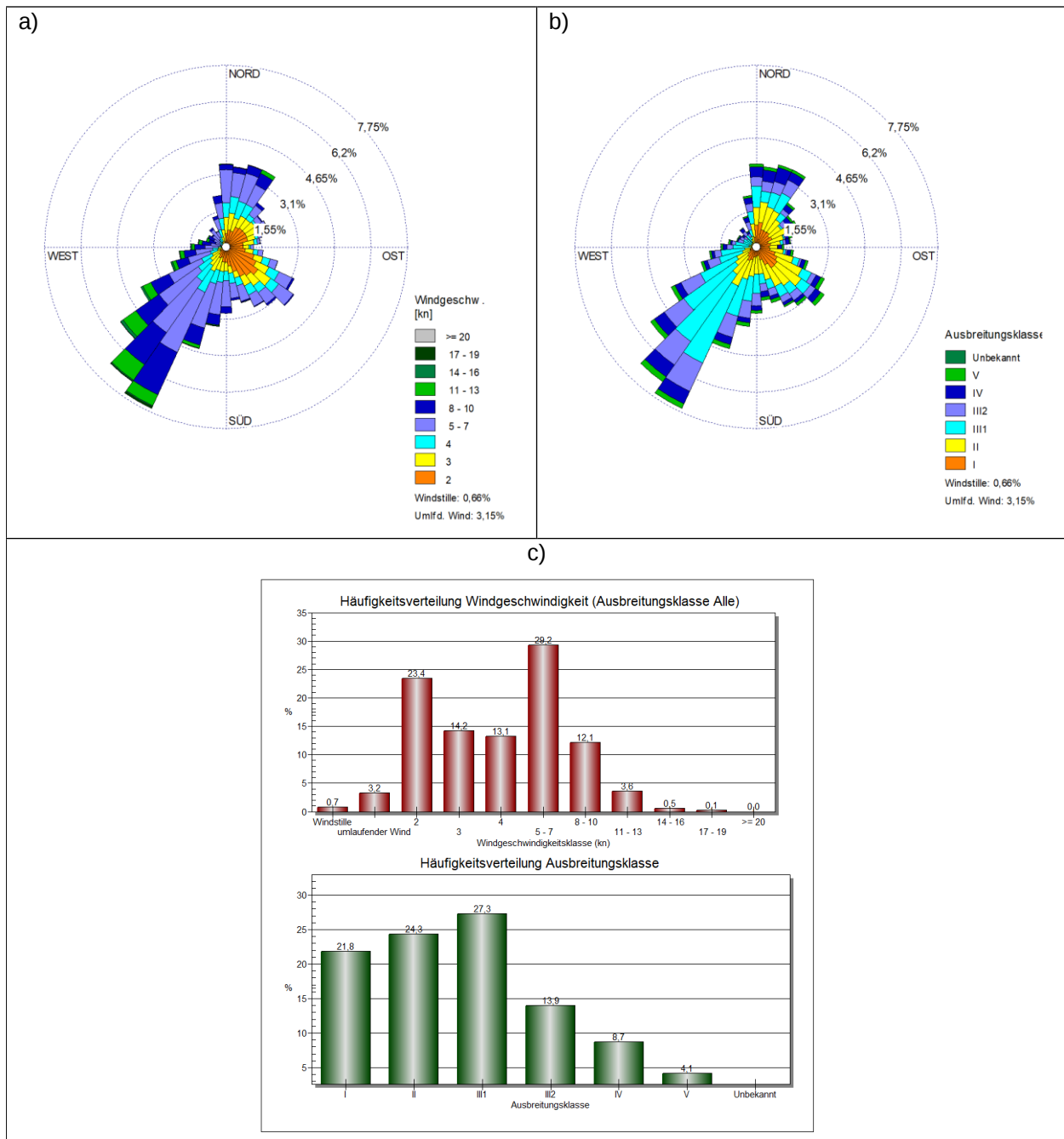


Abbildung 6.6: a) Windrose, b) richtungsbezogene Verteilung der Ausbreitungsklassen, c) Windgeschwindigkeits- sowie Stabilitätsklassenhistogramm an der meteorologischen Station Offenbach für das Jahr 2012..

Der Anemometerstandort wird auf eine frei angeströmte Ersatzanemometerposition im Modellgebiet übertragen. Mit der Software AUSTAL View Version 10 wurde eine Ersatzanemometerposition (EAP) nach den

Vorgaben der VDI Richtlinie 3783 Blatt 16 [14] im Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung der Orographie ermittelt, auf welche die meteorologischen Daten übertragen werden können. Diese Ersatzanemometerposition hat die UTM-Koordinaten 32U 483724, 5547551.

Tabelle 6.5: Kenndaten der meteorologischen Station.

DWD Stationsnummer	7341 Offenbach Wetterpark
Lage der Station	50,0900°N 8,7862°O, Höhe 119 m ü. NN
Repräsentatives Jahr	2012
Hauptwindrichtung	SW
Nebenmaxima	SO
Niederschlagsmenge 2012 (skaliert auf zehnjähriges)	723 mm (UBA Niederschlagsdaten)
Anemometerhöhe	15 m ü. Gr.
Referenz-Rauigkeitslänge am Anemometerstandort	0,48 m

Lokale Windsysteme

Lokale Windsysteme sind im Untersuchungsgebiet aufgrund der nur mäßigen orographischen Gliederung nicht zu erwarten.

6.2.6 Immissionsorte

Bis zur Schicht von 15 m wird das globale Maximum ausgewertet, da die umliegende Bebauung im Durchschnitt diese Höhe aufweist. In den höheren Schichten werden nur noch die Immissionswerten an Gebäuden ausgewertet, welche diese Höhe überschreiten.

Als Immissionsorte, an denen Beobachtungspunkte für die Berechnung von Zeitreihen gesetzt werden, die bei der Auswertung gesondert betrachtet werden, werden je Schicht diejenigen Punkte in Gebäudenähe betrachtet, die die höchste Zusatzbelastung des Jahresmittelwertes und des Kurzzeitwertes aufweisen. In der folgenden Abbildung sind die Gebäude, welche in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Darmstadt festgelegt wurden, dargestellt.

An diesen Gebäuden wird für alle relevanten Höhenschichten untersucht, an welchem Punkt sich der maximale Kurzzeitwert von NO₂ in Gebäudenähe befindet, und ggf. dort ein Beurteilungspunkt definiert, um eine Zeitreihenauswertung anzufertigen.

6.2.7 Berücksichtigung der Abgasfahnenüberhöhung

Die Berücksichtigung der Abgasfahnenüberhöhung erfolgt gemäß TA Luft 2021 nach VDI 3945 Bl. 3. Die Kaminzusammenfassung und Anforderungen an die Validität des Fahnenüberhöhungsmodells erfolgt nach Richtlinie VDI 3782 Bl. 3 [9]. Eine detaillierte Prüfung wird in Anhang 8A 5 dargestellt.

6.2.8 Vorbelastung

Nach TA Luft wird gefordert, dass im Jahresmittel zum Nachweis eine irrelevanten Zusatzbelastung 3% der Immissionsjahreswerte nicht überschritten werden darf. Da sich weitere Rechenzentren in der Nähe befinden, ist am Standort des geplanten Rechenzentrums FRA07 von einer erhöhten Vorbelastung durch gleichartige Anlagen auszugehen. Daher wird von Seiten der Behörde gefordert, dass im Jahresmittel zur Einhaltung der Irrelevanz 1 % der Immissionsjahreswerte einzuhalten sind. Für die Kurzzeitbelastung von NO₂ ist eine Vorbelastung in Höhe des halben Kurzzeitimmissionsgrenzwertes (100 µg/m³) anzunehmen (gemäß Fall B des Leitfadens [1]).

6.2.9 Ausbreitungsrechnungen für Gase

Für die Berechnung der Deposition werden die Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeiten gemäß VDI Richtlinie 3782 Bl. 5 verwendet. Zusätzlich zu den Sedimentations- und Depositionsgeschwindigkeiten werden noch Washout-Raten berücksichtigt, die die Deposition im Niederschlagsfall erhöhen.

Es wird unterschieden:

Depositionsgeschwindigkeit

Rate, mit der ein Anteil des Gases oder Aerosols zum Boden hin ausgeschieden wird, nur in der untersten Rechenfläche.

Washout-Rate λ und Washout-Exponent κ :

Die Auswaschrage Λ durch den Niederschlag berechnet sich aus der Niederschlagsrate in mm/h, den stoffbezogenen Größen der Washout-Rate in 1/s und dem Washout-Exponenten

$$\Lambda = \frac{\lambda}{\kappa} \cdot \text{Niederschlagsrate}$$

Tabelle 6.6: Depositions- und Sedimentationsparameter für Gase.

Stoff	v_d	v_s	λ	κ
NO ₂	0,003 m/s	--	$1 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$	1
NO	0,0005 m/s	--	0 s^{-1}	1
NH ₃	0,010 m/s	--	$1,2 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$	0,6
SO ₂	0,01 m/s	--	$2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$	1
Hg (elem.)	0,0003 m/s	--	$2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$	1
Hg (oxid.)	0,005 m/s	--	$1,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$	0,7

Es ist neben den Immissionskenngrößen auch zu prüfen, ob durch die Immissionsprognose Hinweise auf die Notwendigkeit einer FFH-Verträglichkeitsprüfung gegeben sind. Daher sind Werte für die Nitrifizierung und den Säureeintrag zu untersuchen. Die Lage der Schutzgebiete ist in Abbildung 2.1 dargestellt.

Die Depositionsgeschwindigkeiten werden gemäß VDI 3782 Bl. 5 [15] bzw. nachfolgend Straub et al. (2013) [16] zur Berechnung der Stickstoff- und Säuredeposition in Schutzgebiete mit stark unterschiedlichen Oberflächen durch Anwendung der Methode 3 aus [16] angepasst. Das geschieht durch Nachberechnung, indem das Verhältnis aus der Depositionsgeschwindigkeit der charakteristischen Oberfläche zur mittleren Depositionsgeschwindigkeit als Faktor verwendet wird. Die Anpassung betrifft allein die trockenen Depositionsgeschwindigkeiten von NH₃ und SO₂:

Tabelle 6.7: Depositionsgeschwindigkeiten für NH₃ und SO₂ für unterschiedliche Oberflächen.

Stoff	AUSTAL Standard	Gras	Wald	Meso
NH ₃	0,010 m/s	0,015 m/s	0,020 m/s	0,012 m/s
SO ₂	0,01 m/s	0,01 m/s	0,015 m/s	0,01 m/s

In der Immissionsprognose werden die Depositionen der Einzelstoffe bestimmt. Die Gesamt-Stickstoffdeposition und die Schwefeldeposition wird anhand der Molgewichte gemäß der Anteile des Stickstoffs und des Schwefels an dem Stoff mit folgenden Faktoren berechnet:

Tabelle 6.8: Als Stickstoff bzw. Schwefel zu zählende Anteile der Depositionen der Einzelstoffe an der Gesamt-Stickstoffdeposition (N-dep) und der Schwefeldeposition (S-dep).

	N _{dep}	S _{dep}	N _{dep, dry}	S _{dep, dry}	N _{dep, dry}	S _{dep, dry}	N _{dep, dry}	S _{dep, dry}
Stoff	AUSTAL	Standard	Gras		Wald		Meso	
NO	0,467	0	0,467	0	0,467	0	0,467	0
NO ₂	0,304	0	0,304	0	0,304	0	0,304	0
NH ₃	0,824	0	0,824*1,5	0	0,824*2,0	0	0,824*1,2	0
SO ₂	0	0,500	0	0,500	0	0,500*1,5	0	0,500

Damit ist beispielsweise für AUSTAL Standard:

$$= 0,467 \cdot \quad + 0,304 \cdot \quad + 0,824 \cdot \quad = 0,5 \cdot$$

Für die Oberflächen Gras, Wald und Meso werden die Komponenten der trockenen Deposition jeweils mit den in Tabelle 6.8 angegebenen Faktoren gewichtet.

Der Säureeintrag wird anhand der prognostizierten Deposition von Stickstoff aus gasförmigen Komponenten (NO_x, NH₃) sowie von Schwefel aus SO₂ betrachtet. Es wird das Säureäquivalent anhand des vorkommenden Molgewichts von N bzw. S und deren Fähigkeit, Wasserstoffatome zu binden, bewertet (1 eq = 14 g N bzw. 2 eq = 32 g S). Damit ergeben sich die Berechnungsfaktoren:

$$\ddot{a} \quad \text{---} \quad h \quad \cdot \quad =$$

$$0,0743 \cdot \quad + 0,0625 \cdot$$

6.2.10 Ausbreitungsrechnung für Stäube

Für die Ausbreitungsrechnung für Staub sind Sedimentation und Deposition zu berücksichtigen.

Ist die Korngrößenverteilung der Staubemissionen bekannt, so wird für jede Korngrößenklasse der Massenstrom separat berechnet. Ist die Korngrößenverteilung nicht im Einzelnen bekannt, dann ist PM₁₀ aus diffusen Quellen wie Staub der Klasse 2, PM₁₀ aus gefassten Quellen zu 30 Massenprozent wie Staub der Klasse 1 und zu 70 Massenprozent wie Staub der Klasse 2 zu behandeln. Für Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser größer als 10 µm ist für v_s der Wert 0,06 m/s, für v_d der Wert 0,07 m/s, für λ der Wert 4,4 · 10⁻⁴ 1/s und für κ der Wert 0,8 zu verwenden.

Im vorliegenden Fall ist die Korngrößenverteilung nicht bekannt.

Für die Berechnung der Deposition werden die Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeiten gemäß VDI Richtlinie 3782 Bl. 5 verwendet. Zusätzlich zu den Sedimentations- und Depositionsgeschwindigkeiten werden noch **Washout**-Raten berücksichtigt, die die Deposition im Niederschlagsfall erhöhen.

Es wird unterschieden:

- Depositionsgeschwindigkeit
Rate, mit der ein Anteil des Gases oder Aerosols zum Boden hin ausgeschieden wird, nur in der untersten Rechenfläche.
- Sedimentation
Absinkrate aufgrund der Gewichtskraft in der ganzen Atmosphäre, nur für Aerosole, da die gasförmigen Einzelkomponenten als ideales Gas als gut durchmischt betrachtet werden.
- Washout-Rate λ und Washout-Exponent κ:
Die Auswaschrates λ durch den Niederschlag berechnet sich aus der Niederschlagsrate in mm/h, den stoffbezogenen Größen der Washout-Rate in 1/s und dem Washout-Exponenten
$$\Lambda = \quad \cdot$$

Tabelle 6.9: Depositionsparameter.

Klasse	d_a in μm	v_s in m/s	v_d in m/s	λ in 1/s	k
pm-1	< 2,5	0,00	0,001	$0,3 \cdot 10^{-4}$	0,8
pm-2	2,5...10	0,00	0,01	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,8
pm-3	10...50	0,04	0,05	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8
pm-4	>50	0,15	0,2	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8
pm-u	0...70	0,06	0,07	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8

Im vorliegenden Fall wird ein Emissionsgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt.

Dieser wird zum Einen zu 30 % als pm-1 ($\text{PM}_{2,5}$) mit $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und zu 70 % als pm-2 (PM_{10} minus $\text{PM}_{2,5}$) mit $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt. Zusätzlich werden konservativ nochmal 100 % bzw. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als pm-u angesetzt.

6.2.11 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Die Berechnung mit Hilfe eines Lagrange'schen Partikelmodells unterliegt einer statistischen Unsicherheit (vgl. VDI 3783, Blatt 13). Gemäß Anhang 2, Abschnitt 10 der TA Luft ist

„...darauf zu achten, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit, berechnet als statistische Streuung des berechneten Werts, beim Jahresimmissionskennwert 3 Prozent des Jahresimmissionswertes und beim Tages-Immissionskennwert 30 Prozent des Tages-Immissionswertes nicht überschreitet...

Liegen die Beurteilungspunkte an den Orten der maximalen Gesamtzusatzbelastung oder Zusatzbelastung, braucht die statistische Unsicherheit nicht gesondert berücksichtigt zu werden. Andernfalls sind die berechneten Jahres-, Tages- und Stunden-Immissionskennwerte um die jeweilige statistische Unsicherheit zu erhöhen. Die relative statistische Unsicherheit des Stunden-Immissionswerts ist dabei der relativen statistischen Unsicherheit des Tages-Immissionskennwerts gleichzusetzen.“

Die Unsicherheit ist in den tabellarisch dargestellten Ergebnissen für Beurteilungspunkte, die nicht am Ort des rechnerischen Maximums der Zusatzbelastung liegen, bereits enthalten.

6.3 Bewertungsgrundlage: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV und TA Luft 2021

In Teil 2 der 39. BImSchV sowie in Kapitel 4 der TA Luft 2021 [7] sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation und der Ökosysteme Grenzwerte für Immissionen von Schadstoffen festgelegt. Neben Jahresmittelwerten ist für die Komponente Stickstoffdioxid ein Kurzzeitwert, gemittelt über 1 Stunde, formuliert. Für diesen Kurzzeitgrenzwert ist auch die zulässige Überschreitungshäufigkeit angegeben. Für Schwebstaub ist zusätzlich ein Tagesmittelwert zuzüglich seiner maximalen Überschreitungshäufigkeit formuliert. Für Schwefeloxid sind neben dem Jahresmittelwert Kurzzeitwerte für eine Stunde und Tagesmittelwerte zuzüglich der zulässigen Überschreitungshäufigkeit festgeschrieben. Für Kohlenmonoxid ist lediglich ein Grenzwert für den 8h-Mittelwert genannt. Werte für die Zusatzbelastung, unterhalb derer eine Genehmigung der Anlage auch bei erwarteter Überschreitung der Immissionswerte nicht versagt werden darf („Irrelevanzkriterium“), sind nur für Jahreswerte genannt. Eine Zusammenfassung der in der TA Luft und der 39. BImSchV verankerten Grenzwerte ist in den nachfolgenden Tabellen gegeben.

Tabelle 6.10: Grenzwerte der 39. BImSchV und der TA Luft 2021. „Irrelevanzschwelle“ bezeichnet den Schwellenwert für eine irrelevante Zusatzbelastung nach TA Luft

Stoff	Zeitbezug	Immissionswert	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr	Irrelevanzschwelle	Beurteilungswert
TA Luft Nr. 4.2 Schutz der menschlichen Gesundheit, 39. BImSchV §2-9					
NO ₂	Jahr	40 µg/m ³		1,2 µg/m ³	0,4 µg/m ³
	1 h	200 µg/m ³	18		
SO ₂	Jahr	50 µg/m ³		1,5 µg/m ³	0,5 µg/m ³
	24 h	125 µg/m ³	3		
	1 h	350 µg/m ³	24		
CO	8h Mittelwert ¹⁾	10 mg/m ³			
PM ₁₀	Jahr	40 µg/m ³		1,2 µg/m ³	0,4 µg/m ³
	24 h	50 µg/m ³	35		
PM _{2,5}	Jahr	25 µg/m ³		0,75 µg/m ³	0,25 µg/m ³
TA Luft Nr. 4.3 Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen					
Staubniederschlag, nicht gefährdender Staub	Jahr	0,35 g/(m ² d)		10,50 mg/(m ² d)	
TA Luft Nr 4.4 Schutz vor erheblichen Nachteilen, Schutz der Vegetation und von Ökosystemen					
SO ₂	Jahr und Winter (1. Okt. Bis 31. März)	20 µg/m ³		2 µg/m ³	
NO _x	Jahr	30 µg/m ³		3 µg/m ³	
NH ₃ (TA Luft Anhang 1)	Jahr				2 µg/m ³

Für NH₃ gilt der Beurteilungswert von 2 µg/m³, der für diffuse Quellen in einem Bereich des nach TA Luft Anhang 1 definierten Mindestanstand in Schutzgebieten für die Vegetation nicht überschritten werden darf. Bei Überschreitung liegt ein Anhaltspunkt für eine mögliche schädigende Umwelteinwirkung auf Vegetation oder Ökosysteme vor. In diesem Fall ist eine Prüfung des Sonderfalls nach TA Luft 4.8 durchzuführen. Da hier keine diffusen Quellen vorliegen und generell mit weiteren Transporten zu rechnen ist, wird hier auf die Einschränkung des Beurteilungsgebiets durch die Abstandregel nach TA Luft 2021 Anhang 1 („Abstandformel“) verzichtet.

6.4 Beurteilungswerte für Stoffe ohne gesetzlich festgelegte Immissionswerte

Formaldehyd (HCOH) ist ein EU-AGW, ein MAK-AGW und ein AGW der TRGS900 von 0,37 mg/m³ zugewiesen worden. Als Beurteilungswert wird für den Jahreswert der NDEL (**no derived effect level**) von 124 µg/m³, den das Bundesinstitut für Risikobewertung BfR nennt [17], vorgeschlagen.

6.5 Bewertungsgrundlage: Stickstoff- und Säuredeposition – Variante 3 und 4

Der Stickstoff- und Säureeintrag in geschützte Biotope und vor allem in FFH-Gebiete ist gering zu halten. Deshalb wird bei Vorhaben geprüft, ob es einen hinreichenden Anhaltspunkt dafür gibt, dass es zu schädlichen Umwelteinwirkungen auf diesem Gebiet kommen kann.

Ein Kriterium dafür, dass die Auswirkung eines Vorhabens gering ist, ist die Unterschreitung des sog. Abschneidekriteriums für Stickstoff- und Säureeintrag. Die Unterschreitung impliziert, dass ein Eintrag in die betrachteten Gebiete unterhalb der messtechnischen Nachweisgrenze liegt.

In TA Luft 2021 Anhang 8 sind für den Säureeintrag ein Abschneidekriterium von $40 \text{ eq(N+S)/(ha*a)}$ zur Festlegung des Beurteilungsgebietes festgesetzt. Somit werden als Abschneidekriterien die in Tabelle 6.11 aufgeführten Werte verwendet. Bei möglicher Kumulation von Projekten ist der vom BVG 2019 [18] festgesetzte Wert von 30 eq/(ha*a) festzusetzen. Im Fall der Unterschreitung des letzteren Wertes ist in jedem Fall nicht von einem schädigenden Stoffeintrag auszugehen.

Tabelle 6.11: Abschneidekriterien zur Festlegung des Untersuchungsgebietes.

Stoffeintrag	Abschneidekriterium
Stickstoffeintrag	$0,3 \text{ kg N/(ha*a)}$
Säureeintrag	$0,030 \text{ keq/(ha*a)}^*$

6.6 Bewertungsgrundlage: Geruch nach TA Luft 2021 Anhang 7

Laut TA Luft 2021 Anhang 7 sind Geruchsimmissionen in der Regel als erhebliche Belästigung zu werten, wenn die Gesamtbelastung (Vorbelastung + Gesamtzusatzbelastung) die in Tabelle 6.12 angegebenen Immissionswerte überschreitet. Bei den Immissionswerten handelt es sich um relative Häufigkeiten der Geruchsstunden bezogen auf ein Jahr.

Tabelle 6.12: Immissionswerte IW für verschiedene Nutzungsgebiete, Irrelevante Zusatzbelastung.

Wohn-/Mischgebiete, Kerngebiete mit Wohnen, urbane Gebiete	Gewerbe-/Industriegebiete, Kerngebiete ohne Wohnen	Dorfgebiete	Irrelevante Zusatzbelastung
0,10	0,15	0,15	0,02

Nach Anhang 7 der TA Luft gilt

„Die Genehmigung für eine Anlage soll auch bei Überschreitung der Immissionswerte der dieses Anhangs auf einer Beurteilungsfläche nicht wegen der Geruchsimmissionen versagt werden, wenn der von dem zu beurteilenden Vorhaben zu erwartende Immissionsbeitrag (Kenngröße der Zusatzbelastung) auf keiner Beurteilungsfläche, auf der sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, den Wert 0,02 überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass das Vorhaben die belästigende Wirkung der Vorbelastung nicht relevant erhöht (Irrelevanzkriterium).“

Das bedeutet im Umkehrschluss, wenn in keinem Punkt außerhalb des Firmengeländes die Geruchshäufigkeit von 2 % der Jahresstunden überschritten wird, geht von der Anlage lediglich eine irrelevante Zusatzbelastung aus.

6.7 Ergebnisse der Immissionsprognose

Im Folgenden werden die prognostizierten Immissionskennwerte diskutiert und den Grenzwerten gemäß 39 BImSchV [19] bzw. TA Luft [7] gegenübergestellt.

6.7.1 Ergebnisse der Immissionsprognose

Es wurden die Emissionen der Gesamtanlage berücksichtigt.

Die Maxima der Belastungen im gesamten Modellgebiet („globale Maxima“) für die unterschiedlichen Berechnungsvarianten werden tabellarisch dargestellt.

In Anhang 8A sind Farbrasterkarten zu den einzelnen Immissionskenngrößen dargestellt.

6.7.1.1 Variante 1: Notbetrieb – Volllast

Jahresmittelwerte

Die im Hinblick auf die Immissionen kritischste Komponente bei der hier durchgeführten Studie wird durch die Komponente NO₂ gestellt. Daher bezieht sich die weitere Auswertung speziell auf die Betrachtung dieser Komponente.

Der Irrelevanzwert von 0,4 µg/m³ wird in verschiedenen Höhengschichten für NO₂ überschritten. Aus dem Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration am Immissionsort mit der höchsten Belastung lässt sich zurückrechnen, wie lange die gesamte Anlage in Betrieb sein darf, um den Irrelevanzwert einzuhalten.

Bei der Auswertung der Höhengschichten >3 m wird bis zur Höhengschicht 12-15 m jeweils konservativ das globale Maximum herangezogen, da die Höhe 15 m in etwa der mittleren Bebauungshöhe in der Umgebung entspricht.

Oberhalb von 15 m beschränken sich die Auswertungen auf hohe Gebäude in der Umgebung, die noch in die jeweilige Höhengschicht hineinragen.

Tabelle 6.13: Maxima der NO₂ und PM₁₀ (im Jahresmittel) durch die Gesamtanlage. Für alle Höhengschichten bis 12 – 15 m wird das globale Maximum herangezogen. Bei allen Schichten > 15 m wird an den gebäudenahen Punkten ausgewertet. Anschließend wird die max. Betriebszeit berechnet, um den Irrelevanzwert einzuhalten. Der gelb hinterlegte Wert gibt die maßgebliche max. gemeinsame Betriebszeit aller NDMA an, für die in allen Höhengschichten irrelevante Zusatzbelastungen von NO₂ und PM₁₀ erreicht werden.

Schicht in m ü. Gr.	Schichtmax. NO ₂ J00	Max. jährl. Betriebszeit um Irrelevanzwert von NO ₂ einzuhalten in h/a	Schichtmax. PM ₁₀ J00	Max. jährl. Betriebszeit um Irrelevanzwert für PM ₁₀ einzuhalten in h/a
0 – 3 m	0,75 µg/m ³	4646 h	0,50 µg/m ³	7074 h
3 – 6 m	0,70 µg/m ³	4980 h	0,47 µg/m ³	7498 h
6 – 9 m	0,72 µg/m ³	4887 h	0,49 µg/m ³	7205 h
9 – 12 m	0,72 µg/m ³	4870 h	0,52 µg/m ³	6699 h
12 – 15 m	0,74 µg/m ³	4713 h	0,56 µg/m ³	6304 h
15 – 18 m	0,43 µg/m ³	8128 h	0,32 µg/m ³	8760 h

PM₁₀ ist für die Berechnung der Betriebsstunden nicht relevant. Bei einer maximalen Betriebszeit aller NDMA gleichzeitig von **4646 h** werden in allen Schichten nicht relevante Zusatzbelastungen im Jahresmittel erreicht. Dies gilt für beide zu betrachtende Komponenten (NO₂ und PM₁₀).

Kurzzeitwerte

Für Kurzzeitwerte ist in der TA Luft keine Begrenzung für irrelevante Zusatzbelastung angegeben. Daher wird zunächst die Gesamtbelastung unter der Verwendung des Jahresimmissionswertes und des Kurzzeitwertes der jeweiligen Komponente betrachtet (gemäß TA Luft Nr. 4.7.2/4.7.3) und die Ausschöpfung des Grenzwertes der Gesamtanlage.

Tabelle 6.14: Berechnung der Kurzzeitwerte für eine Betriebsdauer von 8.760/8.784 h/a; Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage in 0 – 3 m.

Stoff	Zeitbezug	Zusatzbelastung im Maximum in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ausschöpfung des Immissionswertes in %	Immissionswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	Stunde / 18 Über-	67,28	33,64%	200
PM ₁₀	Tag / 35 Über-	1,8	3,51%	50

Bei einer fiktiven Betriebsdauer von 8.760/8.784 h/a werden die Kurzzeitwerte für NO₂ und PM₁₀ in keiner Höhengschicht überschritten. In der nachfolgenden Tabelle werden die Kurzzeitwerte für NO₂ (S18) und PM₁₀ (T35) abzüglich ihrer zulässigen Überschreitungen aufgezeigt.

Tabelle 6.15: Schichtmaxima der Kurzzeitwerte für PM₁₀ und NO₂ im Nahbereich von Gebäuden. Die Überschreitungen der Grenzwerte abzüglich der Vorbelastung (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO₂ S18 und 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ T35) werden gelb hinterlegt. Bis zur Schicht 12 – 15 m wurde jeweils das globale Maximum herangezogen.

Schicht in m ü. Gr.	Schichtmaximum NO ₂ S18 inkl. Unsicherheit	Schichtmaximum PM ₁₀ T35 inkl. Unsicherheit
0 – 3 m	67,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3 – 6 m	61,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6 – 9 m	50,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
9 – 12 m	50,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
12 – 15 m	48,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15 – 18 m	29,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
18 – 21 m	30,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabelle 6.15 zeigt dass es in keiner Höhengschicht zur Überschreitung des NO₂ S18 Wertes kommt, so dass eine Zeitreihenauswertung nicht notwendig ist.

6.7.1.2 Variante 2: Notbetrieb – Teillast

Jahresmittelwerte

Tabelle 6.16: Maxima der NO₂ und PM₁₀ (im Jahresmittel) durch die Gesamtanlage. Für alle Höhengschichten bis 12 – 15 m wird das globale Maximum herangezogen. Bei allen Schichten > 15 m wird an den gebäudenahen Punkten ausgewertet. Anschließend wird die max. Betriebszeit berechnet, um den Irrelevanzwert einzuhalten. Der gelb hinterlegte Wert gibt die maßgebliche max. gemeinsame Betriebszeit aller NDMA an, für die in allen Höhengschichten irrelevante Zusatzbelastungen von NO₂ und PM₁₀ erreicht werden.

Schicht in m ü. Gr.	Schichtmax. NO ₂ J00	Max. jährl. Betriebszeit um Irrelevanzwert von NO ₂ einzuhalten in h/a	Schichtmax. PM ₁₀ J00	Max. jährl. Betriebszeit um Irrelevanzwert für PM ₁₀ einzuhalten in h/a
0 – 3 m	0,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4225 h	0,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6029 h
3 – 6 m	0,77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4525 h	0,59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5975 h
6 – 9 m	0,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4399 h	0,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5567 h
9 – 12 m	0,79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4427 h	0,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5502 h
12 – 15 m	0,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4189 h	0,70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5014 h
15 – 18 m	0,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7260 h	0,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8760 h

PM₁₀ ist für die Berechnung der Betriebsstunden nicht relevant. Bei einer maximalen Betriebszeit aller NDMA gleichzeitig von 4189 h werden in allen Schichten nicht relevante Zusatzbelastungen im Jahresmittel erreicht. Dies gilt für beide zu betrachtende Komponenten (NO₂ und PM₁₀).

Kurzzeitwerte

Tabelle 6.17: Berechnung der Kurzzeitwerte für eine Betriebsdauer von 8.760/8.784 h/a; Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage in 0 – 3 m.

Stoff	Zeitbezug	Zusatzbelastung im Maximum in µg/m ³	Ausschöpfung des Immissionswertes in %	Immissionswert in µg/m ³
NO ₂	Stunde / 18 Über-	65,24	32,62%	200
PM ₁₀	Tag / 35 Über-	2,2	4,39%	50

Bei einer fiktiven Betriebsdauer von 8.760/8.784 h/a werden die Kurzzeitwerte für NO₂ und PM₁₀ in keiner Höhengschicht überschritten. In der nachfolgenden Tabelle werden die Kurzzeitwerte für NO₂ (S18) und PM₁₀ (T35) abzüglich ihrer zulässigen Überschreitungen aufgezeigt.

Tabelle 6.18: Schichtmaxima der Kurzzeitwerte für PM₁₀ und NO₂ im Nahbereich von Gebäuden. Die Überschreitungen der Grenzwerte abzüglich der Vorbelastung (100 µg/m³ für NO₂ S18 und 25 µg/m³ für PM₁₀ T35) werden gelb hinterlegt. Bis zur Schicht 12 – 15 m wurde jeweils das globale Maximum herangezogen.

Schicht in m ü. Gr.	Schichtmaximum NO ₂ S18 inkl. Unsi- cherheit	Schichtmaximum PM ₁₀ T35 inkl. Unsicherheit
0 – 3 m	65,2 µg/m ³	2,2 µg/m ³
3 – 6 m	57,8 µg/m ³	2,2 µg/m ³
6 – 9 m	48,5 µg/m ³	2,3 µg/m ³
9 – 12 m	47,0 µg/m ³	2,4 µg/m ³
12 – 15 m	50,6 µg/m ³	2,5 µg/m ³
15 – 18 m	28,7 µg/m ³	1,8 µg/m ³
18 – 21 m	29,3 µg/m ³	1,8 µg/m ³

Tabelle 6.18 zeigt dass es in keiner Höhengschicht zur Überschreitung des NO₂ S18 Wertes kommt, so dass eine Zeitreihenauswertung nicht notwendig wird.

6.7.2 Ergebnisse der Immissionsprognose: Deposition

Bei der vorliegenden Auswertung der Deposition wurden die Werte von der Methode nach Straub et al. (2013) [16] mit „Wald“ (s. 6.2.9) verwendet. Dies führt zu höheren Depositionseinträgen als bei den Standardwerten von AUSTAL. Konservativ werden hier die höheren Werte verwendet, letztendlich liegt die Entscheidung jedoch bei der verantwortlichen Behörde, welche Werte verwendet werden müssen. Beide Werte werden in Kapitel 7 dargestellt.

6.7.2.1 Variante 1: Nitrifizierung und Säureeintrag (Vollastbetrieb)

Stickstoffeintrag

Abbildung 6.7 zeigt die Verteilung der berechneten Stickstoffdeposition (Zusatzbelastung) im Rechengebiet. Die maximale berechnete Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition im nächstgelegenen geschützten

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 55 von 128

Biotop „Baumhecke/Gehölz südlich von Bürgel“ beträgt 5,93 kg N/(ha*a) bezogen auf einen permanenten Betrieb der Anlage (8760/8784 h/a). Bei maximal **443** gemeinsamen Betriebsstunden aller Aggregate pro Jahr, liegt die Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition unterhalb des Abschneidekriteriums von 0,3 kg N/(ha*a).

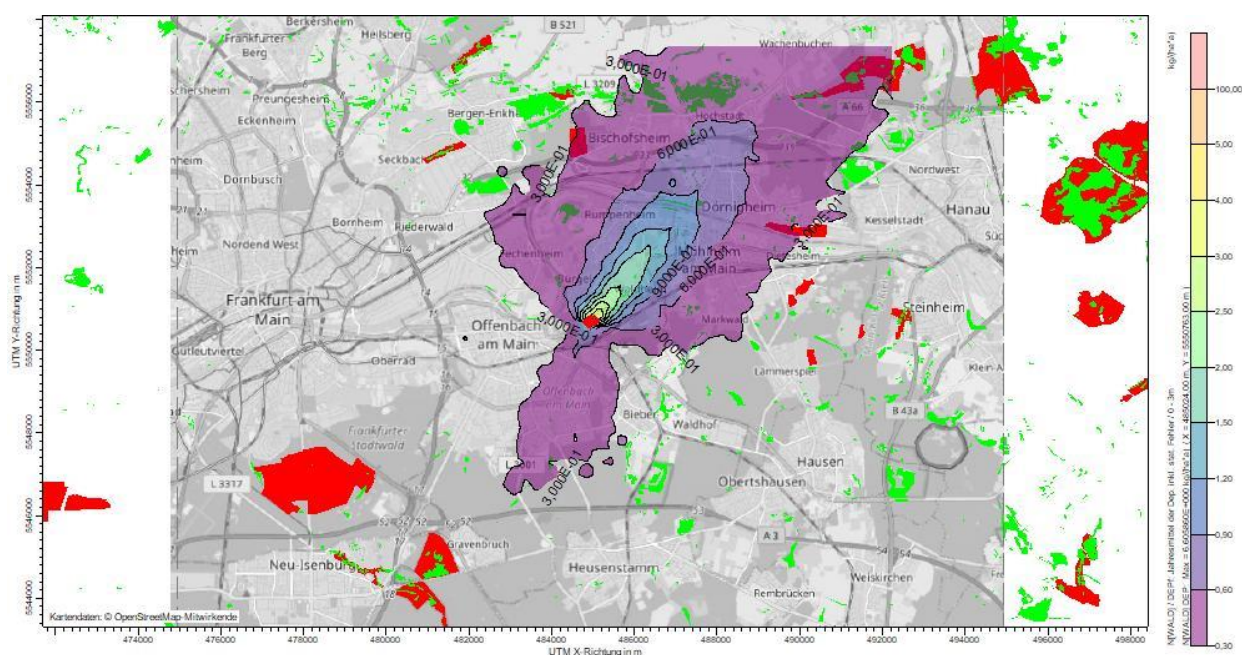


Abbildung 6.7: Ausbreitung der Stickstoffdeposition bei dauerhaftem Betrieb (8.760 Stunden/Jahr)

Zusätzlich zur ganzjährigen Ausbreitung wird noch die Ausbreitung bei der Betrieb von 300 h/a aufgeführt:

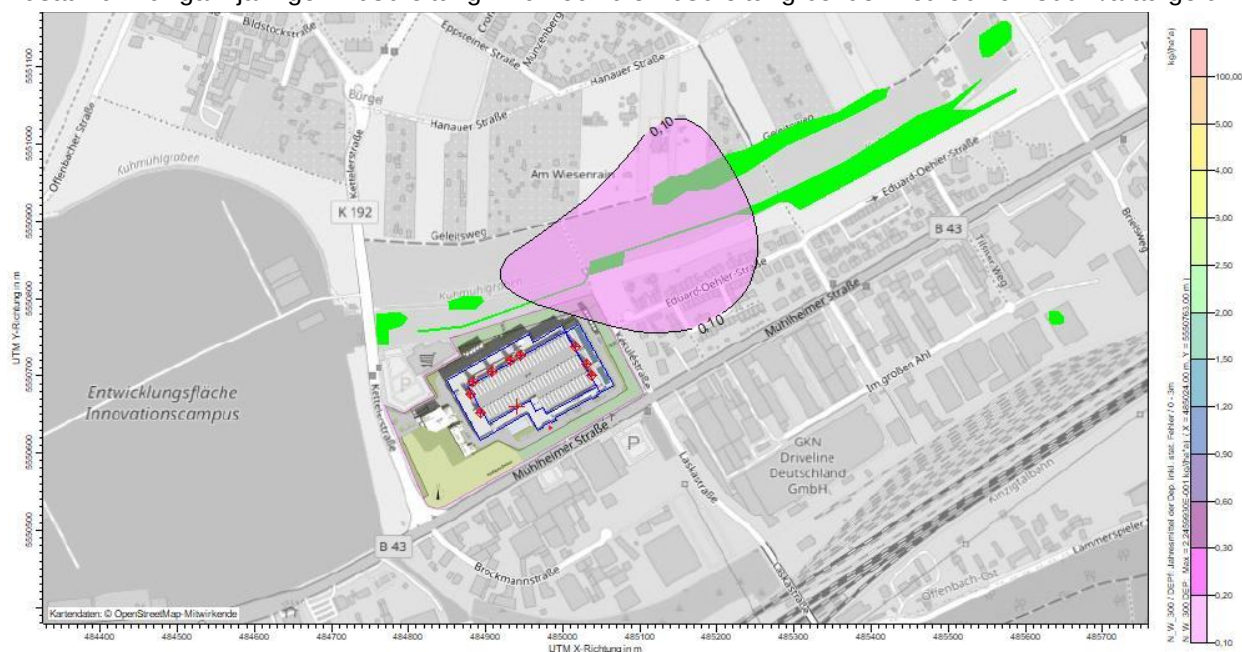


Abbildung 6.8: Ausbreitung der Stickstoffdeposition bei 300 Betriebsstunden.

Säureeintrag

Das Maximum der Zusatzbelastung durch Säureeintrag (s. Abbildung 6.9) beträgt 0,44 keq(N+S)/(ha*a). Dieses Maximum liegt im nächstgelegenen geschützten Biotop „Baumhecke/Gehölz südlich von Bürgel“.

Bei maximal **596** gemeinsamen Betriebsstunden aller Aggregate pro Jahr, liegt die Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition unterhalb des Abschneidekriteriums $0,030 \text{ kg(N+S)/(ha*a)}$.

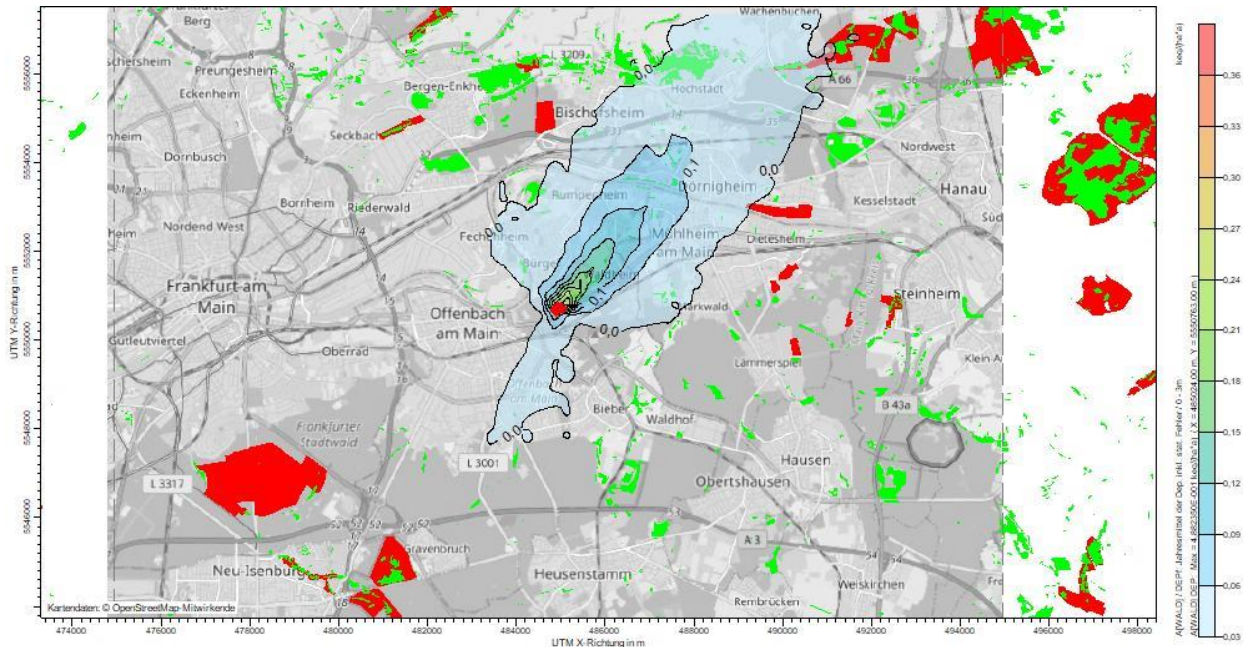


Abbildung 6.9: Ausbreitung des Säureeintrages bei durchgehendem Betrieb (8.760 Stunden/Jahr)

Aufgrund der geringen Konzentration ist eine Abbildung bei 300 Betriebsstunden für den Säureeintrag nicht sinnvoll darstellbar.

6.7.2.2 Variante 2: Nitrifizierung und Säureeintrag (Teillastbetrieb)

Stickstoffeintrag

Abbildung 6.10 zeigt die Verteilung der berechneten Stickstoffdeposition (Zusatzbelastung) im Rechengebiet. Die maximale berechnete Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition im nächstgelegenen geschützten Biotop „Baumhecke/Gehölz südlich von Bürgel“ beträgt 5,39 kg N/(ha*a) bezogen auf einen permanenten Betrieb der Anlage (8.760/8.784 h/a). Bei maximal **488** gemeinsamen Betriebsstunden aller Aggregate pro Jahr, liegt die Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition unterhalb des Abschneidekriteriums von 0,3 kg N/(ha*a).

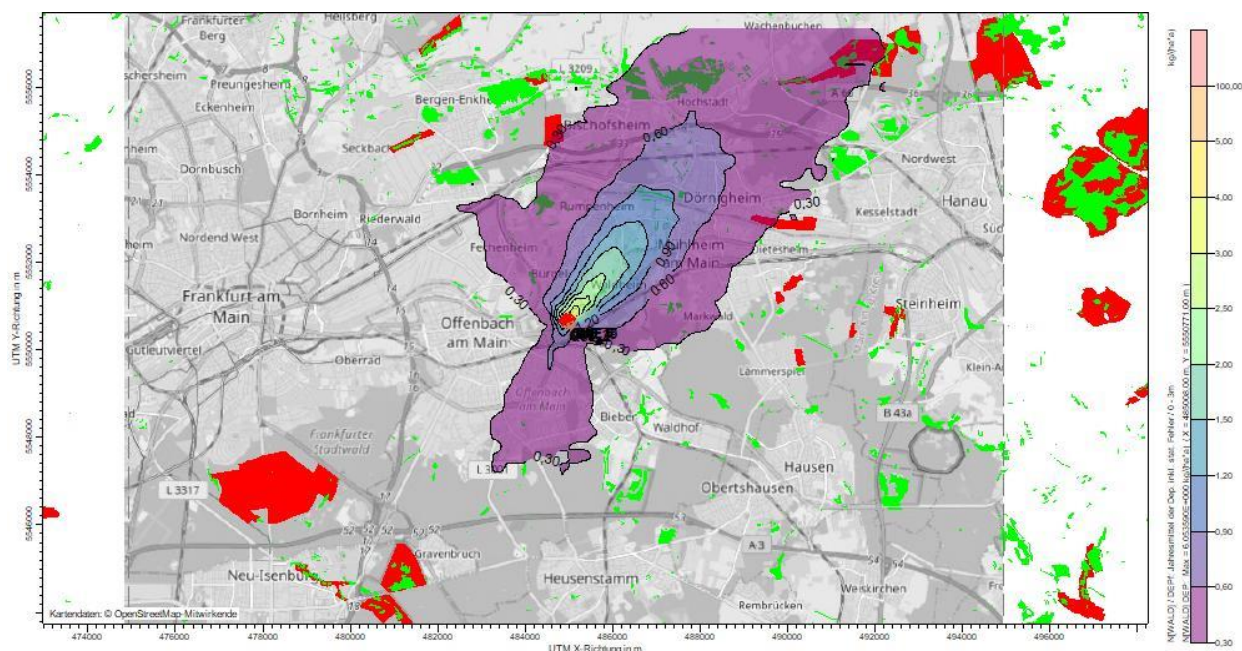


Abbildung 6.10: Ausbreitung der Stickstoffdeposition bei durchgehendem Betrieb (8.760 Stunden/Jahr).

Zusätzlich zur ganzjährigen Ausbreitung wird noch die Ausbreitung bei der geringsten Betriebsstundenzahl aufgeführt:

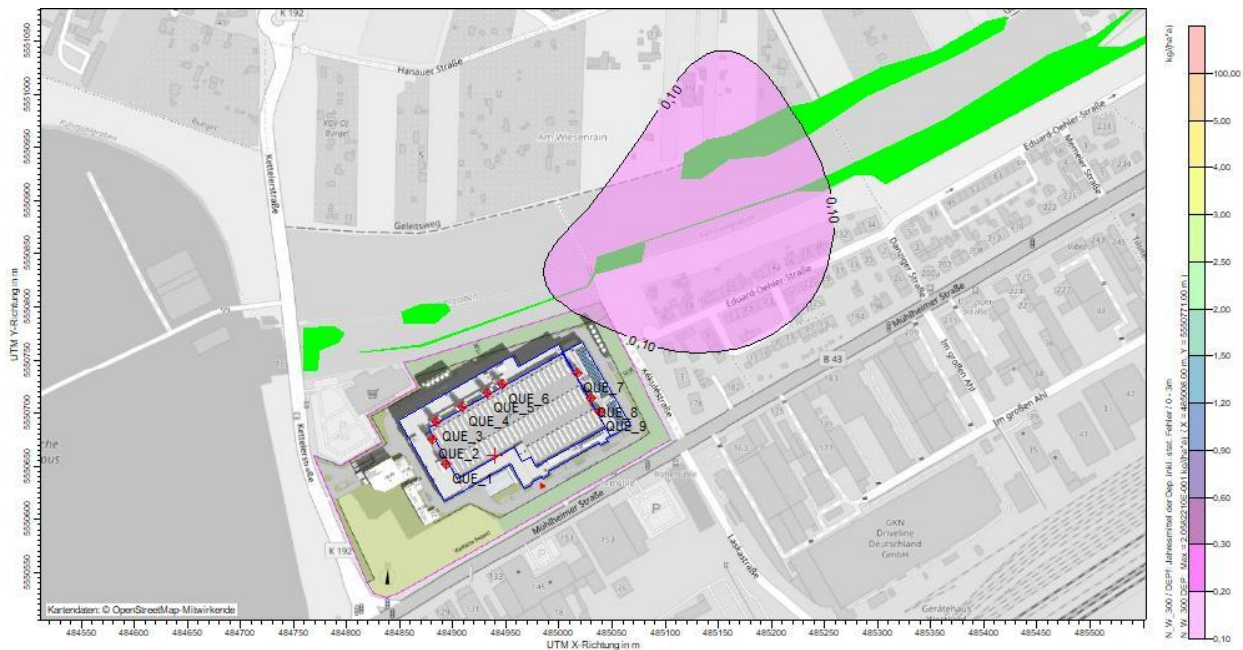


Abbildung 6.11: Ausbreitung der Stickstoffdeposition bei 300 Betriebsstunden.

Säureeintrag

Das Maximum der Zusatzbelastung durch Säureeintrag (s. Abbildung 6.12) beträgt $0,39 \text{ keq(N+S)/(ha*a)}$. Dieses Maximum liegt im nächstgelegenen geschützten Biotop „Baumhecke/Gehölz südlich von Bürgel“ nordwestlich der Anlage. Bei maximal **667** gemeinsamen Betriebsstunden aller Aggregate pro Jahr, liegt die Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition“ unterhalb des Abschneidekriteriums von $0,030 \text{ keq(N+S)/(ha*a)}$.

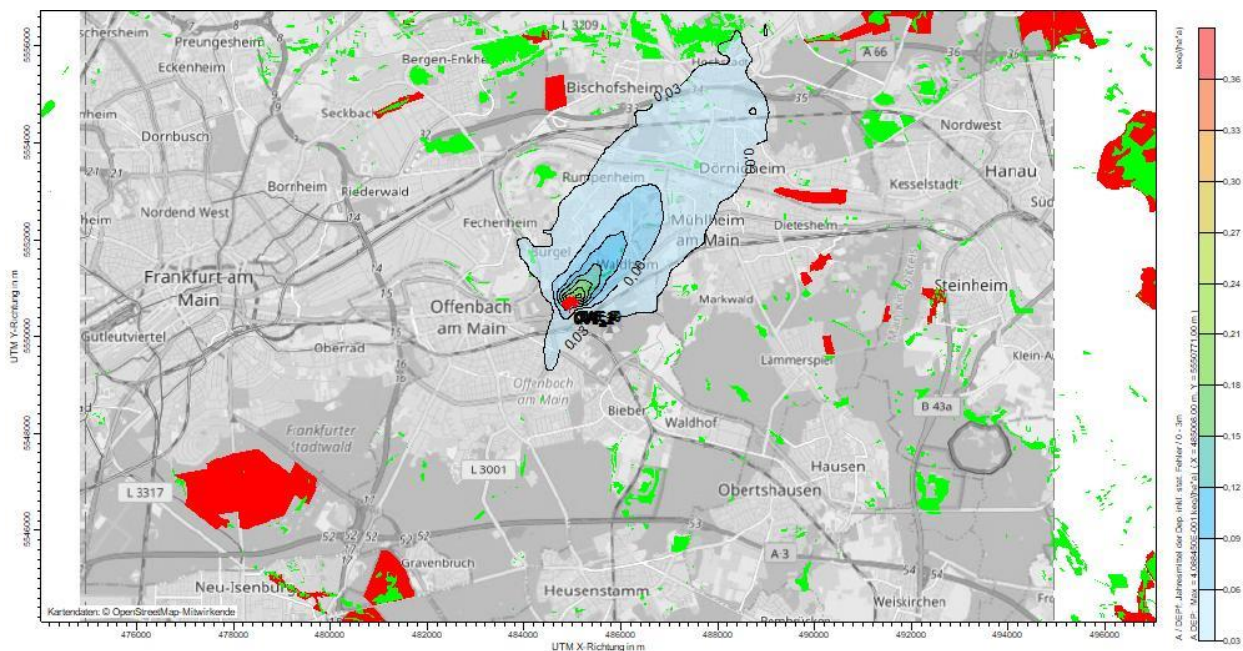


Abbildung 6.12: Ausbreitung des Säureeintrages bei durchgehendem Betrieb (8.760 Stunden/Jahr)

Aufgrund der geringen Konzentration ist eine Abbildung bei 300 Betriebsstunden für den Säureeintrag nicht sinnvoll darstellbar.

6.7.3 Ergebnisse der Immissionsprognose: Geruch

6.7.3.1 Variante 5: Geruch - Volllastbetrieb

Es wurden mit dem in Kapitel 3.4 beschriebenen Zeitszenario für den Testbetrieb der Generatoren folgendes Ergebnis für den Volllastbetrieb erzielt. Dabei wurden die in Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 genannten Volumenströme gemäß DIN EN 13725 [20] auf 20°C umgerechnet und mit dem im Leitfaden genannten Geruchskonzentrationswert von 8.000 GE/m³ multipliziert, um die Geruchsstoffströme zu berechnen. Bei der Auswertung wurde bis zur höchsten Schicht das globale Maximum herangezogen. Selbst dabei werden alle Irrelevanzgrenzwerte eingehalten. Es ist davon auszugehen, dass bei einer Auswertung an den relevanten Gebäuden die Werte deutlich niedriger sind.

Tabelle 6.19: Geruchszusatzbelastung im Maximum in allen Höhengschichten für den Testbetrieb der Anlage bei Volllast inkl. der stat. Unsicherheit.

Höhe in m	Zeitbezug	Geruchsstunden auf dem Rechengitter in % der Jahresstunden	Geruchsstunden auf dem Auswertgitter in % der Jahresstunden
0 – 3 m	Jahr	0,26	0,18
3 – 6 m	Jahr	0,24	0,17
6 – 9 m	Jahr	0,25	0,17
9 – 12 m	Jahr	0,26	0,19
12 – 15 m	Jahr	0,30	0,21
15 – 18 m	Jahr	0,31	0,25
18 – 21 m	Jahr	0,39	0,30

Das Ergebnis der Geruchsausbreitungsrechnung zeigt, dass die Geruchszusatzbelastung in allen Schichten das Irrelevanzkriterium von 2 % nach Rundung nicht überschreitet.

6.7.3.2 Variante 6. Geruch - Teillastbetrieb

Folgendes Ergebnis wurde für den Testbetrieb der im Teillastbetrieb erzielt. Bei der Auswertung wurde bis zur höchsten Schicht das globale Maximum herangezogen. Selbst dabei werden alle Irrelevanzgrenzwerte eingehalten. Es ist davon auszugehen, dass bei einer Auswertung an den relevanten Gebäuden die Werte deutlich niedriger sind.

Tabelle 6.20: Geruchszusatzbelastung im Maximum in allen Höhengschichten für den Testbetrieb der Anlage bei Teillast.

Höhe in m	Zeitbezug	Geruchsstunden auf dem Rechengitter in % der Jahresstunden	Geruchsstunden auf dem Auswertgitter in % der Jahresstunden
0 – 3 m	Jahr	0,25	0,18
3 – 6 m	Jahr	0,25	0,17
6 – 9 m	Jahr	0,24	0,16
9 – 12 m	Jahr	0,25	0,18
12 – 15 m	Jahr	0,27	0,20
15 – 18 m	Jahr	0,31	0,24
18 – 21 m	Jahr	0,36	0,30

Das Ergebnis der Geruchsausbreitungsrechnung zeigt, dass die Geruchszusatzbelastung in allen Schichten das Irrelevanzkriterium von 2 % nach Rundung nicht überschreitet.

7 Zusammenfassung der Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse aller Berechnungsvarianten dokumentiert. Es wird der Endzustand mit 55 NDMA betrachtet.

Maßgeblich für die maximal zulässigen Betriebsstundenzahlen sind die Abschneidekriterien für die Stickstoffdeposition.

Zur Einhaltung der irrelevanten Zusatzbelastung beträgt die maximal zulässige Betriebsstundenanzahl für den Notbetrieb, d.h. für den Betrieb aller am Standort vorhandenen nicht-redundanter Aggregate, 443 Stunden pro Jahr. Allerdings ist die Reduzierung der Kaminhöhen durch Einzelfallentscheidung nach LAI [2] nur bei Betrieszeiten von nicht mehr als **300** Stunden empfohlen.

Bei dieser Stundenzahl sind alle Zusatzbelastungen der Stoffe NO₂ und PM₁₀ im Jahresmittel irrelevant, alle Kurzzeitwerte NO₂ und PM₁₀ unter Berücksichtigung der Vorbelastung sowie die Abschneidekriterien eingehalten, so dass keine negativen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG zu erwarten sind.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse aller Berechnungsvarianten dokumentiert. Fett markiert ist die für die maximale Betriebsstundenzahl maßgebliche Rechenvariante.

Tabelle 7.1: Zusammenfassung der Betriebsstunden.

Berechnungsvariante	Max. mögliche Betriebsstunden in h/a	Bemerkung
1	4646	Einhaltung des Irrelevanzkriteriums für NO ₂ im Volllastbetrieb
2	4189	Einhaltung des Irrelevanzkriteriums für NO ₂ im Teillastbetrieb
1	443	Einhaltung des Abschneidekriteriums der Stickstoffdeposition im Volllastbetrieb (Methode nach Straub et al)
1	451	Einhaltung des Abschneidekriteriums der Stickstoffdeposition im Volllastbetrieb (nach AUSTAL Standard)
1	596	Einhaltung des Abschneidekriteriums des Säureeintrags im Volllastbetrieb (Methode nach Straub et al)
1	611	Einhaltung des Abschneidekriteriums des Säureeintrags im Volllastbetrieb (Methode nach AUSTAL Standard)
2	488	Einhaltung des Abschneidekriteriums der Stickstoffdeposition im Teillastbetrieb (Methode nach Straub et al)
2	511	Einhaltung des Abschneidekriteriums der Stickstoffdeposition im Teillastbetrieb (Methode nach AUSTAL Standard)
2	667	Einhaltung des Abschneidekriteriums des Säureeintrags im Teillastbetrieb (Methode nach Straub et al)
2	697	Einhaltung des Abschneidekriteriums des Säureeintrags im Teillastbetrieb (Methode nach AUSTAL Standard)

Von der ermittelten Betriebsstundenzahl von max. 443 h werden noch die Testzeiten für Inbetriebnahme, Messungen und Wartung in Form der Stundenanzahl von 32 h für die Laufzeit der Einzelaggregate abgezogen. Daraus resultiert eine maximale Betriebsstundenzahl von 411 Betriebsstunden für den Notbetrieb.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 61 von 128

Bei einer Betriebsstundenbegrenzung von nicht mehr als **300 h/a** werden alle Grenzwerte bzw. Irrelevanzwerte eingehalten, so dass von der Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen ausgehen. Dabei wurden die Ergebnisse bei der Depositionsberechnung nach Straub et. al verwendet. Bei Verwendung der AUSTAL Standard Werte würden sich höhere Betriebsstunden ergeben.

Die auf diese Betriebsstundendauer skalierten Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung werden in der nachfolgenden Tabelle festgehalten:

Tabelle 7.2: Maxima der Immissionszusatzbelastung bei einem Betrieb von 300 h/a für den Vollastbetrieb in 1,5 m Höhe.

Zusatzbelastung bei 300 Betriebsstunden				
Komponente	Einheit	Ergebnis bei 8760 h/	Ergebnis bei 300 h/a	Beurteilungswert
NO ₂	µg/m ³	0,75	0,03	0,40
PM ₁₀	µg/m ³	0,50	0,02	0,40
PM ₁₀ Dep	g/(m ³ d)	0,016	0,000548	0,035
PM _{2,5}	µg/m ³	0,15	0,01	0,25
HCOH	µg/m ³	0,61	0,02	1,24
SO ₂	µg/m ³	0,07	0,00	0,50
NH ₃	µg/m ³	0,29	0,05	2,00
NDEP	kg/(ha*a)	5,928	0,20	0,30
SEQ	keq(N+S)/(ha*a)	0,441	0,015	0,03

Tabelle 7.3: Maxima der Immissionszusatzbelastung bei einem Betrieb von 300 h/a für den Teillastbetrieb in 1,5 m Höhe.

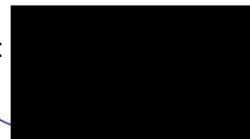
Zusatzbelastung bei 300 Betriebsstunden				
Komponente	Einheit	Ergebnis bei 8760 h/	Ergebnis bei 300 h/a	Beurteilungswert
NO ₂	µg/m ³	0,83	0,03	0,40
PM ₁₀	µg/m ³	0,58	0,02	0,40
PM ₁₀ Dep	g/(m ³ d)	0,014	0,000479	0,035
PM _{2,5}	µg/m ³	0,18	0,01	0,25
HCOH	µg/m ³	0,74	0,03	1,24
SO ₂	µg/m ³	0,08	0,00	0,50
NH ₃	µg/m ³	0,34	0,05	2,00
NDEP	kg/(ha*a)	5,385	0,18	0,30
SEQ	keq(N+S)/(ha*a)	0,394	0,013	0,03

Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung (EuL)

Der Bearbeiter:



Der Prüfer:



Köln, 02.06.2025

EuL/21262022/B2

8 Anhänge

A 1	<i>Literatur und verwendete Unterlagen</i>	63
A 2	<i>Datenblätter</i>	65
A 3	<i>Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft Nr. 5.5</i>	77
A 3.1	Mindestkaminhöhe für den ungestörten Abtransport der Abgase nach VDI 3781 Blatt 4	77
A 3.2	Berücksichtigung höherer vorgelagerter Gebäude gemäß VDI 3781 Blatt 4	79
A 3.3	Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung gemäß VDI 3781 Blatt 4 Kap. 6.3	80
A 4	<i>Grafiken: Ergebnisse der Immissionsprognose</i>	82
A 4.1	Variante 1: Notbetrieb Vollast	82
A 4.2	Variante 2: Notbetrieb Teillast	89
A 5	<i>Kaminzusammenfassung nach VDI 3782 Bl. 3</i>	97
A 6	<i>Rechenprotokolle</i>	100
A 6.1	Variante 1: Notbetrieb Vollast	100
A 6.2	Variante 2: Notbetrieb Teillast	105
A 6.3	Variante 3: Wartungsbetrieb Vollast	110
A 6.4	Variante 3: Wartungsbetrieb Teillast	116
A 6.5	Datei AUSTAL Settings	122

A 1 Literatur und verwendete Unterlagen

- [1] Regierungspräsidium Darmstadt, „Leitfaden zur Ermittlung von Schornsteinmindesthöhen und zulässiger maximaler Betriebszeiten durch Immissionsprognosen in Genehmigungsverfahren für Rechenzentren (RZ) mit Notstromdieselmotoranlagen (NDMA),“ 2017.
- [2] LAI - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz, **Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021 vom 4.7.2023**, 2023.
- [3] Argusoft, **Programm Austal View**, <https://argusoft.de>, **abgerufen 17.11.2023**.
- [4] Bundesgesetzblatt, „44. BImSchV: Verordnung zur Einführung der Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen sowie zur Änderung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen,“ 2019.
- [5] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, „Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft),“ Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, 2021.
- [6] Bundesgesetzblatt, „Verordnung zur Einführung der Vordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen sowie zur Änderung der Vordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen,“ 2019.
- [7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), „Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft),“ 18 August 2021.
- [8] VDI, **Richtlinie VDI 3781 Blatt 4: Umweltmeteorologie. Ableitbedingungen bei Abgasen - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen.**, 2017.
- [9] VDI, „Richtlinie 3782 Bl. 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung,“ 2022.
- [10] Umweltbundesamt und Ingenieurbüro Janicke, **Ausbreitungsmodell nach TA Luft AUSTAL - Programmbeschreibung zu Version 3.2, Stand 2023-08-01**, Dessau-Roßlau, Überlingen.
- [11] VDI, „Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 - Umweltmeteorologie: Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Partikelmodell,“ 2000.
- [12] T. G. Farr und andere, „The shuttle radar topography mission,“ **Rev. Geophys. 45**, doi:10.1029/2005RG000183, 2007.
- [13] EEA, „European Environment Agency: CORINE Landcover,“ [Online]. Available: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>. [Zugriff am 16 Januar 2014].
- [14] VDI, „Richtlinie: VDI 3783 Blatt 16 Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft,“ 2015.
- [15] VDI, **VDI Richtlinie 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle: Depositionsparameter**, 2006.
- [16] W. Straub, H. Hebbinghaus, A. Sowa und S. Wurzler, „Ermittlung von Stickstoff- und Säureeinträgen in Wäldern mit Lagrange'schen Ausbreitungsmodellen: Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden,“ **Immissionsschutz 1**, pp. 16-20, 2013.
- [17] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), „Toxikologische Bewertung von Formaldehyd - Stellungnahme Nr. 023/2006 vom 30. März 2006,“ https://www.bfr.bund.de/cm/343/toxikologische_bewertung_von_formaldehyd.pdf, zuletzt abgerufen am 20.6.2021, 2006.

- [18] Bundesverwaltungsgericht (BVerwG), „Urteil vom 15.05.2019 - 7 C 27.17 - [ECLI:DE:BVerwG:2019:150519U7C27.17.0],“ 2019.
- [19] Bundesgesetzblatt, „39. BImSchV: Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065),“ Bonn, 2010.
- [20] DIN EN 13725, „Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie,“ 2003.
- [21] VDI, „Richtlinie: VDI 3783 Blatt 10 Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle,“ 2010.
- [22] Verein Deutscher Ingenieure (VDI), „Richtlinie VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft,“ 2015.
- [23] Deutscher Wetterdienst (DWD), „Klimadaten des CDC, https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/, zuletzt abgerufen am 31.1.2020“.
- [24] TÜV Rheinland Energy GmbH, „Qualitätsmanagement ARbeitsanweisung QMA 2.562.52 vom 1.08.2017“.
- [25] R. Gelaro et al., „The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2), doi: 10.1175/JCLI-D-16-0758.1,“ **Journal of Climate Vol 30 No. 17**, September 2017.
- [26] Deutscher Wetterdienst (DWD), „Winddaten für Windenergienutzer, V. 6,“ 2012.
- [27] VDI, **Richtlinie VDI 3783 Blatt 16: Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle. Verfahren zur ANwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft**, 2015.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 65 von 128

A 2 Datenblätter



PERFORMANCE DATA [EM1361]

JANUARY 30, 2024

For Help Desk Phone Numbers [Click here](#)

Perf No: EM1361

Change Level: 07

General

Heat Rejection

Sound

Emissions

Regulatory

Altitude Derate

Cross Reference

Perf Param Ref

View PDF

SALES MODEL:	C175-20	COMBUSTION:	DIRECT INJECTION
BRAND:	CAT	ENGINE SPEED (RPM):	1,500
MACHINE SALES MODEL:		HERTZ:	50
ENGINE POWER (BKW):	3,368.0	ASPIRATION:	TA
GEN POWER W/O FAN (EKW):	3,200.0	AFTERCOOLER TYPE:	SCAC
COMPRESSION RATIO:	15.3	AFTERCOOLER CIRCUIT TYPE:	JW+OC+1AC, 2AC
RATING LEVEL:	MISSION CRITICAL STANDBY	AFTERCOOLER TEMP (C):	46
PUMP QUANTITY:	2	JACKET WATER TEMP (C):	99
FUEL TYPE:	DIESEL	TURBO CONFIGURATION:	PARALLEL
MANIFOLD TYPE:	DRY	TURBO QUANTITY:	4
GOVERNOR TYPE:	ADEM4	TURBOCHARGER MODEL:	GTB6251BN-48T-1.38
ELECTRONICS TYPE:	ADEM4	COMBUSTION STRATEGY:	LOW EMISSION
CAMSHAFT TYPE:	STANDARD	CRANKCASE BLOWBY RATE (M3/HR):	64.3
IGNITION TYPE:	CI	FUEL RATE (RATED RPM) NO LOAD (L/HR):	54.4
INJECTOR TYPE:	CR	PISTON SPD @ RATED ENG SPD (M/SEC):	11.0
FUEL INJECTOR:	4439454		
REF EXH STACK DIAMETER (MM):	356		

INDUSTRY	SUB INDUSTRY	APPLICATION
ELECTRIC POWER	STANDARD	PACKAGED GENSET
OIL AND GAS	LAND PRODUCTION	PACKAGED GENSET

General Performance Data [Top](#)

GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	BRAKE MEAN EFF PRES (BMEP)	BRAKE SPEC FUEL CONSUMPTN (BSFC)	ISO BRAKE SPEC FUEL CONSUMPTN (BSFC)	VOL FUEL CONSUMPTN (VFC)	ISO VOL FUEL CONSUMPTN (VFC)	ELEC SPEC FUEL CONSUMPTN (ESFC)	ISO ELEC SPEC FUEL CONSUMPTN (ESFC)
EKW	%	BKW	KPA	G/BKW-HR	G/BKW-HR	L/HR	L/HR	G/EKW-HR	G/EKW-HR
3,200.0	100	3,368	2,546	206.4	202.4	817.7	802.2	217.2	213.1
2,880.0	90	3,032	2,292	211.2	207.2	753.4	739.0	222.3	218.1
2,560.0	80	2,695	2,037	215.4	211.3	682.8	669.8	226.7	222.4
2,400.0	75	2,526	1,910	217.1	212.9	645.1	632.8	228.5	224.1
2,240.0	70	2,358	1,782	217.8	213.6	604.1	592.6	229.3	224.9
1,920.0	60	2,021	1,528	218.3	214.2	519.1	509.3	229.8	225.5
1,600.0	50	1,684	1,273	218.8	214.6	433.5	425.2	230.3	225.9
1,280.0	40	1,347	1,018	224.6	220.3	356.0	349.2	236.4	231.9
960.0	30	1,011	764	235.3	230.8	279.8	274.4	247.7	243.0
800.0	25	842	637	243.7	239.0	241.4	236.8	256.5	251.6
640.0	20	674	509	254.8	250.0	202.0	198.1	268.2	263.1
320.0	10	337	255	308.0	302.1	122.0	119.7	324.2	318.0

GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	INLET MFLD PRES	INLET MFLD TEMP	EXH MFLD TEMP	EXH MFLD PRES	ENGINE OUTLET TEMP	COMPRESSOR OUTLET PRES	COMPRESSOR OUTLET TEMP
EKW	%	BKW	KPA	DEG C	DEG C	KPA	DEG C	KPA	DEG C
3,200.0	100	3,368	297.2	50.8	634.2	231.7	460.7	299	227.9
2,880.0	90	3,032	283.5	49.6	614.8	218.0	447.6	285	220.1
2,560.0	80	2,695	261.6	48.4	594.2	199.2	437.1	263	207.8
2,400.0	75	2,526	247.6	47.8	583.5	187.9	432.9	249	199.9
2,240.0	70	2,358	229.6	47.2	572.8	173.8	430.9	231	188.7
1,920.0	60	2,021	189.1	45.9	549.9	143.1	427.4	191	165.9
1,600.0	50	1,684	146.6	44.6	524.9	112.1	421.6	148	142.9
1,280.0	40	1,347	109.4	43.4	494.9	86.9	409.9	111	119.2
960.0	30	1,011	75.4	42.2	455.6	64.6	388.6	77	95.8
800.0	25	842	59.6	41.6	432.5	54.6	374.3	61	84.3
640.0	20	674	45.7	41.2	392.8	45.3	343.4	48	73.2
320.0	10	337	21.7	40.8	291.0	28.9	259.0	23	51.6

GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	WET INLET AIR VOL FLOW RATE	ENGINE OUTLET WET EXH GAS VOL FLOW RATE	WET INLET AIR MASS FLOW RATE	WET EXH GAS MASS FLOW RATE	ENGINE OUTLET WET EXH VOL FLOW RATE (0 DEG C AND 101 KPA)	ENGINE OUTLET DRY EXH VOL FLOW RATE (0 DEG C AND 101 KPA)
EKW	%	BKW	M3/MIN	M3/MIN	KG/HR	KG/HR	M3/MIN	M3/MIN
3,200.0	100	3,368	305.5	704.6	19,260.4	19,954.9	262.2	240.3
2,880.0	90	3,032	297.5	672.5	18,754.5	19,394.8	254.8	234.5
2,560.0	80	2,695	282.4	627.7	17,788.3	18,368.9	241.4	222.8
2,400.0	75	2,526	272.2	600.6	17,132.5	17,681.1	232.4	214.7
2,240.0	70	2,358	258.6	567.4	16,252.9	16,766.5	220.2	203.5
1,920.0	60	2,021	227.5	494.2	14,246.6	14,687.4	192.7	178.3
1,600.0	50	1,684	194.3	417.2	12,115.6	12,483.1	164.0	152.0
1,280.0	40	1,347	164.9	347.9	10,255.3	10,556.0	139.1	129.1
960.0	30	1,011	137.6	280.5	8,544.2	8,780.6	115.8	107.8
800.0	25	842	124.6	247.6	7,743.1	7,948.2	104.5	97.5
640.0	20	674	113.3	214.9	7,034.3	7,206.1	95.2	89.3
320.0	10	337	93.2	150.8	5,786.0	5,889.7	77.4	73.5

Heat Rejection Data [Top](#)

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 67 von 128

Note(s)											
PUMP POWER IS INCLUDED IN HEAT REJECTION BALANCE, BUT IS NOT SHOWN.											

GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	REJECTION TO JACKET WATER	REJECTION TO ATMOSPHERE	REJECTION TO EXH	EXH RECOVERY TO 177C	FROM OIL COOLER	FROM 2ND STAGE AFTERCOOLER	WORK ENERGY	LOW HEAT VALUE ENERGY	HIGH HEAT VALUE ENERGY
EKW	%	BKW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW
3,200.0	100	3,368	1,732	196	3,034	1,672	440	374	3,368	8,261	8,800
2,880.0	90	3,032	1,648	190	2,793	1,544	405	334	3,032	7,610	8,107
2,560.0	80	2,695	1,535	183	2,531	1,402	367	294	2,695	6,897	7,347
2,400.0	75	2,526	1,467	180	2,391	1,326	347	274	2,526	6,517	6,942
2,240.0	70	2,358	1,386	177	2,241	1,247	325	254	2,358	6,103	6,501
1,920.0	60	2,021	1,207	171	1,928	1,076	279	215	2,021	5,244	5,586
1,600.0	50	1,684	1,019	165	1,614	892	233	175	1,684	4,379	4,665
1,280.0	40	1,347	845	158	1,339	717	192	144	1,347	3,596	3,831
960.0	30	1,011	680	150	1,057	539	151	115	1,011	2,826	3,010
800.0	25	842	601	146	907	454	130	100.0	842	2,438	2,598
640.0	20	674	533	141	744	345	109	83.4	674	2,040	2,173
320.0	10	337	413	129	396	137	65.7	48.6	337	1,233	1,313

Sound Data [Top](#)

Note(s)													
SOUND DATA REPRESENTATIVE OF NOISE PRODUCED BY THE "ENGINE ONLY"													

EXHAUST:SOUND POWER(1/3 Octave Frequencies)													
GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	OVERALL SOUND	100 HZ	125 HZ	160 HZ	200 HZ	250 HZ	315 HZ	400 HZ	500 HZ	630 HZ	800 HZ
EKW	%	BKW	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
3,200.0	100	3,368	128.5	94.9	113.2	107.8	109.1	111.9	112.0	113.0	116.2	115.4	113.3
2,880.0	90	3,032	127.9	94.0	113.5	106.9	108.1	111.5	110.9	111.9	115.3	113.8	112.1
2,560.0	80	2,695	126.3	94.2	112.0	106.2	107.7	111.1	110.0	111.0	114.6	112.4	111.0
2,400.0	75	2,526	125.5	93.7	110.5	105.9	107.6	110.3	109.2	110.9	113.9	111.7	110.4
2,240.0	70	2,358	124.7	92.3	108.9	105.1	107.0	108.2	108.0	109.8	113.3	111.1	110.2
1,920.0	60	2,021	123.5	91.9	108.6	104.8	105.7	106.2	107.2	109.4	112.9	110.3	109.6
1,600.0	50	1,684	122.4	90.1	108.7	105.5	104.8	106.9	108.1	109.7	111.4	109.8	109.2
1,280.0	40	1,347	120.7	90.6	103.9	105.8	103.9	105.0	107.9	108.8	110.2	108.4	107.5
960.0	30	1,011	119.2	92.2	102.4	104.9	102.0	104.6	107.8	105.8	108.3	107.3	106.4
800.0	25	842	118.5	93.1	104.2	103.6	101.2	103.7	107.7	105.2	107.5	106.8	106.1
640.0	20	674	118.1	88.8	110.0	100.4	103.6	102.8	104.8	105.1	107.4	106.2	106.0
320.0	10	337	116.1	83.4	101.6	99.1	100.0	99.5	100.6	101.9	105.8	105.3	105.1

EXHAUST:SOUND POWER(1/3 Octave Frequencies)													
GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	1000 HZ	1250 HZ	1600 HZ	2000 HZ	2500 HZ	3150 HZ	4000 HZ	5000 HZ	6300 HZ	8000 HZ	10000 HZ
EKW	%	BKW	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
3,200.0	100	3,368	118.7	120.7	120.0	119.9	118.3	115.1	111.1	108.0	105.4	103.4	111.8
2,880.0	90	3,032	117.5	118.9	119.1	119.0	117.0	114.0	109.9	106.9	104.4	102.8	118.4
2,560.0	80	2,695	115.9	117.4	117.7	117.9	116.0	112.9	108.9	105.8	103.5	101.7	111.9
2,400.0	75	2,526	115.1	116.7	116.8	117.3	115.7	112.5	108.5	105.2	103.2	101.5	107.9
2,240.0	70	2,358	114.1	115.9	116.1	116.6	115.2	112.1	108.1	104.7	102.9	102.0	103.7
1,920.0	60	2,021	112.5	114.5	114.5	114.9	114.1	111.0	107.0	103.6	102.5	102.9	96.4
1,600.0	50	1,684	111.1	113.2	112.7	112.9	112.7	109.5	105.7	102.5	102.2	101.5	94.4
1,280.0	40	1,347	109.6	111.1	110.6	110.9	110.9	107.6	104.1	101.2	102.6	97.7	93.0
960.0	30	1,011	108.0	109.7	108.6	109.1	108.8	105.8	102.3	100.4	100.0	95.6	91.5
800.0	25	842	107.2	109.0	107.5	108.2	107.8	104.9	101.5	100.3	98.3	95.1	91.0
640.0	20	674	106.5	108.1	106.4	107.5	107.1	104.2	100.8	100.2	96.7	94.8	90.7
320.0	10	337	105.8	107.0	105.5	105.7	105.5	102.0	101.8	96.4	95.8	94.2	89.5

MECHANICAL:SOUND POWER(1/3 Octave Frequencies)													
GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	OVERALL SOUND	100 HZ	125 HZ	160 HZ	200 HZ	250 HZ	315 HZ	400 HZ	500 HZ	630 HZ	800 HZ
EKW	%	BKW	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
3,200.0	100	3,368	126.2	90.3	99.0	97.9	103.3	102.1	110.4	110.0	111.6	112.1	113.7
2,880.0	90	3,032	126.3	90.0	99.1	97.8	102.9	102.1	109.9	109.6	111.2	111.9	113.4
2,560.0	80	2,695	125.3	89.6	97.9	97.5	102.1	102.1	109.2	109.2	110.9	111.8	112.9
2,400.0	75	2,526	124.8	89.5	97.4	97.4	101.8	102.4	109.1	109.4	110.9	111.9	112.8
2,240.0	70	2,358	124.4	89.4	96.5	97.3	101.5	102.5	108.6	109.8	110.8	111.9	112.6
1,920.0	60	2,021	123.9	89.0	96.4	97.5	101.4	102.7	107.7	110.0	110.5	111.8	112.2
1,600.0	50	1,684	123.2	88.0	96.6	97.8	100.7	102.3	107.3	109.4	110.2	111.6	111.9
1,280.0	40	1,347	122.3	87.1	97.0	99.1	100.0	102.5	106.6	108.9	110.0	111.0	110.6
960.0	30	1,011	121.8	86.1	96.1	99.4	99.1	102.9	106.3	108.8	110.4	111.4	109.9
800.0	25	842	121.7	85.6	94.9	98.8	98.4	103.2	106.5	108.9	110.9	112.1	110.0
640.0	20	674	121.9	85.0	94.0	97.9	97.4	103.0	106.6	109.3	111.7	113.0	111.0
320.0	10	337	121.9	84.9	94.3	98.5	94.4	102.3	105.9	109.0	111.4	113.4	111.5

MECHANICAL:SOUND POWER(1/3 Octave Frequencies)													
GENSET POWER WITHOUT FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	1000 HZ	1250 HZ	1600 HZ	2000 HZ	2500 HZ	3150 HZ	4000 HZ	5000 HZ	6300 HZ	8000 HZ	10000 HZ
EKW	%	BKW	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
3,200.0	100	3,368	114.8	114.6	114.8	115.5	114.6	113.4	111.5	112.0	113.6	112.6	119.4
2,880.0	90	3,032	114.5	114.3	114.6	115.0	114.0	113.5	111.3	111.7	113.0	112.2	121.2
2,560.0	80	2,695	114.1	114.0	114.3	114.6	113.7	112.4	110.8	110.9	112.3	111.2	118.5
2,400.0	75	2,526	113.9	114.1	114.3	114.5	113.6	112.0	110.5	110.4	112.0	110.7	115.8
2,240.0	70	2,358	113.9	114.2	114.4	114.4	113.5	111.7	110.3	110.1	111.5	110.6	112.8
1,920.0	60	2,021	113.6	114.4	114.2	113.9	113.1	111.2	109.7	109.4	111.1	111.2	107.9
1,600.0	50	1,684	112.7	114.1	113.3	112.9	112.0	110.4	108.9	108.5	110.6	109.8	106.1
1,280.0	40	1,347	112.0	112.5	112.2	111.9	110.8	109.6	108.0	107.5	110.3	106.8	104.5
960.0	30	1,011	111.3	112.6	111.8	111.2	109.9	109.1	107.2	106.8	108.2	104.8	102.3
800.0	25	842	111.3	112.5	111.5	111.1	109.7	108.9	106.8	106.4	106.6	104.3	101.8
640.0	20	674	111.9	112.4	111.3	110.9	109.8	109.0	105.9	105.6	104.9	104.1	101.4
320.0	10	337	112.5	112.7	111.7	110.6	110.2	108.1	106.0	103.3	104.2	103.2	99.9



Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr.: EuL/21262022/B2

Emissions Data [Top](#)

Units Filter [All Units](#) [v](#)

DIESEL

RATED SPEED NOMINAL DATA: 1500 RPM

GENSET POWER WITHOUT FAN ENGINE POWER	EKW BKW	3,200.0 3,368	2,880.0 3,032	2,560.0 2,695	2,240.0 2,358	1,920.0 2,021	1,600.0 1,684	1,280.0 1,347	960.0 1,011	640.0 674	320.0 337
PERCENT LOAD	%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
TOTAL NOX (AS NO2)	G/HR	22,594	17,705	13,832	11,482	9,929	8,338	6,710	5,044	3,765	3,328
TOTAL CO	G/HR	2,457	3,033	3,317	3,172	2,794	2,406	2,008	1,600	1,295	1,218
TOTAL HC	G/HR	478	500	526	555	590	631	706	784	848	894
TOTAL CO2	KG/HR	2,188	2,011	1,819	1,606	1,376	1,144	931	722	516	312
PART MATTER	G/HR	53.1	84.2	111.0	134.3	152.8	165.3	167.2	154.1	118.5	52.3
TOTAL NOX (AS NO2)	MG/NM3 (CORR 5% O2)	2,346.6	1,966.0	1,704.4	1,589.8	1,596.9	1,638.0	1,605.3	1,546.0	1,703.0	2,336.0
TOTAL CO	MG/NM3 (CORR 5% O2)	254.9	347.4	415.6	448.2	461.4	473.9	485.7	496.9	590.4	855.5
TOTAL HC	MG/NM3 (CORR 5% O2)	43.0	47.1	55.6	67.3	84.0	107.7	147.3	213.4	335.2	543.9
PART MATTER	MG/NM3 (CORR 5% O2)	4.6	7.7	11.5	16.3	21.9	27.9	34.3	41.1	42.6	33.0
TOTAL NOX (AS NO2)	MG/NM3 (CORR 15% O2)	870.8	729.5	632.5	589.9	592.6	607.8	595.7	573.7	631.9	866.8
TOTAL CO	MG/NM3 (CORR 15% O2)	94.6	128.9	154.2	166.3	171.2	175.9	180.2	184.4	219.1	317.4
TOTAL HC	MG/NM3 (CORR 15% O2)	16.0	17.5	20.6	25.0	31.2	39.9	54.6	79.2	124.4	201.8
PART MATTER	MG/NM3 (CORR 15% O2)	1.7	2.9	4.3	6.1	8.1	10.4	12.7	15.2	15.8	12.2
TOTAL NOX (AS NO2)	PPM (CORR 5% O2)	1,143	958	830	774	778	798	782	753	830	1,138
TOTAL CO	PPM (CORR 5% O2)	204	278	332	359	369	379	389	398	472	684
TOTAL HC	PPM (CORR 5% O2)	80	88	104	126	157	201	275	398	626	1,015
TOTAL NOX (AS NO2)	PPM (CORR 15% O2)	424	355	308	287	289	296	290	279	308	422
TOTAL CO	PPM (CORR 15% O2)	76	103	123	133	137	141	144	148	175	254
TOTAL HC	PPM (CORR 15% O2)	30	33	39	47	49	53	56	58	70	101
TOTAL NOX (AS NO2)	G/HP-HR	4.99	4.35	3.82	3.62	3.65	3.68	3.70	3.71	4.15	7.33
TOTAL CO	G/HP-HR	0.54	0.74	0.92	1.00	1.03	1.06	1.11	1.18	1.43	2.68
TOTAL HC	G/HP-HR	0.11	0.12	0.15	0.18	0.22	0.28	0.39	0.58	0.93	1.97
PART MATTER	G/HP-HR	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.12
TOTAL NOX (AS NO2)	G/KW-HR	6.79	5.91	5.19	4.92	4.96	5.00	5.03	5.04	5.64	9.97
TOTAL CO	G/KW-HR	0.74	1.01	1.24	1.36	1.40	1.44	1.51	1.60	1.94	3.65
TOTAL HC	G/KW-HR	0.14	0.17	0.20	0.24	0.29	0.38	0.53	0.78	1.27	2.68
PART MATTER	G/KW-HR	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.16
TOTAL NOX (AS NO2)	LB/HR	49.81	39.03	30.49	25.31	21.89	18.38	14.79	11.12	8.30	7.34
TOTAL CO	LB/HR	5.42	6.69	7.31	6.99	6.16	5.31	4.43	3.53	2.86	2.68
TOTAL HC	LB/HR	1.05	1.10	1.16	1.22	1.39	1.56	1.73	1.73	1.97	1.97
TOTAL CO2	LB/HR	4,824	4,434	4,010	3,540	3,033	2,522	2,053	1,592	1,138	687
PART MATTER	LB/HR	0.12	0.19	0.24	0.30	0.34	0.36	0.37	0.34	0.26	0.12
OXYGEN IN EXH	%	10.1	10.7	11.2	11.5	11.7	11.9	12.3	12.9	14.0	15.7
DRY SMOKE OPACITY	%	0.1	0.5	1.0	1.7	2.5	3.3	4.0	4.3	3.5	1.0
BOSCH SMOKE NUMBER		0.68	0.71	0.76	0.83	0.90	0.98	1.04	1.07	0.99	0.76

RATED SPEED POTENTIAL SITE VARIATION: 1500 RPM

GENSET POWER WITHOUT FAN ENGINE POWER	EKW BKW	3,200.0 3,368	2,880.0 3,032	2,560.0 2,695	2,240.0 2,358	1,920.0 2,021	1,600.0 1,684	1,280.0 1,347	960.0 1,011	640.0 674	320.0 337
PERCENT LOAD	%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
TOTAL NOX (AS NO2)	G/HR	27,113	21,246	16,598	13,779	11,915	10,006	8,052	6,053	4,518	3,993
TOTAL CO	G/HR	4,423	5,460	5,970	5,710	5,030	4,331	3,615	2,880	2,332	2,192
TOTAL HC	G/HR	635	664	699	739	784	839	929	1,043	1,128	1,189
PART MATTER	G/HR	74.3	117.8	155.3	188.0	214.0	231.4	234.0	215.7	165.9	73.3
TOTAL NOX (AS NO2)	MG/NM3 (CORR 5% O2)	2,816.0	2,359.2	2,045.3	1,907.7	1,916.3	1,965.5	1,926.3	1,855.2	2,043.7	2,803.1
TOTAL CO	MG/NM3 (CORR 5% O2)	458.9	625.3	748.1	806.7	830.5	853.0	874.3	894.4	1,062.7	1,539.9
TOTAL HC	MG/NM3 (CORR 5% O2)	57.2	62.7	74.0	89.5	111.7	143.2	195.8	283.8	445.8	723.4
PART MATTER	MG/NM3 (CORR 5% O2)	6.5	10.8	16.1	22.9	30.6	39.1	48.0	57.5	59.7	46.2
TOTAL NOX (AS NO2)	MG/NM3 (CORR 15% O2)	1,044.9	875.4	759.0	707.9	711.1	729.4	714.8	688.4	758.3	1,040.2
TOTAL CO	MG/NM3 (CORR 15% O2)	170.3	232.0	277.6	299.4	308.2	316.5	324.4	331.9	394.3	571.4
TOTAL HC	MG/NM3 (CORR 15% O2)	21.2	23.3	27.4	33.2	41.4	53.1	72.7	105.3	165.4	268.4
PART MATTER	MG/NM3 (CORR 15% O2)	2.4	4.0	6.0	8.5	11.4	14.5	17.8	21.3	22.1	17.1
TOTAL NOX (AS NO2)	PPM (CORR 5% O2)	1,372	1,149	996	929	933	957	938	904	995	1,365
TOTAL CO	PPM (CORR 5% O2)	367	500	598	645	664	682	699	716	850	1,232
TOTAL HC	PPM (CORR 5% O2)	107	117	138	167	209	267	366	530	832	1,350
TOTAL NOX (AS NO2)	PPM (CORR 15% O2)	509	426	370	345	346	355	348	335	369	507
TOTAL CO	PPM (CORR 15% O2)	136	186	222	239	247	253	260	266	315	457
TOTAL HC	PPM (CORR 15% O2)	40	43	51	62	77	99	136	197	309	501
TOTAL NOX (AS NO2)	G/HP-HR	5.99	5.21	4.58	4.35	4.38	4.41	4.44	4.45	4.98	8.80
TOTAL CO	G/HP-HR	0.98	1.34	1.65	1.80	1.85	1.91	1.99	2.12	2.57	4.83
TOTAL HC	G/HP-HR	0.14	0.16	0.19	0.23	0.29	0.37	0.52	0.77	1.24	2.62
PART MATTER	G/HP-HR	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.16
TOTAL NOX (AS NO2)	G/KW-HR	8.14	7.09	6.23	5.91	5.96	6.00	6.03	6.05	6.77	11.97
TOTAL CO	G/KW-HR	1.33	1.82	2.24	2.45	2.52	2.60	2.71	2.88	3.49	6.57
TOTAL HC	G/KW-HR	0.19	0.22	0.26	0.32	0.39	0.50	0.70	1.04	1.69	3.56
PART MATTER	G/KW-HR	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.22
TOTAL NOX (AS NO2)	LB/HR	59.77	46.84	36.59	30.38	26.27	22.06	17.75	13.34	9.96	8.80
TOTAL CO	LB/HR	9.75	12.04	13.16	12.59	11.09	9.55	7.97	6.35	5.14	4.83
TOTAL HC	LB/HR	1.40	1.46	1.54	1.63	1.73	1.85	2.07	2.30	2.49	2.62
PART MATTER	LB/HR	0.16	0.26	0.34	0.41	0.47	0.51	0.52	0.48	0.37	0.16

Regulatory Information [Top](#)

NON-CERTIFIED	1970 - 2100
THIS ENGINE RATING IS NOT EMISSIONS CERTIFIED BY ANY DOMESTIC OR FOREIGN AGENCY.	

Altitude Derate Data [Top](#)

Note(s)
ALTITUDE DERATE DATA IS BASED ON THE ASSUMPTION OF A 20 DEGREES CELSIUS(36 DEGREES FAHRENHEIT) DIFFERENCE BETWEEN AMBIENT OPERATING TEMPERATURE AND ENGINE INLET SCAC TEMPERATURE. AMBIENT

STANDARD

ALTITUDE CORRECTED POWER CAPABILITY (BKW)														
AMBIENT OPERATING TEMP (C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	NORMAL
ALTITUDE (M)														
0	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,200	2,872	2,773	3,368
250	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,306	3,099	2,854	2,773	3,368
500	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,118	2,873	2,822	2,774	3,368
750	3,368	3,368	3,368	3,365	3,366	3,365	3,364	3,364	3,339	3,071	2,873	2,821	2,771	3,365
1,000	3,341	3,342	3,344	3,343	3,341	3,338	3,336	3,333	3,228	3,001	2,875	2,820	2,762	3,341
1,250	3,308	3,309	3,304	3,299	3,295	3,289	3,284	3,278	3,030	2,927	2,878	2,819	2,745	3,297
1,500	3,212	3,214	3,210	3,207	3,203	3,199	3,195	3,191	3,000	2,931	2,872	2,805	2,731	3,206
1,750	3,081	3,081	3,079	3,076	3,073	3,070	3,068	3,064	2,925	2,867	2,800	2,715	2,633	3,076
2,000	2,939	2,939	2,938	2,936	2,934	2,932	2,930	2,927	2,834	2,766	2,692	2,605	2,516	2,936
2,250	2,858	2,859	2,857	2,855	2,853	2,852	2,850	2,847	2,764	2,703	2,638	2,559	2,469	2,856
2,500	2,780	2,781	2,780	2,778	2,777	2,776	2,774	2,768	2,697	2,632	2,567	2,498	2,428	2,780

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 69 von 128

AMBIENT OPERATING TEMP (C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	NORMAL
2,750	2,793	2,794	2,793	2,791	2,790	2,788	2,787	2,776	2,702	2,635	2,568	2,501	2,436	2,793
3,000	2,768	2,768	2,767	2,766	2,765	2,763	2,762	2,748	2,676	2,613	2,549	2,488	2,424	2,768
3,250	2,733	2,733	2,732	2,731	2,730	2,729	2,728	2,716	2,660	2,597	2,534	2,475	2,414	2,733
3,500	2,669	2,669	2,669	2,668	2,668	2,668	2,667	2,657	2,617	2,566	2,514	2,457	2,387	2,669
3,750	2,573	2,573	2,574	2,574	2,574	2,574	2,574	2,568	2,547	2,520	2,483	2,429	2,341	2,573
4,000	2,448	2,449	2,449	2,450	2,450	2,451	2,451	2,446	2,433	2,416	2,391	2,348	2,277	2,448
4,250	2,315	2,315	2,316	2,316	2,317	2,317	2,317	2,313	2,301	2,288	2,272	2,252	2,212	2,315
4,500	2,217	2,218	2,219	2,220	2,220	2,221	2,222	2,218	2,210	2,200	2,189	2,179	2,157	2,216

Cross Reference [Top](#)

Test Spec	Setting	Engine Arrangement	Engineering Model	Engineering Model Version	Start Effective Serial Number	End Effective Serial Number
4577023	LL6685	4806566	GS269	-	BXR00001	
4577023	LL6685	5683573	PG325	-	TZ800100	
4577023	LL6686	5683573	PG325	-	TZ800100	

Performance Parameter Reference [Top](#)

Parameters Reference: DM9600 - 14 PERFORMANCE DEFINITIONS PERFORMANCE DEFINITIONS DM9600 APPLICATION: Engine performance tolerance values below are representative of a typical production engine tested in a calibrated dynamometer test cell at SAE J1995 standard reference conditions. Caterpillar maintains ISO9001:2000 certified quality management systems for engine test facilities to assure accurate calibration of test equipment. Engine test data is corrected in accordance with SAE J1995, Additional reference material SAE J1228, J1349, ISO 8665, 3046-1:2002E, 3046-3:1989, 1585, 2534, 2288, and 9249 may apply in part or are similar to SAE J1995. Special engine rating request (SERR) test data shall be noted. PERFORMANCE PARAMETER TOLERANCE FACTORS: Power +/- 3% Torque +/- 3% Exhaust stack temperature +/- 8% Inlet airflow +/- 5% Intake manifold pressure-gage +/- 10% Exhaust flow +/- 6% Specific fuel consumption +/- 3% Fuel rate +/- 5% Specific DEF consumption +/- 3% DEF rate +/- 5% Heat rejection +/- 5% Heat rejection exhaust only +/- 10% Heat rejection CEM only +/- 10% Heat Rejection values based on using treated water. Torque is included for truck and industrial applications, do not use for Gen Set or steady state applications. On C7 - C18 engines, at speeds of 1100 RPM and under these values are provided for reference only, and may not meet the tolerance listed. On 3500 and C175 engines, at speeds below Peak Torque these values are provided for reference only, and may not meet the tolerance listed. These values do not apply to C280/3600. For these models, see the tolerances listed below. C280/3600 HEAT REJECTION TOLERANCE FACTORS: Heat rejection +/- 10% Heat rejection to Atmosphere +/- 50% Heat rejection to Lube Oil +/- 20% Heat rejection to Aftercooler +/- 5% TEST CELL TRANSDUCER TOLERANCE FACTORS: Torque +/- 0.5% Speed +/- 0.2% Fuel flow +/- 1.0% Temperature +/- 2.0 C degrees Intake manifold pressure +/- 0.1 kPa OBSERVED ENGINE PERFORMANCE IS CORRECTED TO SAE J1995 REFERENCE AIR AND FUEL CONDITIONS. REFERENCE ATMOSPHERIC INLET AIR FOR 3500 ENGINES AND SMALLER SAE J1228 AUG2002 for marine engines, and J1995 JAN2014 for other engines, reference atmospheric pressure is 100 kPa (29.61 in hg), and standard temperature is 25deg C (77 deg F) at 30% relative humidity at the stated aftercooler water temp, or inlet manifold temp. FOR 3500 ENGINES Engine rating obtained and presented in accordance with ISO 3046/1 and SAE J1995 JANJAN2014 reference atmospheric pressure is 100 kPa (29.61 in hg), and standard temperature is 25deg C (77 deg F) at 30% relative humidity and 150M altitude at the stated aftercooler water temperature. MEASUREMENT LOCATION FOR INLET AIR TEMPERATURE Location for air temperature measurement air cleaner inlet at stabilized operating conditions. REFERENCE EXHAUST STACK DIAMETER The Reference Exhaust Stack Diameter published with this dataset is only used for the calculation of Smoke Opacity values displayed in this dataset. This value does not necessarily represent the actual stack diameter of the engine due to the variety of exhaust stack adapter options available. Consult the price list, engine order or general dimension drawings for the actual stack diameter size ordered or options available. REFERENCE FUEL DIESEL Reference fuel is #2 distillate diesel with a 35API gravity; A lower heating value is 42,780 KJ/KG (18,390 BTU/LB) when used at 15 deg C (59 deg F), where the density is 850 G/Liter (7.0936 Lbs/Gal). GAS Reference natural gas fuel has a lower heating value of 33.74 KJ/L (905 BTU/CU Ft). Low BTU ratings are based on 18.64 KJ/L (500 BTU/CU FT) lower heating value gas. Propane ratings are based on 87.56 KJ/L (2350 BTU/CU Ft) lower heating value gas. ENGINE POWER (NET) IS THE CORRECTED FLYWHEEL POWER (GROSS) LESS EXTERNAL AUXILIARY LOAD Engine corrected gross output includes the power required to drive standard equipment; lube oil, scavenge lube oil, fuel transfer, common rail fuel, separate circuit aftercooler and jacket water pumps. Engine net power available for the external (flywheel) load is calculated by subtracting the sum of auxiliary load from the corrected gross flywheel out put power. Typical auxiliary loads are radiator cooling fans, hydraulic pumps, air compressors and battery charging alternators. For Tier 4 ratings additional Parasitic losses would also include Intake, and Exhaust Restrictions. ALTITUDE CAPABILITY Altitude capability is the maximum altitude above sea level at standard temperature and standard pressure at which the engine could develop full rated output power on the current performance data set. Standard temperature values versus altitude could be seen on TM2001. When viewing the altitude capability chart the ambient temperature is the inlet air temp at the compressor inlet. Engines with ADEM MEUI and HEUI fuel systems operating at conditions above the defined altitude capability derate for atmospheric pressure and temperature conditions outside the values defined, see TM2001. Mechanical governor controlled unit injector engines require a setting change for operation at conditions above the altitude defined on the engine performance sheet. See your Caterpillar technical representative for non standard ratings. REGULATIONS AND PRODUCT COMPLIANCE TMI Emissions information is presented at 'nominal' and 'Potential Site Variation' values for standard ratings. No tolerances are applied to the emissions data. These values are subject to change at any time. The controlling federal and local emission requirements need to be verified by your Caterpillar technical representative. Customer's may have special emission site requirements that need to be verified by the Caterpillar Product Group engineer. EMISSION CYCLE LIMITS: Cycle emissions Max Limits apply to cycle-weighted averages only. Emissions at individual load points may exceed the cycle-weighted limit. WET & DRY EXHAUST/EMISSIONS DESCRIPTION: Wet - Total exhaust flow or concentration of total exhaust flow Dry - Total exhaust flow minus water vapor or concentration of exhaust flow with water vapor excluded EMISSIONS DEFINITIONS: Emissions : DM1176 EMISSION CYCLE DEFINITIONS 1. For constant-speed marine engines for ship main propulsion, including diesel-electric drive, test cycle E2 shall be applied, for controllable-pitch propeller sets test cycle E2 shall be applied. 2. For propeller-law-operated main and propeller-law-operated auxiliary engines the test cycle E3 shall be applied. 3. For constant-speed auxiliary engines test cycle D2 shall be applied. 4. For variable-speed, variable-load auxiliary engines, not included above, test cycle C1 shall be applied. HEAT REJECTION DEFINITIONS: Diesel Circuit Type and HHV Balance : DM9500 HIGH DISPLACEMENT (HD) DEFINITIONS: 3500: EM1500 RATING DEFINITIONS: Agriculture : TM6008 Fire Pump : TM6009 Generator Set : TM6035 Generator (Gas) : TM6041 Industrial Diesel : TM6010 Industrial (Gas) : TM6040 Irrigation : TM5749 Locomotive : TM6037 Marine Auxiliary : TM6036 Marine Prop (Except 3600) : TM5747 Marine Prop (3600 only) : TM5748 NSHA : TM6042 Oil Field (Petroleum) : TM6011 Off-Highway Truck : TM6039 On-Highway Truck : TM6038 SOUND DEFINITIONS: Sound Power : DM8702 Sound Pressure : TM7080

Date Released : 10/27/21

Caterpillar Confidential: **Green**
Content Owner: Commercial Processes Division
Web Master(s): [PSG Web Based Systems Support](#)
Current Date: 30.1.2024, 13:44:23
© Caterpillar Inc. 2024 All Rights Reserved.
[Data Privacy Statement](#).

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 71 von 128

PERFORMANCE DATA[DM8491]

March 11, 2024

Performance Number: **DM8491**

Change Level: 03

SALES MODEL:	C15	COMBUSTION:	DIRECT INJECTION
BRAND:	CAT	ENGINE SPEED (RPM):	1,500
MACHINE SALES MODEL:		HERTZ:	50
ENGINE POWER (BKW):	458.0	FAN POWER (KW):	23.7
GEN POWER W/O FAN (EKW):	416.0	ASPIRATION:	TA
GEN POWER WITH FAN (EKW):	400.0	AFTERCOOLER TYPE:	ATAAC
COMPRESSION RATIO:	16.1	AFTERCOOLER CIRCUIT TYPE:	JW+OC, AC
RATING LEVEL:	STANDBY	INLET MANIFOLD AIR TEMP (C):	49
PUMP QUANTITY:	1	JACKET WATER TEMP (C):	89
FUEL TYPE:	DIESEL	TURBO CONFIGURATION:	SINGLE
MANIFOLD TYPE:	DRY	TURBO QUANTITY:	1
GOVERNOR TYPE:	ELEC	TURBOCHARGER MODEL:	GTA5008BS-53T-1.60
INJECTOR TYPE:	EUI	COMBUSTION STRATEGY:	LOW BSFC
REF EXH STACK DIAMETER (MM):	152	PISTON SPD @ RATED ENG SPD (M/SEC):	8.6
MAX OPERATING ALTITUDE (M):	1,000		

INDUSTRY	SUBINDUSTRY	APPLICATION
ELECTRIC POWER	STANDARD	PACKAGED GENSET
OIL AND GAS	LAND PRODUCTION	PACKAGED GENSET

General Performance Data

GENSET POWER WITH FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	BRAKE MEAN EFF PRES (BMEP)	BRAKE SPEC FUEL CONSUMPTN (BSFC)	ISO BRAKE SPEC FUEL CONSUMPTN (BSFC)	VOL FUEL CONSUMPTN (VFC)	ISO VOL FUEL CONSUMPTN (VFC)
EKW	%	BKW	KPA	G/BKW-HR	G/BKW-HR	L/HR	L/HR
400.0	100	458	2,413	189.7	187.0	102.3	100.9
360.0	90	410	2,159	190.0	187.3	91.7	90.4
320.0	80	365	1,920	190.3	187.6	81.6	80.5
300.0	75	343	1,805	190.5	187.8	76.8	75.7
280.0	70	322	1,693	190.9	188.2	72.2	71.2
240.0	60	280	1,473	192.2	189.5	63.3	62.4
200.0	50	239	1,257	194.3	191.6	54.6	53.8
160.0	40	198	1,040	197.7	194.9	45.9	45.3
120.0	30	156	821	203.4	200.5	37.3	36.8
100.0	25	135	710	207.9	204.9	33.0	32.5
80.0	20	113	597	214.3	211.2	28.6	28.2
40.0	10	69.4	365	240.9	237.5	19.7	19.4

GENSET POWER WITH FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	INLET MFLD PRES	INLET MFLD TEMP	EXH MFLD TEMP	EXH MFLD PRES	ENGINE OUTLET TEMP	COMPRESSOR OUTLET PRES	COMPRESSOR OUTLET TEMP
EKW	%	BKW	KPA	DEG C	DEG C	KPA	DEG C	KPA	DEG C
400.0	100	458	189.2	48.0	646.7	1.4	523.6	197	176.6
360.0	90	410	163.6	45.1	623.4	1.2	513.9	170	160.8
320.0	80	365	137.8	41.9	601.4	1.2	503.9	144	144.7
300.0	75	343	125.5	40.4	590.7	1.1	498.5	131	136.6
280.0	70	322	114.0	38.8	580.4	1.1	492.0	120	128.4
240.0	60	280	92.5	35.8	560.0	1.1	475.7	97	112.1
200.0	50	239	72.5	32.7	539.9	1.1	455.3	76	96.2
160.0	40	198	53.7	31.1	519.7	1.1	429.7	56	81.0
120.0	30	156	36.8	30.1	499.2	1.0	395.4	39	66.8
100.0	25	135	29.1	29.8	488.9	1.0	374.7	32	59.9
80.0	20	113	22.0	29.5	478.3	1.0	351.0	25	53.4
40.0	10	69.4	11.8	29.1	456.7	1.1	284.4	14	43.7

General Performance Data (Continued)

GENSET POWER WITH FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	WET INLET AIR VOL FLOW RATE	ENGINE OUTLET WET EXH GAS VOL FLOW RATE	WET INLET AIR MASS FLOW RATE	WET EXH GAS MASS FLOW RATE	ENGINE OUTLET WET EXH VOL FLOW RATE (0 DEG C AND 101 KPA)	ENGINE OUTLET DRY EXH VOL FLOW RATE (0 DEG C AND 101 KPA)
EKW	%	BKW	M3/MIN	M3/MIN	KG/HR	KG/HR	M3/MIN	M3/MIN
400.0	100	458	29.3	79.4	1,983.3	2,070.3	27.2	24.5
360.0	90	410	27.0	72.0	1,823.9	1,901.8	25.0	22.6

Page 1 of 6



PERFORMANCE DATA[DM8491]

March 11, 2024

320.0	80	365	24.6	64.8	1,663.3	1,732.7	22.8	20.6
300.0	75	343	23.4	61.3	1,585.0	1,650.3	21.7	19.7
280.0	70	322	22.3	57.8	1,510.4	1,571.7	20.6	18.7
240.0	60	280	20.2	51.0	1,365.3	1,419.0	18.6	16.9
200.0	50	239	18.1	44.5	1,224.2	1,270.6	16.7	15.2
160.0	40	198	16.1	38.3	1,092.2	1,131.3	14.9	13.6
120.0	30	156	14.4	32.3	972.4	1,004.1	13.2	12.2
100.0	25	135	13.5	29.5	916.6	944.7	12.4	11.5
80.0	20	113	12.8	26.7	864.4	888.7	11.7	10.9
40.0	10	69.4	11.6	21.6	788.7	805.4	10.6	10.0

Heat Rejection Data

GENSET POWER WITH FAN	PERCENT LOAD	ENGINE POWER	REJECTION TO JACKET WATER	REJECTION TO ATMOSPHERE	REJECTION TO EXH	EXH RECOVERY TO 177C	FROM OIL COOLER	FROM AFTERCOOLER	WORK ENERGY	LOW HEAT VALUE ENERGY	HIGH HEAT VALUE ENERGY
EKW	%	BKW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW
400.0	100	458	151	43.6	377	215	55.0	71.3	458	1,034	1,101
360.0	90	410	137	41.8	338	192	49.3	58.9	410	926	967
320.0	80	365	126	39.3	301	169	43.9	47.7	365	825	879
300.0	75	343	120	37.9	283	158	41.3	42.6	343	776	827
280.0	70	322	115	37.0	266	147	38.9	37.8	322	730	777
240.0	60	280	106	35.2	231	126	34.1	29.1	280	639	681
200.0	50	239	96.3	33.3	197	105	29.4	21.7	239	551	587
160.0	40	198	86.6	30.3	165	84.1	24.7	15.2	198	464	494
120.0	30	156	76.9	25.8	133	64.0	20.1	10.0	156	377	401
100.0	25	135	71.9	22.8	117	54.3	17.7	7.7	135	333	355
80.0	20	113	65.8	20.3	102	44.7	15.4	5.8	113	289	308
40.0	10	69.4	50.5	16.3	72.1	24.6	10.6	3.2	69.4	199	212

Emissions Data

DIESEL

RATED SPEED NOMINAL DATA: 1500 RPM

GENSET POWER WITH FAN	EKW	400.0	300.0	200.0	100.0	40.0
PERCENT LOAD	%	100	75	50	25	10
ENGINE POWER	BKW	458	343	239	135	69.4
TOTAL NOX (AS NO2)	G/HR	4,114	3,251	2,992	1,850	1,145
TOTAL CO	G/HR	204	123	86	78	123
TOTAL HC	G/HR	7	13	19	14	17
TOTAL CO2	KG/HR	272	203	144	87	52
PART MATTER	G/HR	11.3	14.4	17.6	10.5	9.7
TOTAL NOX (AS NO2) (CORR 5% O2)	MG/NM3	3,458.8	3,696.7	4,726.5	4,738.7	4,807.9
TOTAL CO (CORR 5% O2)	MG/NM3	171.2	136.3	140.4	205.4	579.1
TOTAL HC (CORR 5% O2)	MG/NM3	5.2	13.3	26.8	32.9	69.1
PART MATTER (CORR 5% O2)	MG/NM3	7.8	13.8	22.2	22.5	39.4
TOTAL NOX (AS NO2) (CORR 5% O2)	PPM	1,685	1,801	2,302	2,308	2,342
TOTAL CO (CORR 5% O2)	PPM	137	109	112	164	463
TOTAL HC (CORR 5% O2)	PPM	10	25	50	61	129
TOTAL NOX (AS NO2) (CORR 5% O2)	G/HP-HR	6.79	7.17	9.44	10.32	12.40
TOTAL CO (CORR 5% O2)	G/HP-HR	0.34	0.27	0.27	0.43	1.34
TOTAL HC (CORR 5% O2)	G/HP-HR	0.01	0.03	0.06	0.08	0.19
PART MATTER (CORR 5% O2)	G/HP-HR	0.02	0.03	0.06	0.06	0.11
TOTAL NOX (AS NO2) (CORR 5% O2)	LB/HR	9.07	7.17	6.60	4.08	2.52
TOTAL CO (CORR 5% O2)	LB/HR	0.45	0.27	0.19	0.17	0.27
TOTAL HC (CORR 5% O2)	LB/HR	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04
TOTAL CO2 (CORR 5% O2)	LB/HR	600	448	318	193	115
PART MATTER (CORR 5% O2)	LB/HR	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02
OXYGEN IN EXH	%	8.2	8.9	9.8	12.0	14.7
DRY SMOKE OPACITY	%	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4
BOSCH SMOKE	%	0.08	0.16	0.26	0.21	0.08

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 73 von 128

PERFORMANCE DATA[DM8491]

March 11, 2024

NUMBER

RATED SPEED POTENTIAL SITE VARIATION: 1500 RPM

GENSET POWER WITH FAN	EKW	400.0	300.0	200.0	100.0	40.0
PERCENT LOAD	%	100	75	50	25	10
ENGINE POWER	BKW	458	343	239	135	69.4
TOTAL NOX (AS NO2)	G/HR	4,978	3,934	3,620	2,239	1,386
TOTAL CO	G/HR	381	229	162	145	231
TOTAL HC	G/HR	13	25	36	27	33
PART MATTER	G/HR	22.0	28.0	34.3	20.5	19.0
TOTAL NOX (AS NO2) (CORR 5% O2)	MG/NM3	4,185.1	4,473.0	5,719.1	5,733.8	5,817.5
TOTAL CO (CORR 5% O2)	MG/NM3	320.1	254.8	262.5	384.1	1,083.0
TOTAL HC (CORR 5% O2)	MG/NM3	9.7	25.2	50.7	62.1	130.6
PART MATTER (CORR 5% O2)	MG/NM3	15.1	27.0	43.3	43.9	76.8
TOTAL NOX (AS NO2) (CORR 5% O2)	PPM	2,039	2,179	2,786	2,793	2,834
TOTAL CO (CORR 5% O2)	PPM	256	204	210	307	866
TOTAL HC (CORR 5% O2)	PPM	18	47	95	116	244
TOTAL NOX (AS NO2)	G/HP-HR	8.22	8.67	11.42	12.49	15.01
TOTAL CO	G/HP-HR	0.63	0.50	0.51	0.81	2.50
TOTAL HC	G/HP-HR	0.02	0.05	0.11	0.15	0.35
PART MATTER	G/HP-HR	0.04	0.06	0.11	0.11	0.21
TOTAL NOX (AS NO2)	LB/HR	10.98	8.67	7.98	4.94	3.05
TOTAL CO	LB/HR	0.84	0.51	0.36	0.32	0.51
TOTAL HC	LB/HR	0.03	0.05	0.08	0.06	0.07
PART MATTER	LB/HR	0.05	0.06	0.08	0.05	0.04

Regulatory Information

NON-CERTIFIED	1970 - 2100
THIS ENGINE RATING IS NOT EMISSIONS CERTIFIED BY ANY DOMESTIC OR FOREIGN AGENCY.	

Altitude Derate Data

STANDARD

ALTITUDE CORRECTED POWER CAPABILITY (BKW)

AMBIENT OPERATING TEMP (C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	NORMAL
ALTITUDE (M)														
0	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458
250	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	457	450	458
500	458	458	458	458	458	458	458	458	458	457	450	443	436	458
750	458	458	458	458	458	458	458	457	450	443	436	429	423	458
1,000	458	458	458	458	458	458	450	443	436	429	423	416	410	458
1,250	458	458	458	458	451	444	436	429	422	416	409	403	397	455
1,500	458	458	452	445	437	430	423	416	409	403	396	390	385	443
1,750	454	446	438	431	423	416	409	403	396	390	384	378	372	431
2,000	440	432	424	417	410	403	396	390	384	377	372	366	360	420
2,250	426	418	410	403	396	390	383	377	371	365	360	354	349	409
2,500	412	404	397	390	384	377	371	365	359	353	348	343	338	398
2,750	398	391	384	378	371	365	359	353	347	342	337	332	327	387
3,000	385	378	372	365	359	353	347	341	336	331	326	321	316	376
3,250	372	366	359	353	347	341	336	330	325	320	315	310	305	366
3,500	360	353	347	341	335	330	324	319	314	309	304	300	295	356
3,750	348	342	336	330	324	319	313	308	303	299	294	290	285	346
4,000	336	330	324	319	313	308	303	298	293	288	284	280	276	336
4,250	325	319	313	308	302	297	292	288	283	279	274	270	266	327
4,500	313	308	302	297	292	287	282	278	273	269	265	261	257	317

Page 3 of 6



PERFORMANCE DATA[DM8491]

March 11, 2024

Cross Reference

Test Spec	Setting	Engine Arrangement	Engineering Model	Engineering Model Version	Start Effective Serial Number	End Effective Serial Number
OK7112	PP5584	2729736	GS281	-	FFH00001	
OK7112	PP5584	2864915	GS281	-	FTH00001	
OK7112	PP5584	2864918	GS281	-	FTH00001	
OK7112	PP5584	2864919	GS281	-	FTH00001	
OK7112	PP5584	3823732	GS281	-	FTH00001	
OK7112	PP5584	3823733	GS281	-	FTH00001	
OK7112	PP5584	4607410	GS281	-	FTH00001	
OK7112	PP5584	4607411	GS281	-	FTH00001	
5643902	PP7453	5787140	GS624	XJ	LXL00001	
5643902	PP7453	5787141	GS624	XJ	LXL00001	

Performance Parameter Reference

Parameters Reference:DM9600-14 PERFORMANCE DEFINITIONS

PERFORMANCE DEFINITIONS DM9600

APPLICATION:

Engine performance tolerance values below are representative of a typical production engine tested in a calibrated dynamometer test cell at SAE J1995 standard reference conditions. Caterpillar maintains ISO9001:2000 certified quality management systems for engine test facilities to assure accurate calibration of test equipment. Engine test data is corrected in accordance with SAE J1995. Additional reference material SAE J1228, J1349, ISO 8665, 3046-1:2002E, 3046-3:1989, 1585, 2534, 2288, and 9249 may apply in part or are similar to SAE J1995. Special engine rating request (SERR) test data shall be noted.

PERFORMANCE PARAMETER TOLERANCE FACTORS:

Power +/- 3%
Torque +/- 3%
Exhaust stack temperature +/- 8%
Inlet airflow +/- 5%
Intake manifold pressure-gage +/- 10%
Exhaust flow +/- 6%
Specific fuel consumption +/- 3%
Fuel rate +/- 5%
Specific DEF consumption +/- 3%
DEF rate +/- 5%
Heat rejection +/- 5%
Heat rejection exhaust only +/- 10%
Heat rejection CEM only +/- 10%
Heat Rejection values based on using treated water.
Torque is included for truck and industrial applications, do not use for Gen Set or steady state applications.
On C7 - C18 engines, at speeds of 1100 RPM and under these values are provided for reference only, and may not meet the tolerance listed.
On 3500 and C175 engines, at speeds below Peak Torque these values are provided for reference only, and may not meet the tolerance listed.

These values do not apply to C280/3600. For these models, see the tolerances listed below.

C280/3600 HEAT REJECTION TOLERANCE FACTORS:

Heat rejection +/- 10%
Heat rejection to Atmosphere +/- 50%
Heat rejection to Lube Oil +/- 20%
Heat rejection to Aftercooler +/- 5%

TEST CELL TRANSDUCER TOLERANCE FACTORS:

Torque +/- 0.5%
Speed +/- 0.2%
Fuel flow +/- 1.0%
Temperature +/- 2.0 C degrees
Intake manifold pressure +/- 0.1 kPa

OBSERVED ENGINE PERFORMANCE IS CORRECTED TO SAE J1995 REFERENCE AIR AND FUEL CONDITIONS.

REFERENCE ATMOSPHERIC INLET AIR
FOR 3500 ENGINES AND SMALLER

SAE J1228 AUG2002 for marine engines, and J1995 JAN2014 for other engines, reference atmospheric pressure is 100 KPa (29.61 in hg), and standard temperature is 25deg C (77 deg F) at 30% relative humidity at the stated aftercooler water temp, or inlet manifold

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 75 von 128

PERFORMANCE DATA[DM8491]

March 11, 2024

temp.
FOR 3600 ENGINES
Engine rating obtained and presented in accordance with ISO 3046/1
and SAE J1995 JANJAN2014 reference atmospheric pressure is 100
KPA (29.61 in hg), and standard temperature is 25deg C (77 deg F)
at 30% relative humidity and 150M altitude at the stated
aftercooler water temperature.
MEASUREMENT LOCATION FOR INLET AIR TEMPERATURE
Location for air temperature measurement air cleaner inlet at
stabilized operating conditions.
REFERENCE EXHAUST STACK DIAMETER
The Reference Exhaust Stack Diameter published with this dataset
is only used for the calculation of Smoke Opacity values displayed
in this dataset. This value does not necessarily represent the
actual stack diameter of the engine due to the variety of exhaust
stack adapter options available. Consult the price list, engine
order or general dimension drawings for the actual stack diameter
size ordered or options available.
REFERENCE FUEL
DIESEL
Reference fuel is #2 distillate diesel with a 35API gravity.
A lower heating value is 42,780 KJ/KG (18,390 BTU/LB) when used at
15 deg C (59 deg F), where the density is
850 G/Liter (7.0936 Lbs/Gal).
GAS
Reference natural gas fuel has a lower heating value of 33.74 KJ/L
(905 BTU/CU FT). Low BTU ratings are based on 18.64 KJ/L (500
BTU/CU FT) lower heating value gas. Propane ratings are based on
87.56 KJ/L (2350 BTU/CU FT) lower heating value gas.
ENGINE POWER (NET) IS THE CORRECTED FLYWHEEL POWER (GROSS) LESS
EXTERNAL AUXILIARY LOAD
Engine corrected gross output includes the power required to drive
standard equipment; lube oil, scavenge lube oil, fuel transfer,
common rail fuel, separate circuit aftercooler and jacket water
pumps. Engine net power available for the external (flywheel)
load is calculated by subtracting the sum of auxiliary load from
the corrected gross flywheel out put power. Typical auxiliary
loads are radiator cooling fans, hydraulic pumps, air compressors
and battery charging alternators. For Tier 4 ratings additional
Parasitic losses would also include Intake, and Exhaust
Restrictions.
ALTITUDE CAPABILITY
Altitude capability is the maximum altitude above sea level at
standard temperature and standard pressure at which the engine
could develop full rated output power on the current performance
data set.
Standard temperature values versus altitude could be seen on
TM2001.
When viewing the altitude capability chart the ambient temperature
is the inlet air temp at the compressor inlet.
Engines with ADEM MEUI and HEUI fuel systems operating at
conditions above the defined altitude capability derate for
atmospheric pressure and temperature conditions outside the values
defined, see TM2001.
Mechanical governor controlled unit injector engines require a
setting change for operation at conditions above the altitude
defined on the engine performance sheet. See your Caterpillar
technical representative for non standard ratings.
REGULATIONS AND PRODUCT COMPLIANCE
TMI Emissions information is presented at 'nominal' and 'Potential
Site Variation' values for standard ratings. No tolerances are
applied to the emissions data. These values are subject to change
at any time. The controlling federal and local emission
requirements need to be verified by your Caterpillar technical
representative.
Customer's may have special emission site requirements that need
to be verified by the Caterpillar Product Group engineer.
EMISSION CYCLE LIMITS:
Cycle emissions Max Limits apply to cycle-weighted averages only.
Emissions at individual load points may exceed the cycle-weighted
limit.
WET & DRY EXHAUST/EMISSIONS DESCRIPTION:
Wet - Total exhaust flow or concentration of total exhaust flow
Dry - Total exhaust flow minus water vapor or concentration of exhaust
flow with water vapor excluded
EMISSIONS DEFINITIONS:
Emissions - DM1176
EMISSION CYCLE DEFINITIONS
1. For constant-speed marine engines for ship main propulsion,
including diesel-electric drive, test cycle E2 shall be applied,
for controllable-pitch propeller sets
test cycle E2 shall be applied.
2. For propeller-law-operated main and propeller-law-operated
auxiliary engines the test cycle E3 shall be applied.
3. For constant-speed auxiliary engines test cycle D2 shall be
applied.
4. For variable-speed, variable-load auxiliary engines, not
included above, test cycle C1 shall be applied.

Page 5 of 6

PERFORMANCE DATA[DM8491]

March 11, 2024

HEAT REJECTION DEFINITIONS:
Diesel Circuit Type and HHV Balance : DM9500
HIGH DISPLACEMENT (HD) DEFINITIONS:
3500: EM1500
RATING DEFINITIONS:
Agriculture : TM6008
Fire Pump : TM6009
Generator Set : TM6035
Generator (Gas) : TM6041
Industrial Diesel : TM6010
Industrial (Gas) : TM6040
Irrigation : TM5749
Locomotive : TM6037
Marine Auxiliary : TM6036
Marine Prop (Except 3600) : TM5747
Marine Prop (3600 only) : TM5748
MSHA : TM6042
Oil Field (Petroleum) : TM6011
Off-Highway Truck : TM6039
On-Highway Truck : TM6038
SOUND DEFINITIONS:
Sound Power : DM8702
Sound Pressure : TM7080
Date Released : 10/27/21

A 3 Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft Nr. 5.5

Die Bestimmung der erforderlichen Kaminhöhe zur Einhaltung des ungestörten Abtransportes und der ausreichenden Verdünnung soll gemäß VDI Richtlinie 3781 Bl. 4 [8] erfolgen.

A 3.1 Mindestkaminhöhe für den ungestörten Abtransport der Abgase nach VDI 3781 Blatt 4

Nahe stehende hohe Einzelgebäude und Dachaufbauten können die Strömung negativ beeinflussen, so dass die freie Ableitung der Abluft nicht mehr gewährleistet ist. TA Luft 2021 Nr. 5.5.2.2 schlägt zur Bewertung der freien Abströmung die Richtlinie VDI 3781 Bl. 4 [8] vor. Die Bestimmung der Mündungshöhe unterteilt sich in VDI 3781 Bl. 4 in die Berechnung der Mindestkaminhöhe für den ungestörten Abtransport der Abgase (Kap 6.2) und für die ausreichende Verdünnung der Abgase (Kap 6.3). Details der Berechnung sind im Anhang A 3 dargestellt.

Eine Voraussetzung für die ungestörte Ableitung der Abgase in die freie Luftströmung ist, dass sich die Kaminmündung oberhalb der Wirbelzone von Gebäuden befindet. Die Höhe der Wirbelzone ist keine scharfe Grenze. Dem wird durch Berücksichtigung des additiven Terms $H_{\bar{U}}$ Rechnung getragen. Dieser wird nach Konvention folgendermaßen festgelegt:

Tabelle A 1: Additiver Term $H_{\bar{U}}$ in Abhängigkeit von der Leistung einer Feuerungsanlage bzw. dem Q/S-Wert des Emissionsmassenstroms.

Feuerungsanlagen	Andere als Feuerungsanlagen	$H_{\bar{U}}$
$Q_N \leq 400 \text{ kW}$	$Q/S \leq 0,2$	0,4 m
$Q_N > 400 \text{ kW bis } Q_F < 1 \text{ MW}$	$0,2 < Q/S \leq 1$	1,0 m
$Q_F \geq 1 \text{ MW}$	$Q/S > 1$	3,0 m

Für Anlagen der 31. BImSchV (Lösemittel) gilt generell $H_{\bar{U}} = 3 \text{ m}$.

Nach VDI 3781 Blatt 4 [8] hängt die notwendige Mündungshöhe von den Abmessungen der Rezirkulationszone eines Gebäudes und der Position der Abgasableiteinrichtung ab. Die Mündung der Abgasableiteinrichtung muss außerhalb der Rezirkulationszone eines Gebäudes liegen.

Es muss die Höhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase berechnet werden. Hierfür wird zunächst H_{A1} bestimmt, d. h. die erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableiteinrichtung für den ungestörten Abtransport der Abgase für ein Einzelgebäude in m.

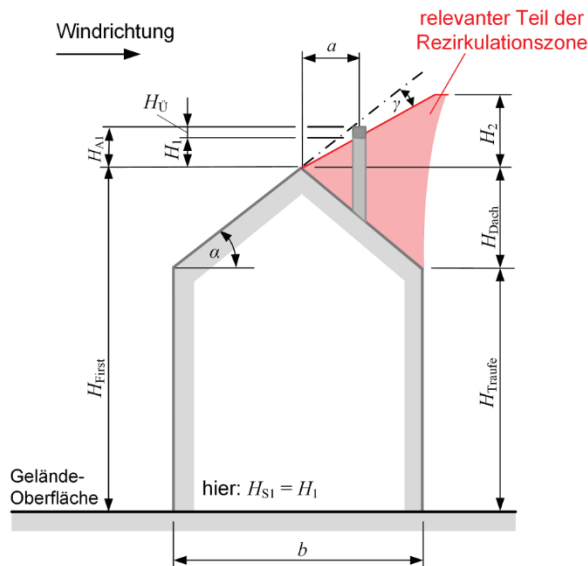


Abbildung A 1: Prinzipbild zur Berechnung der Kaminhöhe an einem Gebäude. Quelle: VDI 3781 Bl. 4.

Zur Bestimmung der maximalen Höhe der Rezirkulationszone werden zunächst die Hilfsgrößen H_1 und H_2 berechnet:

$$H_1 = a \cdot \tan(\alpha - \gamma) \quad [\text{bei geneigten Dächern, Berechnung bei Flachdächern siehe unten}]$$

$$H_2 = f \cdot H_{\text{Dach}}$$
 [bei geneigten Dächern, Berechnung bei Flachdächern siehe unten]

Die Bestimmung von H_{A1} erfolgt prinzipiell in Abhängigkeit vom Dachneigungswinkel in ° [α], dem horizontalen Abstand zwischen der Mitte des Austrittsquerschnitts der Abgasableitinrichtung und dem First in m [a] und der Dachneigungskorrektur in ° [γ] folgendermaßen:

$$H_{S1} = \min(H_1, H_2)$$

$$H_{A1} = H_{S1} + H_{\ddot{U}}$$

H_{01} ist ein additiver Term, der abhängig von der Feuerungswärmeleistung bzw. der Nennwärmeleistung Werte von 0,4 m ($Q_N < 400$ kW), 1 m ($Q_N > 400$ kW bis $Q_F < 1$ MW) und 3 m ($Q_F > 1$ MW oder andere als Feuerungsanlagen) annehmen kann, und der Tatsache Rechnung trägt, dass der obere Rand der Zirkulationszone keine scharfe Grenze bildet, sondern eine Grenzschicht mit einer gewissen Dicke darstellt. Bei Satteldächern mit Dachneigungen kleiner 20° und Flachdächern ist für die Berechnung von H_{S1} als Konvention ein fiktives Dach mit einer Dachneigung von $\alpha = 20^\circ$ zugrunde zu legen (20° -Regel).

Für Flachdächer sind $H_{\text{Dach}} = 0$, $a = 0$ und für Dachneigungen $< 20^\circ$ ist immer $\gamma = 0$.

H_1 und H_2 berechnen sich bei symmetrischen Satteldächern wie folgt:

$$H_1 = \left(a + \frac{b}{2} \right) \cdot \tan 20^\circ - H_{\text{Dach}}$$

$$H_2 = (1 + f) \cdot \frac{b}{2} \cdot \tan 20^\circ - H_{\text{Dach}}$$

In den beiden Gleichungen bedeuten ***b*** die Breite der Giebelseite des Gebäudes und ***H_{Dach}*** die Höhe des realen Dachs (Abstand zw. First- und Traufhöhe).

Bei Flachdächern und Dächern mit Dachneigung $< 20^\circ$ ist die Mündungshöhe zusätzlich nach folgender Gleichung zu berechnen. Die geringere Höhe aus H_{A1} und $H_{A1,F}$ ist anschließend zu verwenden.

$$H_{A1,F} = G \cdot \sqrt[3]{H_{\text{First}}^2 + H_{\ddot{U}}}$$

Dabei ist

$H_{A1,F}$ die erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableitinrichtung über First für den ungestörten Abtransport der Abgase für ein Einzelgebäude mit Flachdach in m

G der Skalierungsparameter: $G = 1,3 \text{ m}^{1/3}$

Die Gesamthöhe der Abgasableitinrichtung (Geländeoberfläche bis Mündungshöhe) sollte nicht größer sein als die doppelte Gebäudehöhe. Bei Flachdächern wird die Firsthöhe der Traufhöhe gleichgesetzt.

A 3.2 Berücksichtigung höherer vorgelagerter Gebäude gemäß VDI 3781 Blatt 4

In der VDI Richtlinie 3781 Blatt 4 [8] wird für den ungestörten Abtransport der Abgase eine Rezirkulationszone definiert, in der im Lee von vorgelagerten Gebäuden oder Dachaufbauten Abgase zum Boden hinuntergemischt werden können. Die Ausdehnung der Rezirkulationszone ab der windabgewandten Seite berechnet sich in Anlehnung an VDI 3783 Blatt 10 [21] wie folgt:

$$l_{RZ} = \frac{1,75 \cdot l_{eff}}{1 + 0,25 \cdot \frac{l_{eff}}{H_{First,V}}}$$

mit $\sin(\alpha)$

$\cos(\alpha)$

Windrichtung

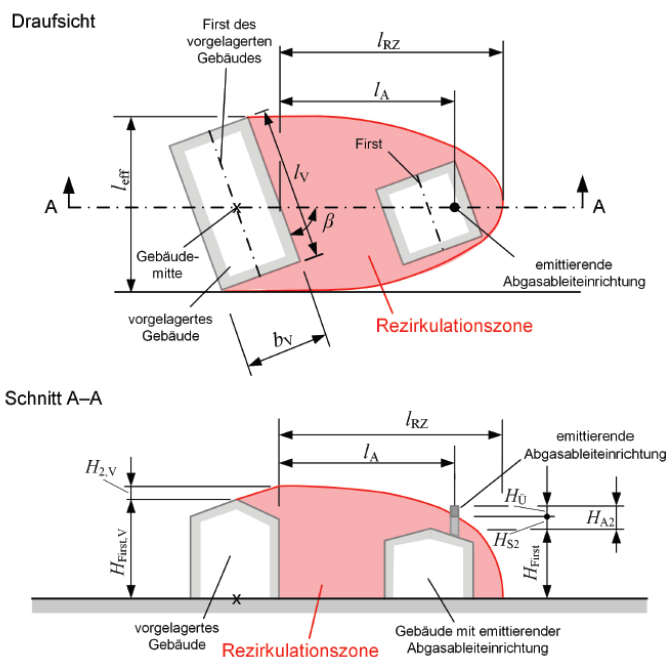


Abbildung A 2: Schematische Darstellung der Rezirkulationszone nach VDI 3781 Blatt 4 [8].

Dabei ist

H_{A2} Höhe des Kamins über dem First, mit additivem Term H_0 in m

H_{S2} Höhe der Rezirkulationszone über dem First in m

H_{First} Firsthöhe des Gebäudes am Kamin in m (bei Flachdach Traufhöhe)

$H_{First,V}$ Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes in m

$H_{2,V}$ Höhe der Rezirkulationszone über dem First des vorgelagerten Gebäudes in m

H_0 Additiver Term in m, berücksichtigt den Übergangsbereich an der Rezirkulationszone

l_A Abstand Kamin-vorgelagertes Gebäude in m

l_{RZ} die horizontale Ausdehnung der Rezirkulationszone eines Gebäudes in m,

- l_{Eff} die effektive Länge eines vorgelagerten Gebäudes (quer zur Verbindungslinie Quelle-Gebäude-
mitte) in m,
 l_v Länge des vorgelagerten Gebäudes in m,
 b_v Breite des vorgelagerten Gebäudes in m,
 β der horizontale Winkel zwischen einem vorgelagerten Gebäude und Richtung der Abgasab-
leiteinrichtung ($\beta \leq 90^\circ$) in °

Ist die horizontale Entfernung der Abgasableiteinrichtung von der ihr zugewandten Seite des vorgelagerten Gebäudes $l_A \geq l_{RZ}$, muss der Einfluss des vorgelagerten Gebäudes nicht berücksichtigt werden.

Ein Vertikalschnitt (Schnitt A–A, siehe Abbildung A 2) durch die Rezirkulationszone des vorgelagerten Gebäudes wird als Viertelellipse beschrieben. Damit berechnet sich die Höhe der Rezirkulationszone über First (H_{S2}) zu:

$$H_{S2} = p \cdot (H_{\text{First},V} + H_{2,V}) - H_{\text{First}}$$

mit dem dimensionslosen Interpolationsparameter :

$$p = \sqrt{1 - \frac{l_A^2}{l_{RZ}^2}}$$

Dabei ist

H_{S2} die berechnete Abgasableiteinrichtungshöhe über First ohne additiven Term bei vorgelagerten Gebäuden in m

$H_{2,V}$ die Höhe H_2 der Rezirkulationszone am vorgelagerten Gebäude über First des Gebäudes in m

H_{First} die Firsthöhe des Gebäudes mit der Abgasableiteinrichtung in m

l_A die horizontale Entfernung der Abgasableiteinrichtung von einem vorgelagerten Gebäude in m

Für Abgasableiteinrichtungen im Abstand l_A innerhalb der Rezirkulationszone ($l_A \leq l_{RZ}$) ergibt sich die erforderliche Mündungshöhe H_{A2} für den ungestörten Abtransport der Abgase aufgrund vorgelagerter Bebauung durch Addition der Höhe eines Übergangsbereichs $H_{\bar{U}}$ zwischen verwirbelter Strömung in der Rezirkulationszone und laminarer Strömung darüber zu dem Wert für H_{S2} zu

$$H_{A2} = H_{S2} + H_{\bar{U}}$$

A 3.3 Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung gemäß VDI 3781 Blatt 4 Kap. 6.3

Berücksichtigung des Einwirkungsbereichs:

Im Einwirkungsbereich einer Abgasableiteinrichtung ist bei ungestörtem Abtransport der Abgase von einer ausreichenden Verdünnung auszugehen, falls die Mündung der Abgasableiteinrichtung

- die höchste Ebene, auf der Nachbarschaft und Allgemeinheit den Abgasen ausgesetzt werden (Bezugsniveau) und
- gegebenenfalls die Geländeoberfläche um bestimmte Mindesthöhen überragt

Als Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtung gilt eine Kreisfläche um den Mittelpunkt der Mündungsfläche. Für den Radius R des Einwirkungsbereichs gilt:

$$R = \min \left(\begin{array}{l} \min \left((15 + (H_{A2} - 50)) \cdot 2, \right. \\ \left. 50 \right), \min \left(8 + \right. \\ \left. (H_{A2} - 50) \cdot 1, 50 \right), \\ \left. \min \left(\frac{8}{40 + 50} \cdot 10, \right. \right. \\ \left. \left. (10 + \frac{H_{A2} - 50}{10}) \right) \right) \end{array} \right)$$

Innerhalb des Einwirkungsbereichs ist die Höhe der höchsten Oberkante von Zuluftöffnungen und von Fenstern oder Türen zu Räumen, in denen sich Menschen dauerhaft aufhalten, das Bezugsniveau. Die für eine ausreichende Verdünnung der Abgase erforderliche Mindesthöhe über dem Bezugsniveau beträgt in Abhängigkeit vom Einwirkungsbereich die in Tabelle A 2 genannten Werte:

Tabelle A 2: Höhe über dem Bezugsniveau.

Feuerungsanlagen für flüssige oder gasförmige Brennstoffe	Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe	Andere als Feuerungsanlagen: Einwirkungsbereich	H _B
$Q_N \leq 450 \text{ kW}$	$Q_N \leq 50 \text{ kW}$	< 17 m	1 m
$450 \text{ kW} < Q_N \leq 550 \text{ kW}$	$50 \text{ kW} < Q_N \leq 100 \text{ kW}$	17 m - 18 m	2 m
$550 \text{ kW} < Q_N \leq 750 \text{ kW}$	$100 \text{ kW} < Q_N \leq 200 \text{ kW}$	19 m - 22 m	3 m
$750 \text{ kW} < Q_N \leq 1150 \text{ kW}$	$200 \text{ kW} < Q_N \leq 400 \text{ kW}$	23 m - 30 m	4 m
$Q_N > 1150 \text{ kW}$	$Q_N > 400 \text{ kW}$	31 m - 50 m	5 m

Für Anlagen im Anwendungsbereich der 31. BImSchV ist grundsätzlich eine Höhe von 5 m über dem Bezugsniveau auszugehen.

A 4 Grafiken: Ergebnisse der Immissionsprognose

A 4.1 Variante 1: Notbetrieb Volllast

In den folgenden Darstellungen sind Überschreitungen von Kriterien der irrelevanten Zusatzbelastung, soweit in der TA Luft [7] oder der 39. BImSchV [19] angegeben und soweit von der Größenordnung her sinnvoll, farblich markiert.

Aufgrund der geringen Immissionskonzentrationen wird auf die grafische Darstellung der Gesamtstaub-Konzentrationen verzichtet.

Die Abkürzungen in den Bildlegenden sind:

- J00 - Jahresmittel
- S18 - Höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen

Alle Abbildungen stellen die Zusatzbelastungen durch die Anlage bei 8760 Betriebsstunden pro Jahr dar.



Abbildung A 3: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1,5 m Höhe.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 83 von 128



Abbildung A 4: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 4,5 m Höhe.



Abbildung A 5: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 7,5 m Höhe.



Abbildung A 6: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 10,5 m Höhe.



Abbildung A 7: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 13,5 m Höhe.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

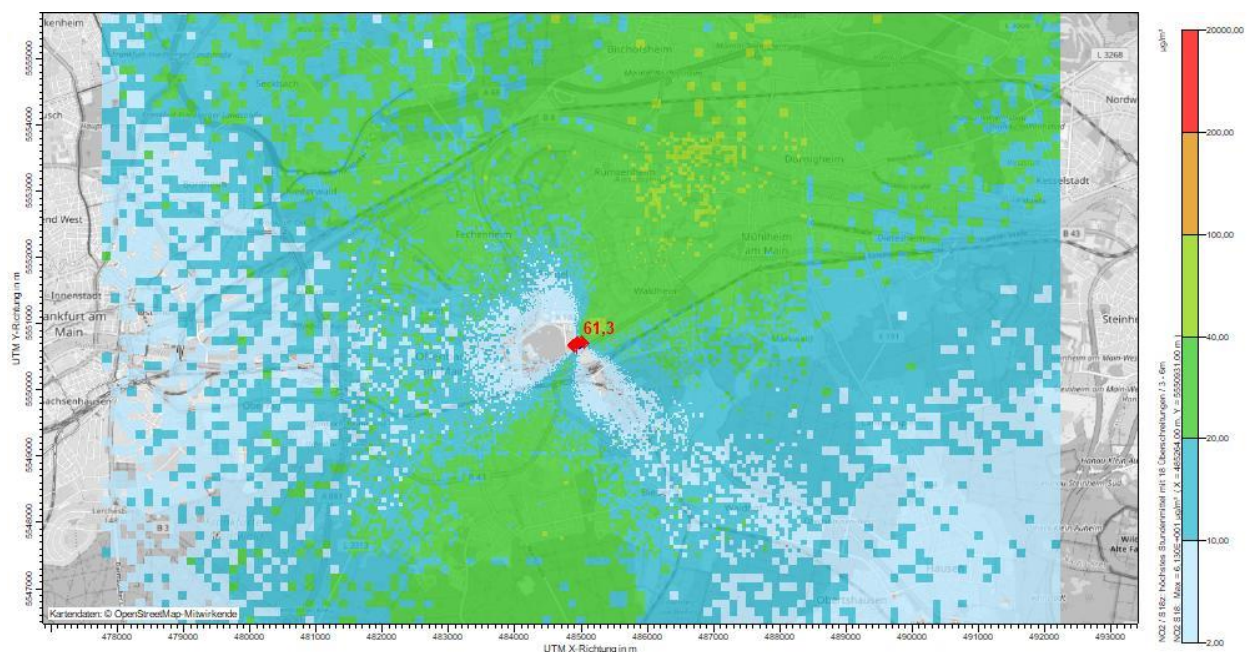
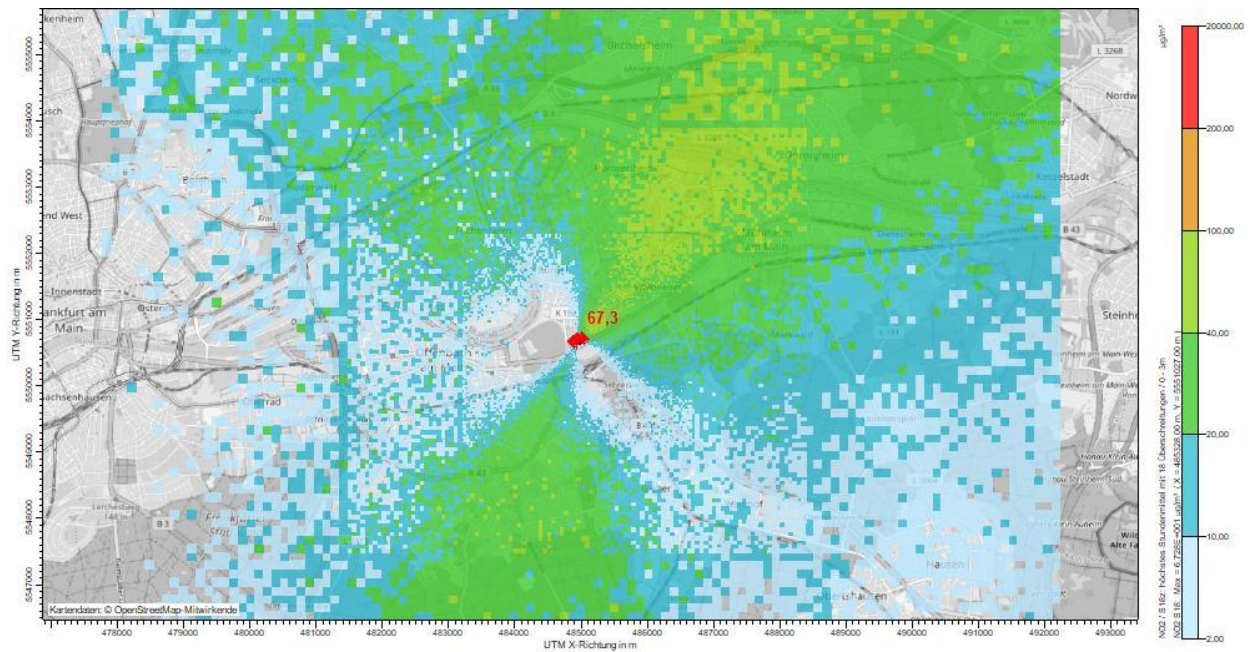
Seite 85 von 128



Abbildung A 8: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 16,5 m Höhe .

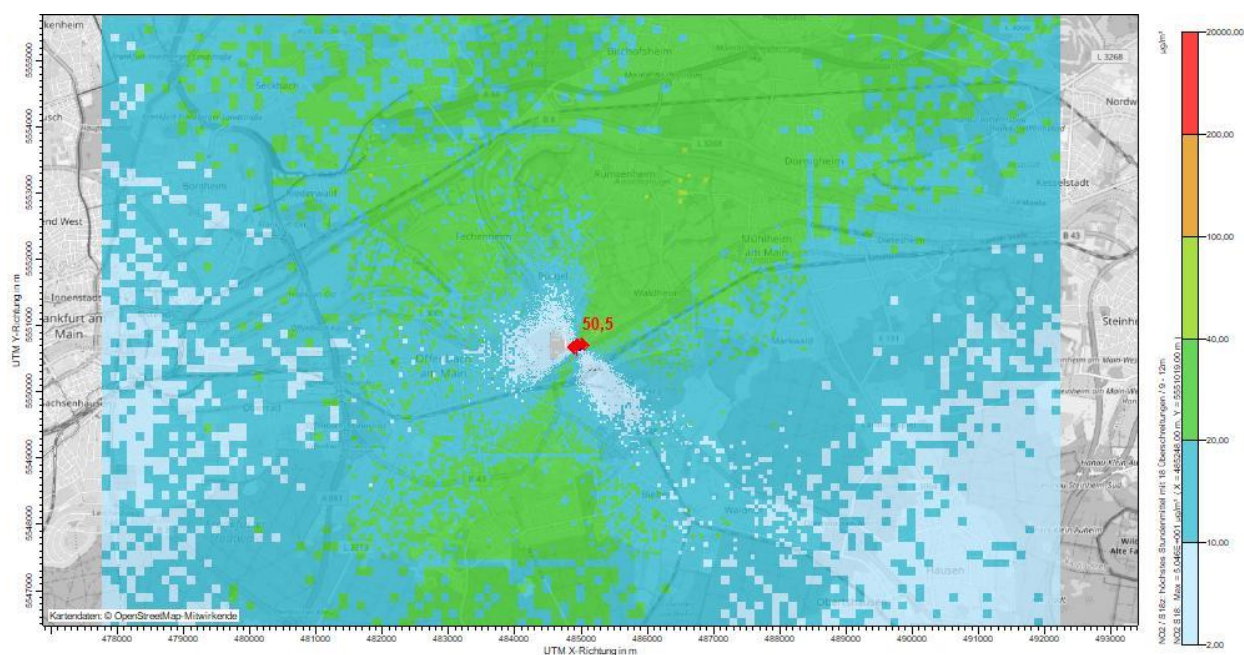
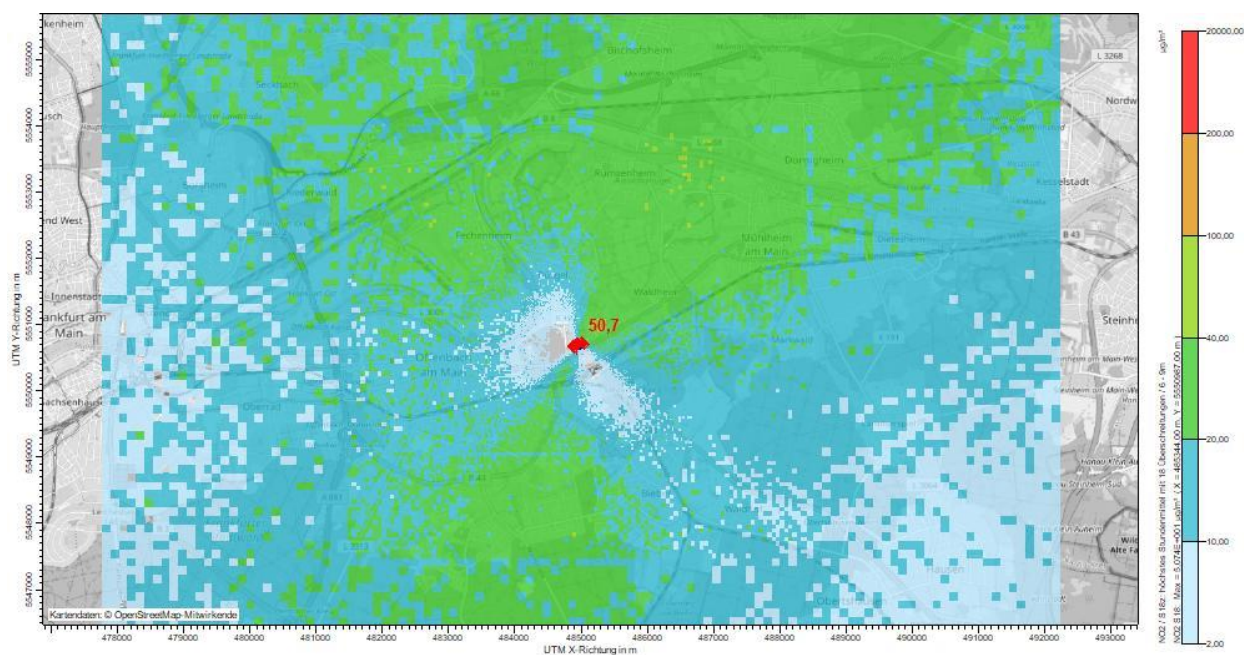


Abbildung A 9: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 19,5 m Höhe.



Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 87 von 128



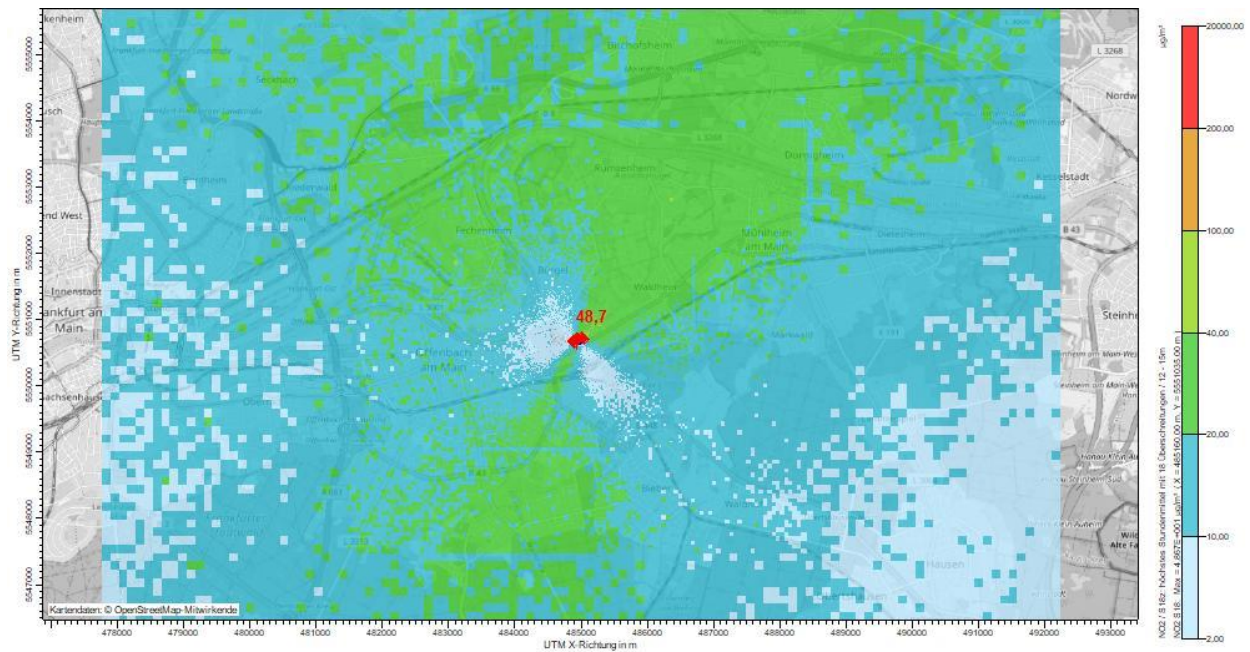


Abbildung A 14: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in µg/m³ in 13,5 m Höhe.

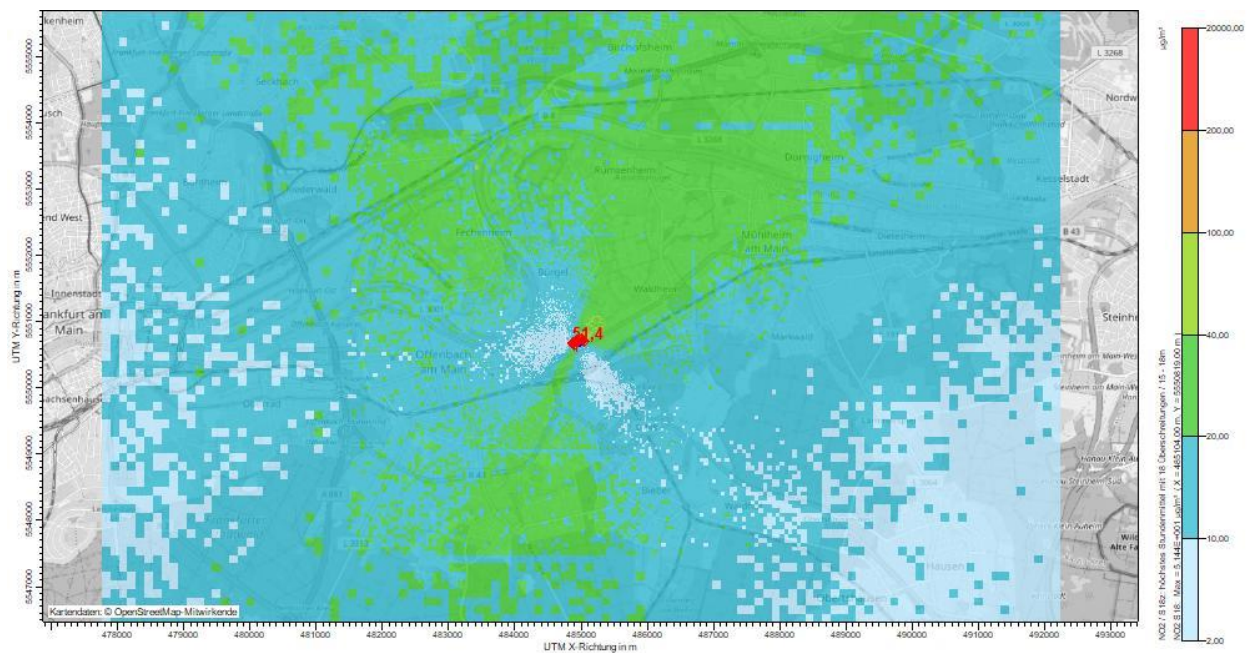


Abbildung A 15: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in µg/m³ in 16,5 m Höhe.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 89 von 128

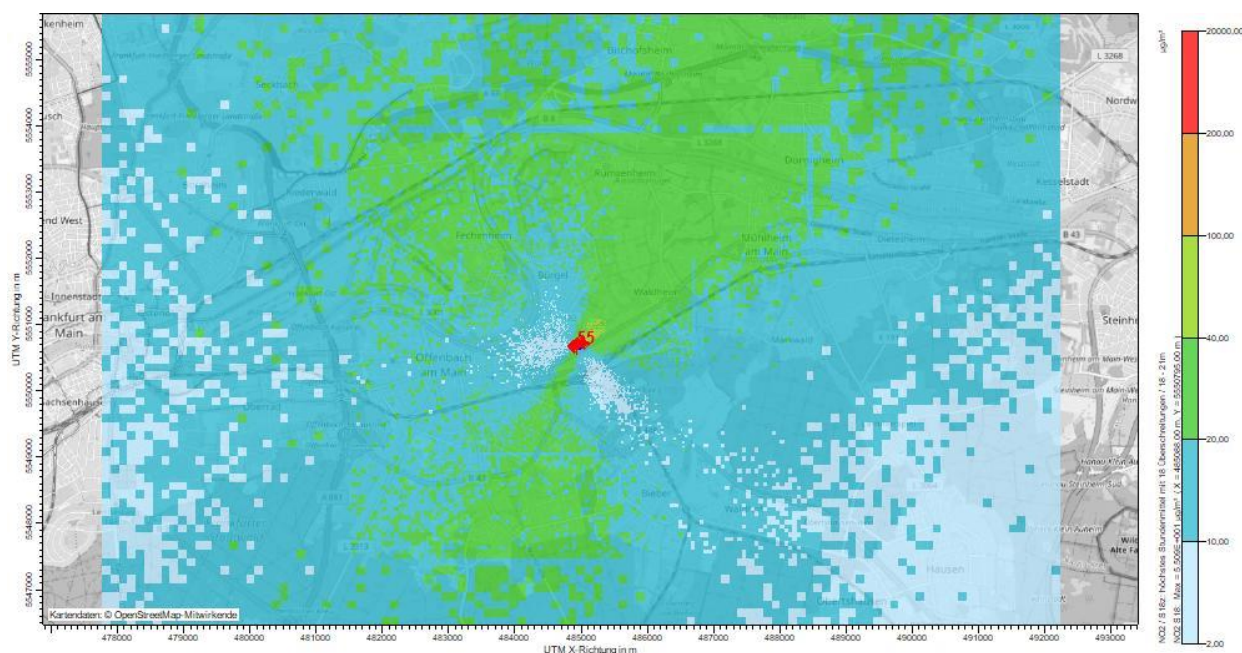


Abbildung A 16: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in µg/m³ in 19,5 m Höhe.

A 4.2 Variante 2: Notbetrieb Teillast

In den folgenden Darstellungen sind Überschreitungen von Kriterien der irrelevanten Zusatzbelastung, soweit in der TA Luft [7] oder der 39. BImSchV [19] angegeben und soweit von der Größenordnung her sinnvoll, farblich markiert.

Aufgrund der geringen Immissionskonzentrationen wird auf die grafische Darstellung der Gesamtstaub-Konzentrationen verzichtet.

Die Abkürzungen in den Bildlegenden sind:

- J00 - Jahresmittel
- S18 - Höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen

Alle Abbildungen stellen die Zusatzbelastungen durch die Anlage bei 8760 Betriebsstunden pro Jahr dar.



Abbildung A 17: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 1,5 m Höhe.



Abbildung A 18: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 4,5 m Höhe.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 91 von 128



Abbildung A 19: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 7,5 m Höhe.



Abbildung A 20: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 10,5 m Höhe.



Abbildung A 21: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 13,5 m Höhe.

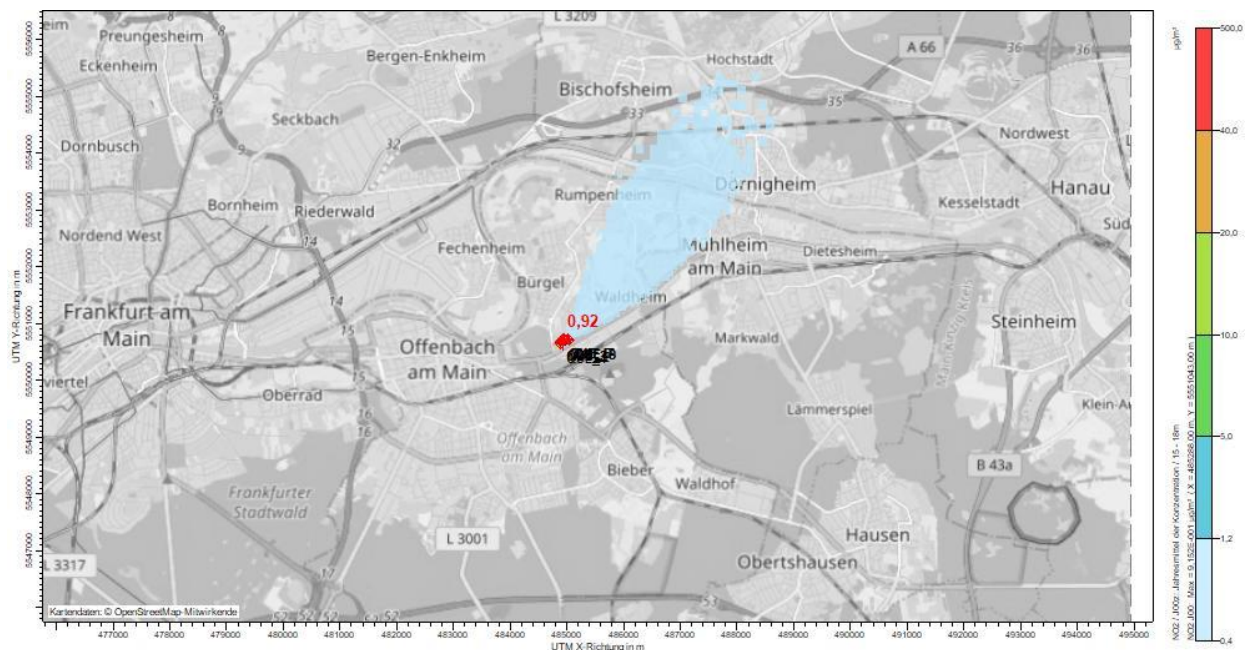


Abbildung A 22: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in µg/m³ in 16,5 m Höhe.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 93 von 128

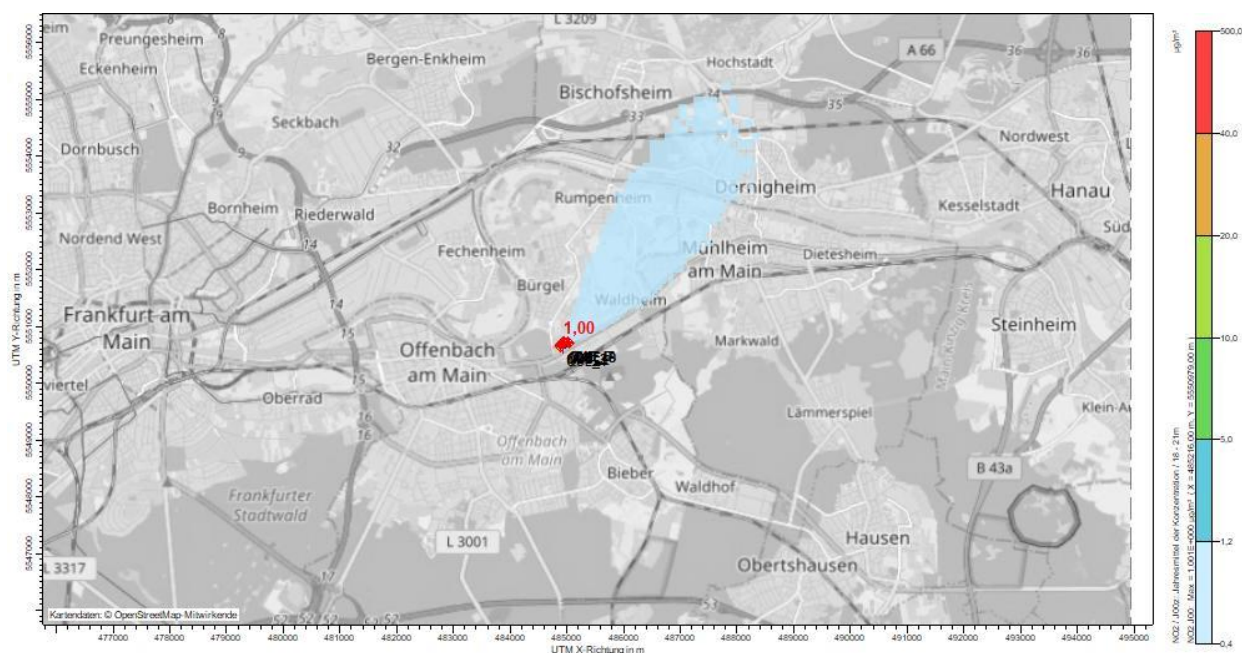


Abbildung A 23: Stickstoffdioxid-Konzentration: Zusatzbelastung durch die Gesamtanlage im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 19,5 m Höhe.

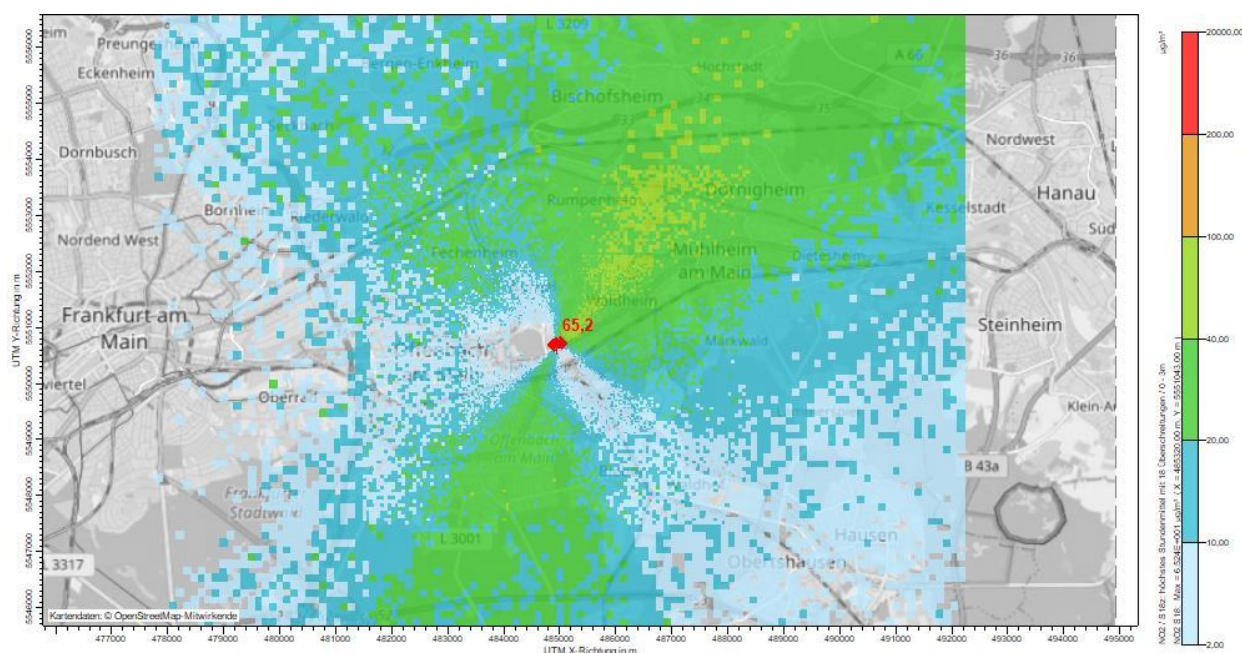
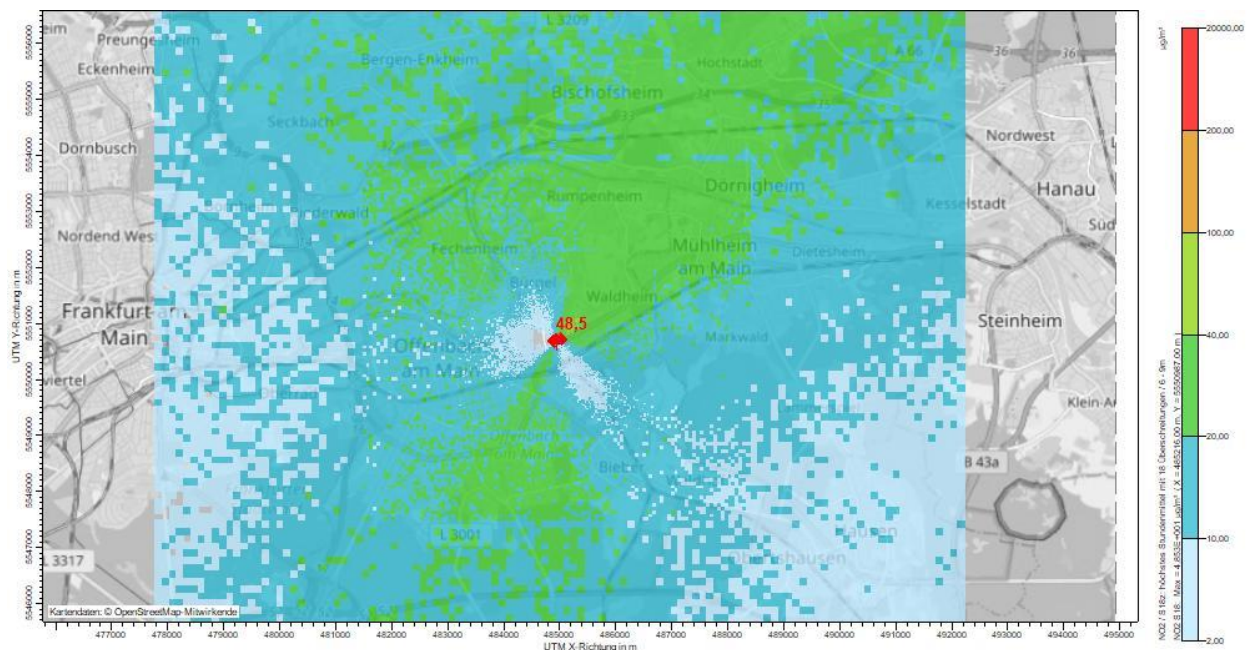
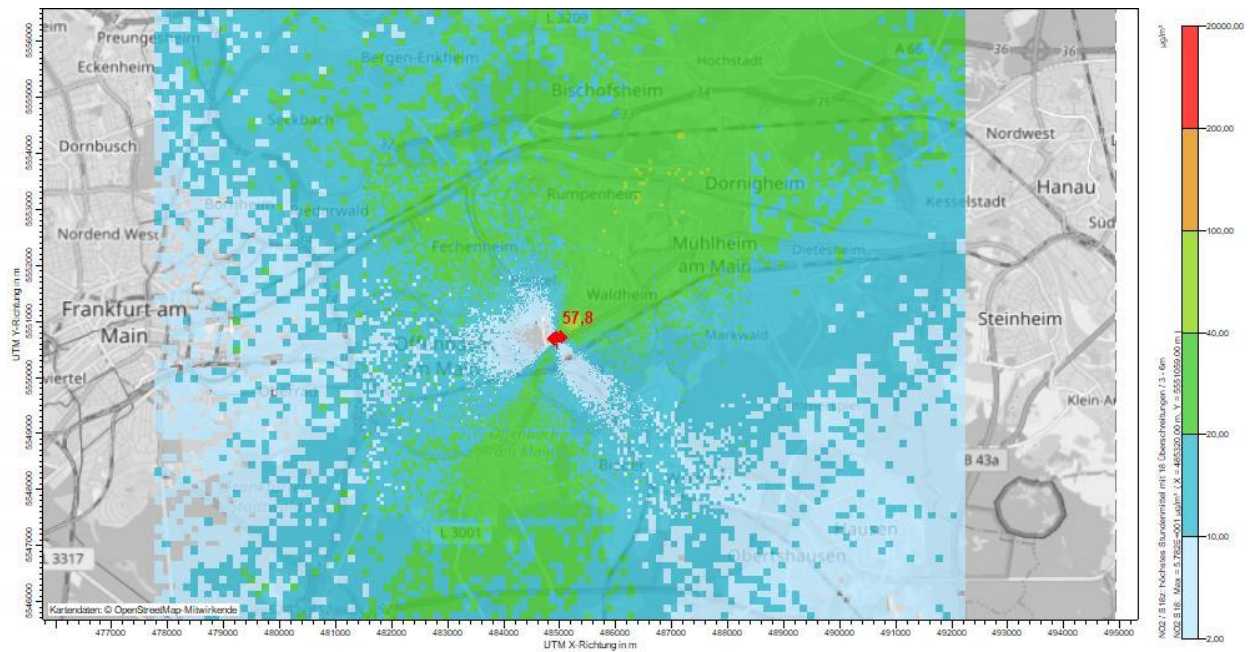


Abbildung A 24: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1,5 m Höhe.



Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 95 von 128

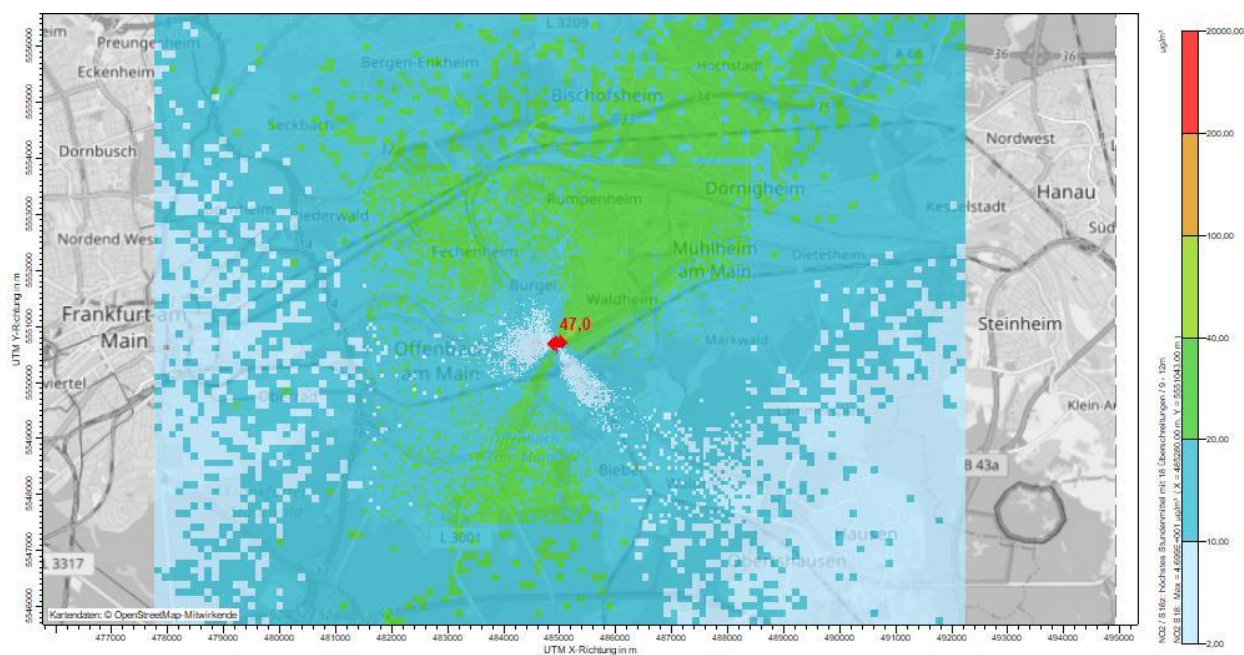


Abbildung A 27: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 10,5 m Höhe.

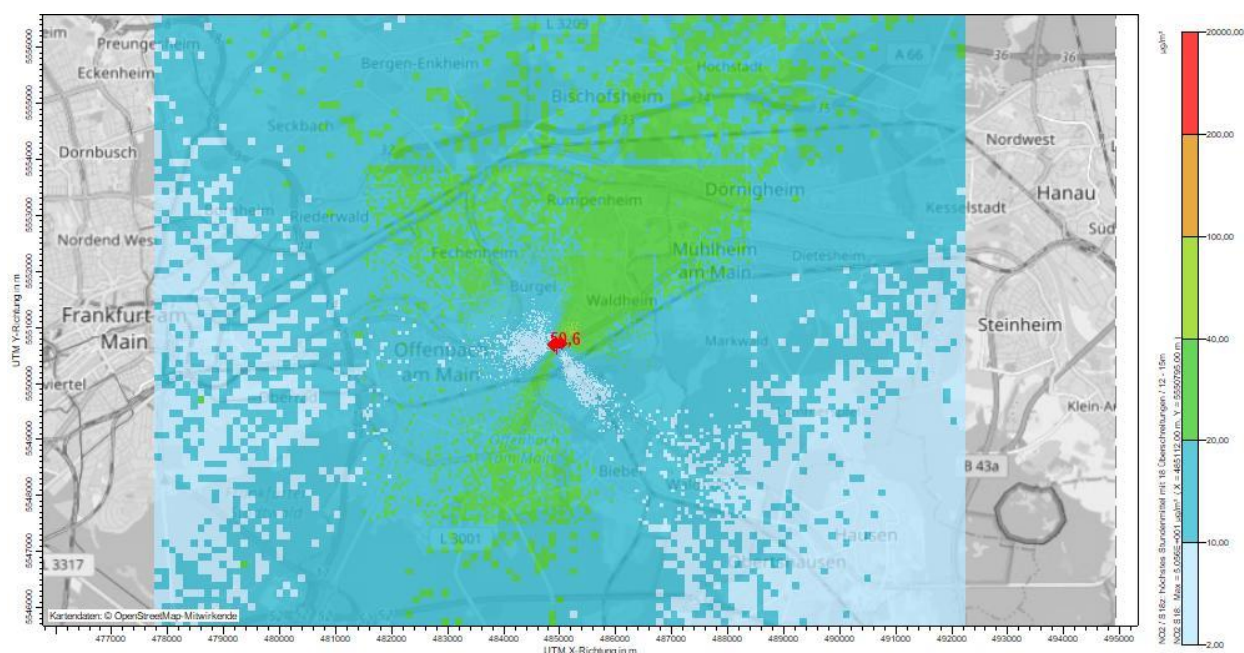


Abbildung A 28: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 13,5 m Höhe.

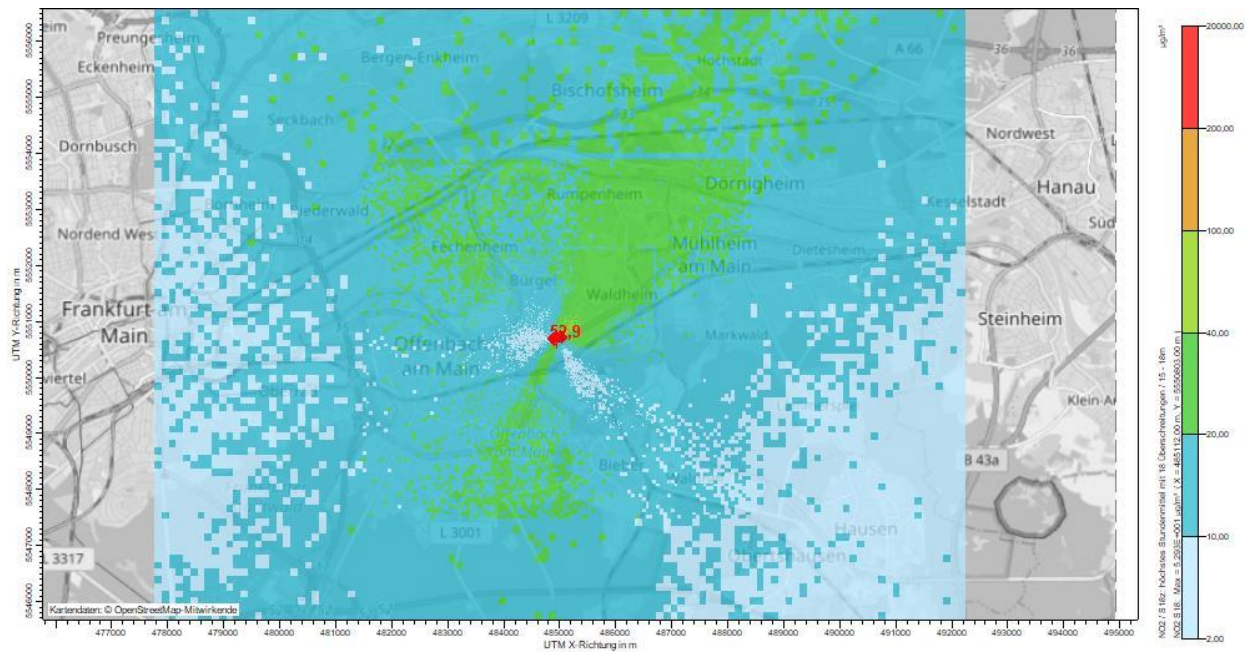


Abbildung A 29: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 16,5 m Höhe.

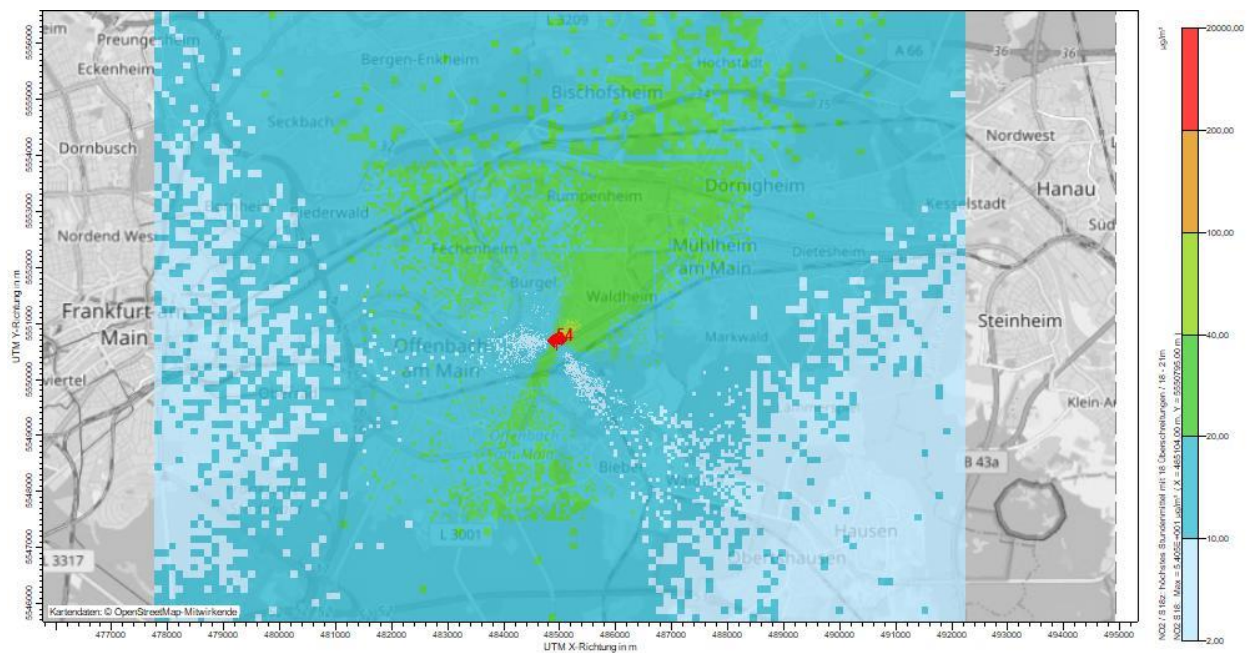


Abbildung A 30: Stickstoffdioxid-Konzentration, höchstes Stundenmittel mit 18 Überschreitungen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 19,5 m Höhe.

A 5 Kaminzusammenfassung nach VDI 3782 Bl. 3

Abfrage A1: Liegt die Mündung des Schornsteins außerhalb einer Rezirkulationszone (RZ)?

Die Mündung aller geplanten Schornsteine liegen außerhalb einer Rezirkulationszone. Dafür wurden alle Vorgaben der VDI 3781 Blatt 4 eingehalten.

Abfrage A2: Beträgt der Abstand a zum nächsten Schornstein mehr als das Fünffache des Schornsteindurchmessers D_A ?

Der Abstand zum nächsten Kaminzug beträgt weniger als das Fünffache des Schornsteindurchmessers D_A .

Abfrage A3: Beträgt der Abstand a zum nächsten Schornstein weniger als das Zweifache des Schornsteindurchmessers D_A ?

Die Kaminzüge sind zum Teil in einer kompakten Weise angeordnet (s. **Abbildung 8.1**, **Abbildung 8.2** und **Abbildung 8.3**). Der Außendurchmesser eines Kaminzugs beträgt 900 mm. Der Abstand zwischen den einzelnen Kaminzügen beträgt zu jedem Kaminrohr weniger als $2 \cdot D_A$.

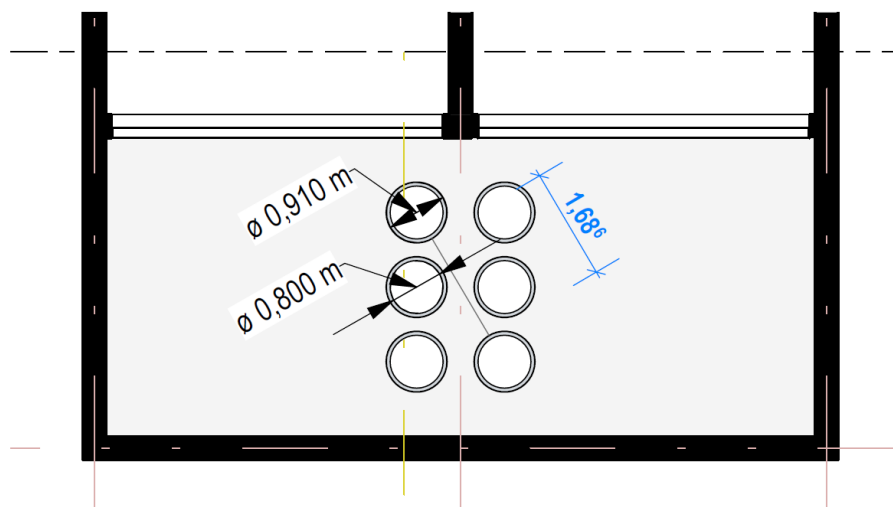


Abbildung 8.1: Anordnung der Kaminzüge bei einem 6-er Paket

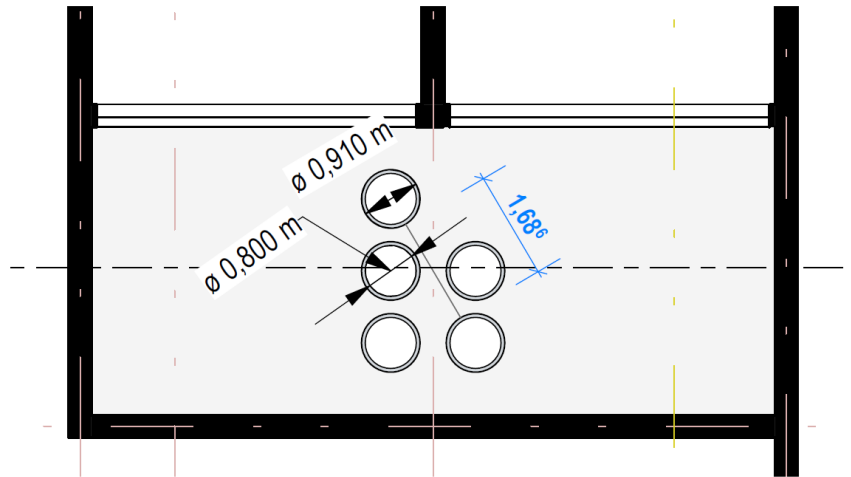


Abbildung 8.2: Anordnung der Kaminzüge bei einem 5-er Paket

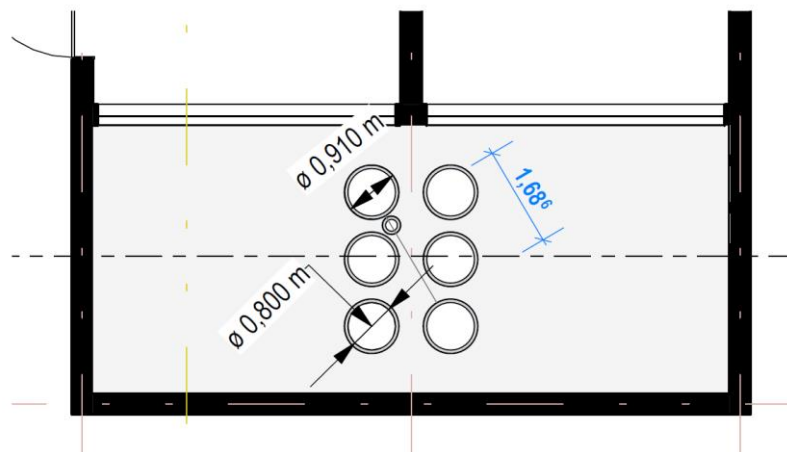


Abbildung 8.3: Anordnung der Kaminzüge bei einem 7-er Paket

Abfrage A4: Ist das Schlankheitsverhältnis von Höhe H zur mittleren Breite B des emittierenden Baukörpers größer als 4 oder beträgt die Breite weniger als 4 m?

Die Kamine werden hier einzeln betrachtet, da es keine Sammelkamine um die einzelnen Kamine gibt. Die Breite B des Baukörpers beträgt bei einem großen Kamin ca. 0,9 m. Bei der Berechnung von H/B lauten die Werte: $44,5/0,9 = 49,44$.

Die Breite B des Baukörpers beträgt bei einem kleinen Kamin ca. 0,3 m. Bei der Berechnung von H/B lauten die Werte: $44,5/0,3 = 148,33$.

Abfrage A5: Ist die aktive Austrittsfläche eines Schornsteins größer als 25 % der Baufläche?

Alle Kamine werden als einzelne Schornsteine ausgeführt, die ohne Sammelkamin nebeneinander angeordnet sind.

Die Austrittsfläche ist daher hier nahezu gleich der Baufläche.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach, Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 99 von 128

Abfrage A6: Tritt Stack-tip Downwash auf?

Stack-Tip-Downwash ist nicht zu berücksichtigen, da die Austrittsgeschwindigkeit (ca. 19,1 bis 30,3 m/s) wesentlich größer als die mittlere Windgeschwindigkeit in Schornsteinhöhe mit ca. 4,9 m/s ist.

Berechnet wurde dies mit folgender Formel:

$$\left(\frac{44,5}{10}\right) = \left(\frac{1,0}{10}\right) \cdot \frac{1,65}{1,0} = 1,65 \cdot \left(\frac{10}{10}\right)$$

Die 44,5 m stellen dabei die Kaminhöhe dar, die 10 m die Anemometerhöhe. Die 1,0 m sind jeweils die Rauigkeitslänge der Geländeoberfläche.

Multipliziert wird dies mit der mittleren Windgeschwindigkeit von 3,21 m/s in 10 m Höhe.

Damit ergibt sich der Wert: $1,65 \cdot 3,21 \text{ m/s} = 5,3 \text{ m/s}$.

Entscheidung E6: Überhöhung ohne Reduktion

Die Überhöhung der Abgasfahne wird ohne Berücksichtigung eines Stack-tip Downwashes angesetzt.

A 6 Rechenprotokolle

A 6.1 Variante 1: Notbetrieb Volllast

2024-04-19 22:45:31 AUSTAL gestartet

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

=====
Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15
=====

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_PK/FRA07/CloudHQ_FRA07_SCR/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "DE-TRE-936-ABB4".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings)!

```
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "CloudHQ_FRA07"                'Projekt-Titel
> ux 32484940                        'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5550660                         'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                            'Rauigkeitslänge
> qs 0                               'Qualitätsstufe
> az Offenbach_10641_2012rr.akterm
> xa -1216.00                        'x-Koordinate des Anemometers
> ya -3109.00                        'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 8.0          16.0          32.0          64.0          128.0          'Zellengröße (m)
> x0 -448.0        -896.0        -1792.0       -3584.0       -7168.0       'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 112          112          112          112          113          'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -389.0       -805.0       -1637.0       -3301.0       -6629.0       'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 104          104          104          104          104          'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 32           32           32           32           32           'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 58.0
65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "CloudHQ_FRA07.grid"           'Gelände-Datei
> xq -45.98      -59.64      -55.67      -31.56      -7.39      5.98      76.67      90.35
97.75
> yq -8.12       15.75       31.83       45.54       59.21       66.74       78.14       54.33
40.75
> hq 44.50       44.50       44.50       44.50       44.50       44.50       44.50       44.50
44.50
> aq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00
> bq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
0.00
```

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 101 von 128

```
> cq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> wq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> dq 1.96      1.96      1.96      1.96      1.79      1.97      1.96      1.96
1.97
> vq 22.60     22.60     22.60     22.60     22.60     22.80     22.60     22.60
22.80
> tq 461.00    446.00    446.00    446.00    446.00    447.00    446.00    446.00
447.00
> lq 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000
> rq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> zq 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000
> sq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> so2 0.11524724 0.11524724 0.11524724 0.11524724 0.096038033 0.11766594 0.11524724
0.11524724
> no  4.684593  4.684593  4.684593  4.684593  3.9037731  5.4282788  4.684593  4.684593
4.7829088
> no2 0.79811111 0.79811111 0.79811111 0.79811111 0.66508333 0.92486736 0.79811111
0.79811111
> nox 7.9811111 7.9811111 7.9811111 7.9811111 6.6508333 9.2894167 7.9811111
7.9811111
> nh3 0.47886667 0.47886667 0.47886667 0.47886667 0.39905 0.48891667 0.47886667
0.47886667
> xx  0.95773333 0.95773333 0.95773333 0.95773333 0.7981 0.97783333 0.95773333
0.95773333
> pm-1 0.23943333 0.23943333 0.23943333 0.23943333 0.199525 0.24445833 0.23943333
0.23943333
> pm-2 0.55867778 0.55867778 0.55867778 0.55867778 0.46555833 0.57040278 0.55867778
0.55867778
> pm-u 0.79811111 0.79811111 0.79811111 0.79811111 0.66508333 0.81486111 0.79811111
0.79811111
> hcoH 0.95773333 0.95773333 0.95773333 0.95773333 0.7981 0.97783333 0.95773333
0.95773333
> pm25-1 0.23943333 0.23943333 0.23943333 0.23943333 0.199525 0.24445833 0.23943333
0.23943333 0.24445833
> co  7.32666  7.32666  7.32666  7.32666  6.105465  7.4390301  7.32666  7.32666
7.4390301
> xp 188.00    124.00    268.00    148.00    132.00    616.00    568.00
> yp 295.00    375.00    351.00    135.00    143.00    291.00    323.00
> hp 1.50      4.50      7.50      10.50    13.50    16.50    19.50
> rb "poly_raster.dmna"                                'Gebäude-Rasterdatei
> LIBPATH "D:/Projekte_PK/FRA07/CloudHQ_FRA07_SCR/lib"
===== Ende der Eingabe =====
```

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

Anzahl CPUs: 4
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 29.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.10 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.17 (0.17).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.21 (0.21).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.18 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.19 (0.16).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "D:/Projekte_PK/FRA07/CloudHQ_FRA07_SCR/erg0004/Offenbach_10641_2012rr.akterm" mit 8784
Zeilen, Format 3
Niederschlags-Datei D:/Projekte_PK/FRA07/CloudHQ_FRA07_SCR/erg0004/niederschlag.dma eingelesen
[1,8784].
Es wird die Anemometerhöhe ha=18.6 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 95.8 %.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
Prüfsumme TALDIA 7502b53c
Prüfsumme SETTINGS dff33903
Prüfsumme AKTerm 93283ce1
Gesamtniederschlag 723 mm in 897 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1).

*** Die Dateiausgabe wird nicht dargestellt.

Auswertung der Ergebnisse:

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

Maximalwerte, Deposition

```
=====
SO2      DEP : 4.286e-001 kg/(ha*a) (+/- 4.5%) bei x= 92 m, y= 95 m (1: 68, 61)
SO2      DRY : 2.457e-001 kg/(ha*a) (+/- 10.9%) bei x= 244 m, y= 279 m (1: 87, 84)
SO2      WET : 3.295e-001 kg/(ha*a) (+/- 0.5%) bei x= 68 m, y= 103 m (1: 65, 62)
NO2      DEP : 8.160e-001 kg/(ha*a) (+/- 17.4%) bei x= 1328 m, y= 1579 m (3: 98,101)
NO2      DRY : 8.146e-001 kg/(ha*a) (+/- 17.4%) bei x= 1328 m, y= 1579 m (3: 98,101)
NO2      WET : 1.192e-002 kg/(ha*a) (+/- 0.5%) bei x= 68 m, y= 103 m (1: 65, 62)
NO       DEP : 5.233e-001 kg/(ha*a) (+/- 10.9%) bei x= 244 m, y= 279 m (1: 87, 84)
NO       DRY : 5.233e-001 kg/(ha*a) (+/- 10.9%) bei x= 244 m, y= 279 m (1: 87, 84)
NH3      DEP : 7.283e+000 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= -4 m, y= 103 m (1: 56, 62)
NH3      DRY : 1.019e+000 kg/(ha*a) (+/- 10.9%) bei x= 244 m, y= 279 m (1: 87, 84)
NH3      WET : 7.251e+000 kg/(ha*a) (+/- 0.3%) bei x= -20 m, y= 95 m (1: 54, 61)
PM       DEP : 1.707e-002 g/(m²*d) (+/- 1.4%) bei x= 68 m, y= 103 m (1: 65, 62)
PM       DRY : 3.921e-003 g/(m²*d) (+/- 8.0%) bei x= 284 m, y= 295 m (1: 92, 86)
PM       WET : 1.576e-002 g/(m²*d) (+/- 0.3%) bei x= -20 m, y= 95 m (1: 54, 61)
XX       DEP : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
XX       DRY : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
XX       WET : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
=====
```

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

```
=====
SO2      J00 : 7.073e-002 µg/m³ (+/- 7.5%) bei x= 244 m, y= 279 m (1: 87, 84)
SO2      T03 : 1.624e+000 µg/m³ (+/- 31.2%) bei x= 244 m, y= 279 m (1: 87, 84)
SO2      T00 : 2.944e+000 µg/m³ (+/- 22.6%) bei x= 308 m, y= 351 m (1: 95, 93)
SO2      S24 : 6.632e+000 µg/m³ (+/- 67.9%) bei x= 340 m, y= 287 m (1: 99, 85)
SO2      S00 : 4.105e+001 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 260 m, y= 215 m (1: 89, 76)
NOX      J00 : 5.214e+000 µg/m³ (+/- 7.5%) bei x= 244 m, y= 279 m (1: 87, 84)
NO2      J00 : 7.541e-001 µg/m³ (+/- 10.7%) bei x= 1328 m, y= 1579 m (3: 98,101)
```

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 103 von 128

N02	T10	: 6.971e+000	µg/m ³	(+/- 34.8%)	bei x=	332 m,	y=	407 m	(1: 98,100)
N02	T00	: 7.972e+001	µg/m ³	(+/- 99.9%)	bei x=	-332 m,	y=	-97 m	(1: 15, 37)
N02	S18	: 6.728e+001	µg/m ³	(+/- 58.9%)	bei x=	388 m,	y=	367 m	(1:105, 95)
N02	S00	: 1.913e+003	µg/m ³	(+/- 99.9%)	bei x=	-332 m,	y=	-97 m	(1: 15, 37)
NH3	J00	: 2.934e-001	µg/m ³	(+/- 7.5%)	bei x=	244 m,	y=	279 m	(1: 87, 84)
HCOH	J00	: 6.148e-001	µg/m ³	(+/- 7.6%)	bei x=	244 m,	y=	279 m	(1: 87, 84)
CO	J00	: 4.699e+000	µg/m ³	(+/- 7.6%)	bei x=	244 m,	y=	279 m	(1: 87, 84)
CO	T360	: 0.000e+000	µg/m ³	(+/- 0.0%)					
CO	T00	: 1.976e+002	µg/m ³	(+/- 21.8%)	bei x=	396 m,	y=	279 m	(1:106, 84)
CO	S24	: 4.457e+002	µg/m ³	(+/- 99.9%)	bei x=	388 m,	y=	367 m	(1:105, 95)
CO	S00	: 4.047e+003	µg/m ³	(+/- 99.9%)	bei x=	-252 m,	y=	-313 m	(1: 25, 10)
PM	J00	: 4.953e-001	µg/m ³	(+/- 7.5%)	bei x=	244 m,	y=	279 m	(1: 87, 84)
PM	T35	: 1.753e+000	µg/m ³	(+/- 47.7%)	bei x=	396 m,	y=	423 m	(1:106,102)
PM	T00	: 2.067e+001	µg/m ³	(+/- 21.8%)	bei x=	396 m,	y=	279 m	(1:106, 84)
PM25	J00	: 1.529e-001	µg/m ³	(+/- 7.6%)	bei x=	244 m,	y=	279 m	(1: 87, 84)
XX	J00	: 6.148e-007	g/m ³	(+/- 7.6%)	bei x=	244 m,	y=	279 m	(1: 87, 84)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	05	07	01	02	03	04					
xp	188	124	268	148							
yp	295	375	351	135							
hp	1.5	4.5	7.5	10.5							
	19.5										
S02	DEP	2.530e-001	7.2%	1.966e-001	8.7%	2.683e-001	8.0%	3.101e-001	5.3%	3.035e-001	4.7%
S02	DRY	1.391e-001	13.1%	1.076e-001	15.9%	1.796e-001	12.0%	1.326e-001	12.4%	1.209e-001	11.8%
S02	WET	1.138e-001	0.9%	8.895e-002	0.9%	8.862e-002	1.0%	1.775e-001	0.6%	1.826e-001	0.7%
S02	J00	4.487e-002	8.7%	2.304e-002	9.3%	5.362e-002	5.3%	5.503e-002	6.1%	6.543e-002	5.6%
S02	T03	1.260e+000	44.1%	3.927e-001	43.5%	9.541e-001	22.9%	8.735e-001	22.1%	8.645e-001	28.1%
S02	T00	1.617e+000	23.8%	1.105e+000	21.6%	1.438e+000	30.3%	1.741e+000	21.1%	2.016e+000	17.0%
S02	S24	5.194e+000	100%	2.624e+000	100%	3.583e+000	39.1%	4.266e+000	58.3%	4.472e+000	67.6%
S02	S00	1.649e+001	47.8%	5.855e+000	50.6%	1.409e+001	63.5%	9.746e+000	46.6%	8.776e+000	100%
NOX	J00	3.274e+000	8.7%	1.686e+000	9.3%	3.854e+000	5.3%	3.888e+000	6.1%	4.617e+000	5.7%
N02	DEP	3.706e-001	13.5%	2.853e-001	16.0%	4.678e-001	12.3%	3.261e-001	12.5%	2.908e-001	11.7%
N02	DRY	3.661e-001	13.7%	2.817e-001	16.2%	4.640e-001	12.4%	3.195e-001	12.8%	2.840e-001	12.0%
N02	WET	4.575e-003	1.0%	3.632e-003	1.0%	3.737e-003	1.3%	6.603e-003	0.6%	6.780e-003	0.7%
N02	J00	3.941e-001	9.5%	2.014e-001	9.7%	4.535e-001	5.5%	4.387e-001	6.2%	5.308e-001	6.2%
N02	T10	4.426e+000	61.2%	2.038e+000	88.9%	4.163e+000	31.1%	3.475e+000	37.4%	4.278e+000	42.1%
N02	T00	1.274e+001	23.8%	8.484e+000	21.4%	1.122e+001	29.8%	1.310e+001	21.1%	1.473e+001	16.9%

NO2	S18	5.282e+001	67.3%	2.833e+001	100%	3.412e+001	100%	3.807e+001	44.4%	4.361e+001	46.9%	2.597e+001	32.6%	2.640e+001	100%	µg/m³
NO2	S00	1.314e+002	100%	5.204e+001	100%	1.056e+002	63.4%	7.457e+001	46.4%	1.292e+002	100%	9.920e+001	100%	9.414e+001	100%	µg/m³
NO	DEP	2.900e-001	13.1%	2.350e-001	16.3%	3.785e-001	12.0%	2.748e-001	12.5%	2.507e-001	11.8%	1.993e-001	11.9%	2.376e-001	9.6%	kg/(ha*a)
NO	DRY	2.900e-001	13.1%	2.350e-001	16.3%	3.785e-001	12.0%	2.748e-001	12.5%	2.507e-001	11.8%	1.993e-001	11.9%	2.376e-001	9.6%	kg/(ha*a)
NH3	DEP	3.448e+000	2.2%	2.649e+000	2.7%	2.944e+000	3.1%	4.858e+000	1.5%	5.034e+000	1.2%	1.188e+000	3.7%	1.336e+000	3.2%	kg/(ha*a)
NH3	DRY	5.770e-001	13.1%	4.464e-001	15.9%	7.448e-001	12.0%	5.505e-001	12.4%	5.017e-001	11.8%	3.724e-001	11.7%	4.432e-001	9.5%	kg/(ha*a)
NH3	WET	2.871e+000	0.5%	2.203e+000	0.6%	2.199e+000	0.6%	4.307e+000	0.4%	4.532e+000	0.4%	8.161e-001	0.8%	8.930e-001	0.6%	kg/(ha*a)
NH3	J00	1.861e-001	8.7%	9.559e-002	9.3%	2.224e-001	5.3%	2.285e-001	6.1%	2.716e-001	5.6%	1.369e-001	3.9%	1.856e-001	3.3%	µg/m³
HCOH	J00	3.890e-001	8.8%	1.996e-001	9.3%	4.569e-001	5.3%	4.596e-001	6.1%	5.461e-001	5.6%	2.774e-001	3.8%	3.749e-001	3.3%	µg/m³
CO	J00	2.975e+000	8.8%	1.526e+000	9.3%	3.493e+000	5.3%	3.513e+000	6.1%	4.175e+000	5.6%	2.120e+000	3.8%	2.865e+000	3.3%	µg/m³
CO	T360	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	µg/m³
CO	T00	1.077e+002	24.0%	7.179e+001	21.4%	9.234e+001	30.1%	1.114e+002	21.1%	1.285e+002	17.0%	5.910e+001	12.8%	6.617e+001	11.2%	µg/m³
CO	S24	3.355e+002	100%	1.764e+002	100%	2.315e+002	70.8%	2.739e+002	52.0%	2.852e+002	59.9%	1.597e+002	36.7%	1.969e+002	34.2%	µg/m³
CO	S00	1.063e+003	47.7%	3.801e+002	50.4%	8.962e+002	63.5%	6.201e+002	46.5%	5.581e+002	100%	3.215e+002	18.1%	3.728e+002	20.2%	µg/m³
PM	DEP	8.332e-003	3.1%	5.858e-003	3.3%	7.139e-003	3.4%	1.142e-002	1.8%	1.134e-002	1.7%	3.107e-003	3.6%	3.561e-003	3.3%	g/(m²*d)
PM	DRY	2.533e-003	10.0%	1.383e-003	13.9%	2.769e-003	8.7%	2.345e-003	8.9%	1.997e-003	9.6%	1.467e-003	7.6%	1.806e-003	6.5%	g/(m²*d)
PM	WET	5.799e-003	0.5%	4.475e-003	0.6%	4.370e-003	0.6%	9.071e-003	0.4%	9.341e-003	0.4%	1.640e-003	0.6%	1.755e-003	0.6%	g/(m²*d)
PM	J00	3.139e-001	8.7%	1.612e-001	9.3%	3.733e-001	5.3%	3.814e-001	6.1%	4.533e-001	5.6%	2.289e-001	3.9%	3.102e-001	3.3%	µg/m³
PM	T35	6.971e-001	70.7%	3.702e-001	100%	1.041e+000	71.2%	1.392e+000	100%	1.454e+000	51.6%	7.672e-001	39.9%	9.678e-001	35.7%	µg/m³
PM	T00	1.135e+001	23.9%	7.697e+000	21.5%	9.980e+000	30.3%	1.208e+001	21.1%	1.394e+001	17.0%	6.397e+000	12.9%	7.139e+000	11.2%	µg/m³
PM25	J00	9.681e-002	8.8%	4.967e-002	9.3%	1.139e-001	5.3%	1.148e-001	6.1%	1.364e-001	5.6%	6.922e-002	3.8%	9.362e-002	3.3%	µg/m³
XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)
XX	DRY	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)
XX	WET	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)
XX	J00	3.890e-007	8.8%	1.996e-007	9.3%	4.569e-007	5.3%	4.596e-007	6.1%	5.461e-007	5.6%	2.774e-007	3.8%	3.749e-007	3.3%	g/m³

2024-04-20 10:15:43 AUSTAL beendet.

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 105 von 128

A 6.2 Variante 2: Notbetrieb Teillast

2024-04-21 11:26:43 AUSTAL gestartet

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

=====
Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15
=====

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_PK/FRA07/TL_CloudHQ_FRA07_SCR/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "DE-TRE-936-ABB4".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings)!

```
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "CloudHQ_FRA07"                'Projekt-Titel
> ux 32484940                        'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5550660                         'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                            'Rauigkeitslänge
> qs 0                               'Qualitätsstufe
> az Offenbach_10641_2012rr.akterm
> xa -1216.00                        'x-Koordinate des Anemometers
> ya -3109.00                        'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 8.0      16.0      32.0      64.0      128.0      'Zellengröße (m)
> x0 -448.0    -896.0    -1792.0   -3584.0   -7168.0      'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 112      112      112      112      113          'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -389.0    -805.0    -1637.0   -3301.0   -6629.0      'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 104      104      104      104      104          'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 32       32       32       32       32          'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 58.0
65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "CloudHQ_FRA07.grid"           'Gelände-Datei
> xq -45.98    -59.64    -55.67    -31.56    -7.39      5.98      76.67      90.35
97.75
> yq -8.12     15.75     31.83     45.54     59.21     66.74     78.14     54.33
40.75
> hq 44.50     44.50     44.50     44.50     44.50     44.50     44.50     44.50
44.50
> aq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> bq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> cq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
```

```
> wq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> dq 1.96      1.96      1.96      1.96      1.79      1.97      1.96      1.96
1.97
> vq 19.10     19.10     19.10     19.10     19.10     19.20     19.10     19.10
19.20
> tq 422.00    422.00    422.00    422.00    422.00    423.00    422.00    422.00
423.00
> lq 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000
> rq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> zq 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000
> sq 0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00
> so2 0.096226556 0.096226556 0.096226556 0.096226556 0.080188128 0.09802955 0.096226556
0.096226556 0.09802955
> no 3.9114362 3.9114362 3.9114362 3.9114362 3.259503 4.4989046 3.9114362
3.9114362
> no2 0.66638889 0.66638889 0.66638889 0.66638889 0.55531944 0.76644988 0.66638889
0.66638889
> nox 6.6638889 6.6638889 6.6638889 6.6638889 5.5531944 7.6034 6.6638889
6.6638889
> nh3 0.39983333 0.39983333 0.39983333 0.39983333 0.33319167 0.407325 0.39983333
0.39983333
> xx 0.79966667 0.79966667 0.79966667 0.79966667 0.66638333 0.81465 0.79966667
0.79966667
> pm-1 0.19991667 0.19991667 0.19991667 0.19991667 0.16659583 0.2036625 0.19991667
0.19991667
> pm-2 0.46647222 0.46647222 0.46647222 0.46647222 0.38872361 0.4752125 0.46647222
0.46647222
> pm-u 0.66638889 0.66638889 0.66638889 0.66638889 0.55531944 0.678875 0.66638889
0.66638889
> hcoh 0.79966667 0.79966667 0.79966667 0.79966667 0.66638333 0.81465 0.79966667
0.79966667
> pm25-1 0.19991667 0.19991667 0.19991667 0.19991667 0.16659583 0.2036625 0.19991667
0.19991667
> co 9.9705106 9.9705106 9.9705106 9.9705106 8.3086895 10.048572 9.9705106
9.9705106
> xp 188.00     124.00     268.00     148.00     132.00     616.00     568.00
> yp 295.00     375.00     351.00     135.00     143.00     291.00     323.00
> hp 1.50       4.50       7.50       10.50      13.50      16.50      19.50
> rb "poly_raster.dmn" "Gebäude-Rasterdatei"
> LIBPATH "D:/Projekte_PK/FRA07/TL_CloudHQ_FRA07_SCR/lib"
===== Ende der Eingabe =====
```

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

Anzahl CPUs: 4
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 29.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.09 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.16).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.21 (0.21).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.18 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.19 (0.16).

AKTerm "D:/Projekte_PK/FRA07/TL_CloudHQ_FRA07_SCR/erg0004/Offenbach_10641_2012rr.akterm" mit 8784
Zeilen, Format 3
Niederschlags-Datei D:/Projekte_PK/FRA07/TL_CloudHQ_FRA07_SCR/erg0004/niederschlag.dmn eingelesen [1,8784].

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 107 von 128

Es wird die Anemometerhöhe $h_a=18.6$ m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 95.8 %.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
Prüfsumme TALDIA 7502b53c
Prüfsumme SETTINGS dff33903
Prüfsumme AKTerm 93283ce1
Gesamtniederschlag 723 mm in 897 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1).

*** Die Dateiausgabe wird nicht dargestellt.

Auswertung der Ergebnisse:

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

Maximalwerte, Deposition

=====

S02	DEP	: 4.141e-001 kg/(ha*a)	(+/- 4.0%)	bei x= 116 m, y= 95 m	(1: 71, 61)
S02	DRY	: 2.830e-001 kg/(ha*a)	(+/- 9.8%)	bei x= 348 m, y= 407 m	(1:100,100)
S02	WET	: 2.825e-001 kg/(ha*a)	(+/- 0.5%)	bei x= 68 m, y= 103 m	(1: 65, 62)
N02	DEP	: 8.643e-001 kg/(ha*a)	(+/- 16.2%)	bei x= 404 m, y= 407 m	(1:107,100)
N02	DRY	: 8.618e-001 kg/(ha*a)	(+/- 16.2%)	bei x= 404 m, y= 407 m	(1:107,100)
N02	WET	: 1.022e-002 kg/(ha*a)	(+/- 0.5%)	bei x= 68 m, y= 103 m	(1: 65, 62)
NO	DEP	: 6.128e-001 kg/(ha*a)	(+/- 9.8%)	bei x= 348 m, y= 407 m	(1:100,100)
NO	DRY	: 6.128e-001 kg/(ha*a)	(+/- 9.8%)	bei x= 348 m, y= 407 m	(1:100,100)
NH3	DEP	: 6.419e+000 kg/(ha*a)	(+/- 1.1%)	bei x= 68 m, y= 103 m	(1: 65, 62)
NH3	DRY	: 1.174e+000 kg/(ha*a)	(+/- 9.8%)	bei x= 348 m, y= 407 m	(1:100,100)
NH3	WET	: 6.191e+000 kg/(ha*a)	(+/- 0.3%)	bei x= -20 m, y= 95 m	(1: 54, 61)
PM	DEP	: 1.504e-002 g/(m²*d)	(+/- 1.7%)	bei x= 92 m, y= 103 m	(1: 68, 62)
PM	DRY	: 4.502e-003 g/(m²*d)	(+/- 6.8%)	bei x= 380 m, y= 399 m	(1:104, 99)
PM	WET	: 1.342e-002 g/(m²*d)	(+/- 0.3%)	bei x= -20 m, y= 95 m	(1: 54, 61)
XX	DEP	: 0.000e+000 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)		
XX	DRY	: 0.000e+000 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)		
XX	WET	: 0.000e+000 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)		

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

S02	J00	: 8.238e-002 µg/m³	(+/- 6.6%)	bei x= 348 m, y= 407 m	(1:100,100)
S02	T03	: 1.660e+000 µg/m³	(+/- 21.9%)	bei x= 236 m, y= 327 m	(1: 86, 90)
S02	T00	: 2.765e+000 µg/m³	(+/- 21.2%)	bei x= 324 m, y= 287 m	(1: 97, 85)
S02	S24	: 6.609e+000 µg/m³	(+/- 49.7%)	bei x= 300 m, y= 231 m	(1: 94, 78)
S02	S00	: 2.996e+001 µg/m³	(+/- 99.9%)	bei x= -188 m, y= -161 m	(1: 33, 29)
NOX	J00	: 6.218e+000 µg/m³	(+/- 6.6%)	bei x= 348 m, y= 407 m	(1:100,100)
N02	J00	: 8.292e-001 µg/m³	(+/- 16.3%)	bei x= 1168 m, y= 1515 m	(3: 93, 99)
N02	T10	: 8.444e+000 µg/m³	(+/- 31.6%)	bei x= 396 m, y= 375 m	(1:106, 96)
N02	T00	: 6.319e+001 µg/m³	(+/- 99.9%)	bei x= -180 m, y= 383 m	(1: 34, 97)
N02	S18	: 6.524e+001 µg/m³	(+/- 89.9%)	bei x= 380 m, y= 383 m	(1:104, 97)
N02	S00	: 1.516e+003 µg/m³	(+/- 99.9%)	bei x= -180 m, y= 383 m	(1: 34, 97)

NH3	J00	: 3.415e-001	µg/m ³	(+/- 6.6%)	bei x=	348 m,	y=	407 m	(1:100,100)
HCOH	J00	: 7.372e-001	µg/m ³	(+/- 6.7%)	bei x=	348 m,	y=	407 m	(1:100,100)
CO	J00	: 9.174e+000	µg/m ³	(+/- 6.7%)	bei x=	348 m,	y=	407 m	(1:100,100)
CO	T360	: 0.000e+000	µg/m ³	(+/- 0.0%)					
CO	T00	: 3.009e+002	µg/m ³	(+/- 21.2%)	bei x=	324 m,	y=	287 m	(1: 97, 85)
CO	S24	: 7.296e+002	µg/m ³	(+/- 57.6%)	bei x=	300 m,	y=	231 m	(1: 94, 78)
CO	S00	: 5.349e+003	µg/m ³	(+/- 99.9%)	bei x=	-188 m,	y=	-161 m	(1: 33, 29)
PM	J00	: 5.811e-001	µg/m ³	(+/- 6.6%)	bei x=	348 m,	y=	407 m	(1:100,100)
PM	T35	: 2.195e+000	µg/m ³	(+/- 44.7%)	bei x=	372 m,	y=	391 m	(1:103, 98)
PM	T00	: 1.941e+001	µg/m ³	(+/- 21.2%)	bei x=	324 m,	y=	287 m	(1: 97, 85)
PM25	J00	: 1.828e-001	µg/m ³	(+/- 6.7%)	bei x=	348 m,	y=	407 m	(1:100,100)
XX	J00	: 7.372e-007	g/m ³	(+/- 6.7%)	bei x=	348 m,	y=	407 m	(1:100,100)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	00	01	02	03	04						
05	07										
xp		188	124	268	148						
636	568										
yp		295	375	351	135						
243	323										
hp		1.5	4.5	7.5	10.5						
10.5	19.5										
-----+-----+-----+-----+-----+-----											
S02	DEP	2.755e-001	7.0%	2.048e-001	8.0%	3.125e-001	7.5%	3.428e-001	4.8%	3.294e-001	5.0%
1.239e-001	7.3%	1.470e-001	6.7%	kg/(ha*a)							
S02	DRY	1.775e-001	10.8%	1.298e-001	12.6%	2.356e-001	9.9%	1.904e-001	8.7%	1.728e-001	9.5%
9.447e-002	9.6%	1.165e-001	8.4%	kg/(ha*a)							
S02	WET	9.803e-002	0.9%	7.501e-002	0.9%	7.692e-002	1.0%	1.525e-001	0.6%	1.566e-001	0.6%
2.938e-002	1.0%	3.046e-002	0.9%	kg/(ha*a)							
S02	J00	5.708e-002	7.2%	3.522e-002	7.4%	7.839e-002	4.1%	7.051e-002	5.0%	8.061e-002	4.7%
4.029e-002	3.4%	5.683e-002	2.7%	µg/m³							
S02	T03	1.155e+000	34.4%	5.315e-001	33.1%	9.626e-001	19.1%	1.060e+000	20.5%	1.058e+000	27.5%
5.421e-001	13.8%	7.053e-001	13.7%	µg/m³							
S02	T00	1.571e+000	20.1%	1.962e+000	18.7%	1.511e+000	17.3%	1.402e+000	19.2%	1.805e+000	15.6%
1.170e+000	10.5%	1.215e+000	11.8%	µg/m³							
S02	S24	4.928e+000	100%	3.381e+000	85.7%	4.325e+000	39.7%	4.463e+000	89.5%	4.186e+000	58.0%
2.605e+000	32.2%	2.949e+000	36.9%	µg/m³							
S02	S00	1.338e+001	45.6%	7.087e+000	38.5%	1.003e+001	36.0%	7.749e+000	40.6%	1.258e+001	25.1%
5.382e+000	21.2%	6.031e+000	20.2%	µg/m³							
NOX	J00	4.191e+000	7.2%	2.581e+000	7.4%	5.652e+000	4.1%	4.961e+000	5.0%	5.681e+000	4.6%
2.857e+000	3.4%	4.007e+000	2.7%	µg/m³							
N02	DEP	4.501e-001	10.8%	3.485e-001	13.0%	6.145e-001	10.2%	4.744e-001	8.8%	4.412e-001	9.7%
2.925e-001	10.0%	3.338e-001	8.5%	kg/(ha*a)							
N02	DRY	4.462e-001	10.9%	3.455e-001	13.2%	6.113e-001	10.3%	4.687e-001	8.9%	4.354e-001	9.9%
2.912e-001	10.0%	3.324e-001	8.5%	kg/(ha*a)							
N02	WET	3.934e-003	1.0%	3.063e-003	1.1%	3.244e-003	1.2%	5.678e-003	0.6%	5.822e-003	0.7%
1.379e-003	1.3%	1.387e-003	1.2%	kg/(ha*a)							
N02	J00	4.724e-001	7.3%	3.122e-001	8.0%	6.656e-001	4.2%	5.872e-001	5.5%	6.485e-001	4.8%
3.867e-001	4.9%	4.970e-001	2.9%	µg/m³							
N02	T10	4.660e+000	47.8%	3.242e+000	43.5%	6.189e+000	23.1%	4.798e+000	35.5%	4.839e+000	25.2%
3.323e+000	34.6%	3.774e+000	20.1%	µg/m³							
N02	T00	1.190e+001	20.0%	1.511e+001	18.7%	1.186e+001	17.4%	1.051e+001	19.1%	1.324e+001	15.5%
9.454e+000	10.6%	9.625e+000	11.9%	µg/m³							
N02	S18	4.519e+001	70.2%	3.178e+001	73.1%	3.960e+001	55.3%	3.974e+001	40.2%	4.037e+001	62.3%
2.759e+001	32.9%	2.673e+001	35.9%	µg/m³							
N02	S00	9.897e+001	45.3%	8.049e+001	100%	7.850e+001	36.0%	1.749e+002	61.7%	9.387e+001	48.6%
8.060e+001	100%	5.099e+001	41.8%	µg/m³							
N0	DEP	3.778e-001	10.8%	2.763e-001	12.6%	5.050e-001	10.0%	3.931e-001	8.7%	3.584e-001	9.5%
2.073e-001	9.8%	2.572e-001	8.5%	kg/(ha*a)							

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 109 von 128

NO	DRY	3.778e-001	10.8%	2.763e-001	12.6%	5.050e-001	10.0%	3.931e-001	8.7%	3.584e-001
9.5%	2.073e-001	9.8%	2.572e-001	8.5%	kg/(ha*a)					
NH3	DEP	3.207e+000	2.5%	2.404e+000	2.8%	2.883e+000	3.4%	4.489e+000	1.6%	4.602e+000
1.5%	1.086e+000	3.5%	1.242e+000	3.3%	kg/(ha*a)					
NH3	DRY	7.363e-001	10.8%	5.384e-001	12.5%	9.768e-001	9.9%	7.901e-001	8.7%	7.173e-001
9.5%	3.918e-001	9.6%	4.834e-001	8.4%	kg/(ha*a)					
NH3	WET	2.470e+000	0.5%	1.865e+000	0.6%	1.907e+000	0.6%	3.699e+000	0.4%	3.884e+000
0.4%	6.944e-001	0.8%	7.585e-001	0.6%	kg/(ha*a)					
NH3	J00	2.368e-001	7.2%	1.462e-001	7.4%	3.251e-001	4.1%	2.927e-001	5.0%	3.347e-001
4.7%	1.672e-001	3.4%	2.358e-001	2.7%	µg/m³					
HCOH	J00	4.954e-001	7.2%	3.061e-001	7.4%	6.686e-001	4.1%	5.900e-001	5.0%	6.730e-001
4.6%	3.387e-001	3.4%	4.757e-001	2.7%	µg/m³					
CO	J00	6.165e+000	7.2%	3.812e+000	7.4%	8.320e+000	4.1%	7.346e+000	5.0%	8.378e+000
4.6%	4.212e+000	3.4%	5.918e+000	2.7%	µg/m³					
CO	T360	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	µg/m³					
CO	T00	1.658e+002	20.1%	2.086e+002	18.7%	1.622e+002	17.5%	1.459e+002	19.2%	1.874e+002
15.6%	1.227e+002	10.5%	1.271e+002	11.8%	µg/m³					
CO	S24	5.209e+002	47.3%	3.523e+002	100%	4.591e+002	36.1%	4.636e+002	89.3%	4.351e+002
57.9%	2.721e+002	29.7%	3.089e+002	25.9%	µg/m³					
CO	S00	1.402e+003	45.8%	7.458e+002	38.4%	1.087e+003	36.2%	8.049e+002	40.5%	1.302e+003
25.1%	5.614e+002	21.0%	6.264e+002	20.2%	µg/m³					
PM	DEP	8.061e-003	3.2%	5.636e-003	3.7%	7.134e-003	3.7%	1.102e-002	2.1%	1.086e-002
1.9%	3.076e-003	3.5%	3.219e-003	3.1%	g/(m²*d)					
PM	DRY	3.077e-003	8.4%	1.852e-003	11.2%	3.369e-003	7.8%	3.222e-003	7.1%	2.836e-003
7.3%	1.666e-003	6.5%	1.725e-003	5.8%	g/(m²*d)					
PM	WET	4.984e-003	0.5%	3.784e-003	0.6%	3.765e-003	0.6%	7.798e-003	0.4%	8.024e-003
0.4%	1.410e-003	0.6%	1.493e-003	0.5%	g/(m²*d)					
PM	J00	3.995e-001	7.2%	2.465e-001	7.4%	5.457e-001	4.1%	4.888e-001	5.0%	5.586e-001
4.7%	2.796e-001	3.4%	3.939e-001	2.7%	µg/m³					
PM	T35	1.049e+000	75.9%	7.985e-001	66.7%	1.658e+000	36.7%	1.427e+000	83.6%	1.862e+000
71.2%	9.106e-001	27.6%	1.419e+000	27.2%	µg/m³					
PM	T00	1.090e+001	20.1%	1.368e+001	18.7%	1.049e+001	17.3%	9.723e+000	19.2%	1.249e+001
15.6%	8.134e+000	10.5%	8.437e+000	11.8%	µg/m³					
PM25	J00	1.233e-001	7.2%	7.600e-002	7.4%	1.666e-001	4.1%	1.474e-001	5.0%	1.682e-001
4.7%	8.455e-002	3.4%	1.188e-001	2.7%	µg/m³					
XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	DRY	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	WET	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	J00	4.954e-007	7.2%	3.061e-007	7.4%	6.686e-007	4.1%	5.900e-007	5.0%	6.730e-007
4.6%	3.387e-007	3.4%	4.757e-007	2.7%	g/m³					

=====

=====

2024-04-21 22:58:21 AUSTAL beendet.

A 6.3 Variante 3: Wartungsbetrieb Volllast

2024-04-22 15:59:57 AUSTAL gestartet

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

=====
Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15
=====

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_PK/FRA07/VL_CloudHQ_FRA07_SCR_W/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "DE-TRE-936-ABB4".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings)!

```
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "CloudHQ_FRA07" 'Projekt-Titel'
> ux 32484940 'x-Koordinate des Bezugspunktes'
> uy 5550660 'y-Koordinate des Bezugspunktes'
> z0 0.50 'Rauigkeitslänge'
> qs 0 'Qualitätsstufe'
> az Offenbach_10641_2012rr.akterm
> xa -1216.00 'x-Koordinate des Anemometers'
> ya -3109.00 'y-Koordinate des Anemometers'
> ri ?
> dd 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 'Zellengröße (m)'
> x0 -448.0 -896.0 -1792.0 -3584.0 -7168.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters'
> nx 112 112 112 112 113 'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung'
> y0 -389.0 -805.0 -1637.0 -3301.0 -6629.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters'
> ny 104 104 104 104 104 'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung'
> nz 32 32 32 32 32 'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung'
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 58.0
65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "CloudHQ_FRA07.grid" 'Gelände-Datei'
> xq -45.98 -59.64 -55.67 -31.56 -7.39 5.98 76.67 90.35
97.75 -45.98 -59.64 -55.67 -31.56 -7.39 5.98 76.67
99.75 5.98 97.75
> yq -8.12 15.75 31.83 45.54 59.21 66.74 78.14 54.33
40.75 -8.12 15.75 31.83 45.54 59.21 66.74 78.14
50.75 66.74 40.75
> hq 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50
44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50
44.50 44.50 44.50
> aq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00
```

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 111 von 128

> bq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> cq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> wq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> dq	1.96	1.96	1.96	1.96	1.79	1.97	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
1.97	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
0.80	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
> vq	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.80	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60
22.80	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60	22.60
22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80
> tq	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	447.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00
447.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00	446.00
446.00	446.00	509.00	509.00	509.00	509.00	509.00	509.00	509.00	509.00	509.00	509.00	509.00
> lq	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
> rq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> zq	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
> sq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> so2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> no	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> no2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> nox	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> nh3	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> xx	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> odor	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> pm-1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> pm-2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> pm-u	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

```
> hcoh ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?
> pm25-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?
> co  ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?
> xp 188.00    124.00    268.00    148.00    132.00    616.00    568.00
> yp 295.00    375.00    351.00    135.00    143.00    291.00    323.00
> hp 1.50      4.50      7.50      10.50     13.50     16.50     19.50
> rb "poly_raster.dmna"      'Gebäude-Rasterdatei
> LIBPATH "D:/Projekte_PK/FRA07/VL_CloudHQ_FRA07_SCR_W/lib"
===== Ende der Eingabe =====
```

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

Anzahl CPUs: 4
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 29.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.09 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.16).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.21 (0.21).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.18 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.19 (0.16).
Die Zeitreihen-Datei "D:/Projekte_PK/FRA07/VL_CloudHQ_FRA07_SCR_W/erg0004/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=18.6 m verwendet.
Die Angabe "az Offenbach_10641_2012rr.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
Prüfsumme TALDIA 7502b53c
Prüfsumme SETTINGS dff33903
Prüfsumme SERIES 59a517f6
Gesamtniederschlag 724 mm in 878 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1).

*** Die Dateiausgabe wird nicht dargestellt.

=====

Auswertung der Ergebnisse:
=====

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

Maximalwerte, Deposition

=====

S02	DEP	: 1.559e-002 kg/(ha*a) (+/- 45.1%) bei x= 316 m, y= 311 m (1: 96, 88)
S02	DRY	: 1.556e-002 kg/(ha*a) (+/- 45.2%) bei x= 316 m, y= 311 m (1: 96, 88)
S02	WET	: 2.920e-004 kg/(ha*a) (+/- 1.2%) bei x= -20 m, y= 87 m (1: 54, 60)
N02	DEP	: 1.090e-001 kg/(ha*a) (+/- 99.7%) bei x=-3040 m, y= -389 m (4: 9, 46)

Seite 113 von 128

Maximalwerte, Konzentration bei $z=1.5$ m

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei $z=1.5$ m

ODOR J00 : 2.618e-001 % (+/- 0.0) bei x= 252 m, y= 327 m (1: 88, 90)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

1968930_2024_EuL_21262022_B2_20250602.docx

S02	DRY	3.055e-003	14.3%	2.507e-003	16.5%	7.271e-003	61.6%	3.034e-003	11.6%	2.512e-003	12.5%	6.830e-004	17.0%	8.163e-004	15.8%	kg/(ha*a)
S02	WET	4.793e-005	2.4%	5.482e-005	2.1%	3.959e-005	2.4%	2.813e-005	3.4%	3.215e-005	3.3%	8.041e-007	20.3%	1.926e-006	9.9%	kg/(ha*a)
S02	J00	9.790e-004	9.7%	6.803e-004	9.1%	1.213e-003	13.4%	9.188e-004	6.7%	1.291e-003	18.5%	3.351e-004	8.5%	3.623e-004	15.2%	µg/m³
S02	T03	3.589e-002	34.2%	2.219e-002	34.2%	4.271e-002	15.8%	3.599e-002	23.4%	4.121e-002	20.0%	1.336e-002	13.7%	1.713e-002	12.5%	µg/m³
S02	T00	7.214e-002	24.9%	3.710e-002	24.4%	7.010e-002	78.9%	4.653e-002	18.7%	8.404e-002	100%	2.121e-002	13.0%	1.907e-002	100%	µg/m³
S02	S24	1.568e-001	75.9%	9.440e-002	100%	1.544e-001	49.6%	1.104e-001	86.1%	1.372e-001	63.8%	4.290e-002	70.7%	3.901e-002	100%	µg/m³
S02	S00	4.463e-001	64.2%	3.882e-001	44.5%	1.257e+000	100%	4.654e-001	30.1%	2.017e+000	100%	1.779e-001	100%	4.577e-001	100%	µg/m³
NOX	J00	7.068e-002	9.8%	4.805e-002	9.3%	8.748e-002	14.0%	6.334e-002	6.8%	8.900e-002	18.6%	2.335e-002	8.4%	2.582e-002	16.6%	µg/m³
NO2	DEP	8.256e-003	14.5%	6.844e-003	16.3%	1.828e-002	58.5%	7.483e-003	11.9%	6.241e-003	12.8%	2.102e-003	17.2%	2.667e-003	16.4%	kg/(ha*a)
NO2	DRY	8.254e-003	14.5%	6.842e-003	16.3%	1.828e-002	58.5%	7.482e-003	11.9%	6.240e-003	12.8%	2.102e-003	17.2%	2.667e-003	16.4%	kg/(ha*a)
NO2	WET	2.036e-006	2.6%	2.320e-006	2.4%	1.750e-006	2.6%	1.073e-006	3.7%	1.226e-006	3.3%	5.063e-008	23.3%	9.611e-008	10.6%	kg/(ha*a)
NO2	J00	8.531e-003	9.7%	6.033e-003	9.0%	1.049e-002	13.6%	7.452e-003	6.8%	1.009e-002	17.7%	3.281e-003	8.9%	3.418e-003	15.4%	µg/m³
NO2	T10	9.925e-002	66.8%	7.119e-002	34.8%	1.788e-001	34.4%	9.126e-002	40.4%	1.702e-001	29.1%	4.296e-002	100%	4.397e-002	22.1%	µg/m³
NO2	T00	5.789e-001	25.2%	3.009e-001	24.5%	6.150e-001	78.8%	3.913e-001	19.3%	6.250e-001	100%	1.765e-001	13.1%	1.697e-001	100%	µg/m³
NO2	S18	1.491e+000	58.5%	1.087e+000	57.3%	1.423e+000	46.8%	1.091e+000	57.5%	1.558e+000	40.3%	6.420e-001	75.0%	6.094e-001	29.9%	µg/m³
NO2	S00	3.849e+000	62.8%	3.385e+000	44.8%	1.101e+001	100%	4.432e+000	31.2%	1.500e+001	100%	1.445e+000	26.8%	4.073e+000	100%	µg/m³
NO	DEP	6.930e-003	13.8%	6.479e-003	15.5%	1.641e-002	56.4%	7.066e-003	11.3%	5.730e-003	12.5%	1.496e-003	16.9%	1.991e-003	15.5%	kg/(ha*a)
NO	DRY	6.930e-003	13.8%	6.479e-003	15.5%	1.641e-002	56.4%	7.066e-003	11.3%	5.730e-003	12.5%	1.496e-003	16.9%	1.991e-003	15.5%	kg/(ha*a)
NH3	DEP	1.438e-002	12.6%	1.225e-002	14.0%	3.136e-002	59.4%	1.335e-002	11.0%	1.141e-002	11.4%	2.861e-003	16.8%	3.410e-003	15.7%	kg/(ha*a)
NH3	DRY	1.254e-002	14.4%	1.012e-002	17.0%	2.989e-002	62.3%	1.237e-002	11.8%	1.027e-002	12.7%	2.835e-003	17.0%	3.348e-003	16.0%	kg/(ha*a)
NH3	WET	1.846e-003	2.3%	2.134e-003	2.0%	1.465e-003	2.3%	9.878e-004	3.3%	1.148e-003	3.1%	2.518e-005	19.5%	6.139e-005	9.3%	kg/(ha*a)
NH3	J00	4.030e-003	9.8%	2.754e-003	9.3%	5.024e-003	13.5%	3.760e-003	6.8%	5.299e-003	18.7%	1.381e-003	8.5%	1.499e-003	15.3%	µg/m³
HCOH	J00	8.548e-003	9.7%	5.910e-003	9.1%	1.047e-002	13.9%	7.715e-003	6.7%	1.081e-002	18.4%	2.825e-003	8.4%	3.050e-003	15.0%	µg/m³
CO	J00	6.493e-002	9.8%	4.482e-002	9.2%	7.973e-002	14.0%	5.832e-002	6.8%	8.195e-002	18.6%	2.154e-002	8.4%	2.327e-002	15.0%	µg/m³
CO	T360	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	µg/m³
CO	T00	4.757e+000	25.0%	2.422e+000	24.4%	4.748e+000	80.0%	2.984e+000	18.6%	5.346e+000	100%	1.359e+000	13.0%	1.232e+000	14.2%	µg/m³
CO	S24	1.007e+001	67.4%	6.057e+000	78.1%	9.981e+000	35.5%	7.377e+000	59.8%	8.723e+000	63.8%	2.727e+000	70.7%	2.479e+000	100%	µg/m³
CO	S00	3.038e+001	63.0%	2.497e+001	44.5%	8.706e+001	100%	2.983e+001	30.0%	1.283e+002	100%	1.139e+001	26.6%	2.893e+001	100%	µg/m³
PM	DEP	7.592e-005	25.5%	3.864e-005	12.0%	1.113e-004	36.8%	4.449e-005	9.4%	4.850e-005	8.8%	1.205e-005	12.3%	2.647e-005	41.0%	g/(m²*d)
PM	DRY	7.285e-005	26.6%	3.505e-005	13.3%	1.090e-004	37.6%	4.273e-005	9.8%	4.636e-005	9.2%	1.201e-005	12.4%	2.637e-005	41.1%	g/(m²*d)
PM	WET	3.063e-006	1.7%	3.590e-006	1.6%	2.332e-006	2.0%	1.762e-006	2.9%	2.136e-006	2.9%	4.227e-008	14.7%	1.023e-007	7.2%	g/(m²*d)

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 115 von 128

PM	J00	6.867e-003	9.7%	4.765e-003	9.1%	8.481e-003	13.6%	6.379e-003	6.7%	8.960e-003
18.5%	2.330e-003	8.4%	2.517e-003	15.2%	µg/m³					
PM	T35	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	µg/m³					
PM	T00	5.051e-001	24.9%	2.590e-001	24.4%	4.943e-001	79.2%	3.230e-001	18.7%	5.825e-001
100%	1.472e-001	13.0%	1.322e-001	14.2%	µg/m³					
PM25	J00	2.126e-003	9.7%	1.470e-003	9.1%	2.606e-003	13.9%	1.926e-003	6.7%	2.700e-003
18.4%	7.051e-004	8.4%	7.614e-004	15.0%	µg/m³					
XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	DRY	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	WET	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	J00	8.548e-009	9.7%	5.910e-009	9.1%	1.047e-008	13.9%	7.715e-009	6.7%	1.081e-008
18.4%	2.825e-009	8.4%	3.050e-009	15.0%	g/m³					
ODOR	J00	1.366e-001	0.0	4.554e-002	0.0	1.366e-001	0.0	1.366e-001	0.0	2.049e-001
0.0	0.000e+000	0.0	1.138e-002	0.0	%					

=====

=====

2024-04-23 01:27:13 AUSTAL beendet.

A 6.4 Variante 3: Wartungsbetrieb Teillast

2024-04-23 15:59:03 AUSTAL gestartet

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

=====
Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15
=====

Arbeitsverzeichnis: D:/Projekte_PK/FRA07/TL_CloudHQ_FRA07_SCR_W/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "DE-TRE-936-ABB4".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings)!

```
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "CloudHQ_FRA07" 'Projekt-Titel'
> ux 32484940 'x-Koordinate des Bezugspunktes'
> uy 5550660 'y-Koordinate des Bezugspunktes'
> z0 0.50 'Rauigkeitslänge'
> qs 0 'Qualitätsstufe'
> az Offenbach_10641_2012rr.akterm
> xa -1216.00 'x-Koordinate des Anemometers'
> ya -3109.00 'y-Koordinate des Anemometers'
> ri ?
> dd 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 'Zellengröße (m)'
> x0 -448.0 -896.0 -1792.0 -3584.0 -7168.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters'
> nx 112 112 112 112 113 'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung'
> y0 -389.0 -805.0 -1637.0 -3301.0 -6629.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters'
> ny 104 104 104 104 104 'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung'
> nz 32 32 32 32 32 'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung'
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 58.0
65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "CloudHQ_FRA07.grid" 'Gelände-Datei'
> xq -45.98 -59.64 -55.67 -31.56 -7.39 5.98 76.67 90.35
97.75 -45.98 -59.64 -55.67 -31.56 -7.39 5.98 76.67
99.75 5.98 97.75
> yq -8.12 15.75 31.83 45.54 59.21 66.74 78.14 54.33
40.75 -8.12 15.75 31.83 45.54 59.21 66.74 78.14
50.75 66.74 40.75
> hq 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50
44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50 44.50
44.50 44.50 44.50
> aq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00
```

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 117 von 128

> bq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> cq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> wq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> dq 1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.79	1.97	1.96	1.96	1.96
1.97	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
0.80	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
> vq 19.10	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10	19.20	19.10	19.10	19.10
19.20	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10
19.10	30.30	30.30	30.30	30.30	30.30	30.30	30.30	30.30	30.30
> tq 422.00	422.00	422.00	422.00	422.00	422.00	423.00	422.00	422.00	422.00
423.00	422.00	422.00	422.00	422.00	422.00	422.00	422.00	422.00	422.00
422.00	422.00	484.00	484.00	484.00	484.00	484.00	484.00	484.00	484.00
> lq 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
> rq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> zq 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
> sq 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> so2 ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> no ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> no2 ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> nox ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> nh3 ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> xx ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> odor ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> pm-1 ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> pm-2 ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
> pm-u ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

```
> hcoh ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?
> pm25-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?
> co  ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?      ?
?      ?      ?
> xp 188.00    124.00    268.00    148.00    132.00    616.00    568.00
> yp 295.00    375.00    351.00    135.00    143.00    291.00    323.00
> hp 1.50      4.50      7.50      10.50     13.50     16.50     19.50
> rb "poly_raster.dma"          'Gebäude-Rasterdatei
> LIBPATH "D:/Projekte_PK/FRA07/TL_CloudHQ_FRA07_SCR_W/lib"
===== Ende der Eingabe =====
```

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

Anzahl CPUs: 4
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 29.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.09 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.16).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.21 (0.21).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.18 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.19 (0.16).
Die Zeitreihen-Datei "D:/Projekte_PK/FRA07/TL_CloudHQ_FRA07_SCR_W/erg0004/zeitreihe.dma" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=18.6 m verwendet.
Die Angabe "az Offenbach_10641_2012rr.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
Prüfsumme TALDIA 7502b53c
Prüfsumme SETTINGS dff33903
Prüfsumme SERIES f42f96a9
Gesamtniederschlag 724 mm in 878 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1).

*** Die Dateiausgabe wird nicht dargestellt.

=====

Auswertung der Ergebnisse:
=====

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

Maximalwerte, Deposition

=====

S02	DEP	: 1.533e-002 kg/(ha*a) (+/- 35.7%) bei x= 212 m, y= 423 m (1: 83,102)
S02	DRY	: 1.529e-002 kg/(ha*a) (+/- 35.8%) bei x= 212 m, y= 423 m (1: 83,102)
S02	WET	: 2.474e-004 kg/(ha*a) (+/- 1.2%) bei x= -20 m, y= 87 m (1: 54, 60)
N02	DEP	: 9.339e-002 kg/(ha*a) (+/- 99.9%) bei x=-1520 m, y= -149 m (3: 9, 47)

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 119 von 128

```

N02      DRY : 9.339e-002 kg/(ha*a) (+/- 99.9%) bei x=-1520 m, y= -149 m (3: 9, 47)
N02      WET : 8.692e-006 kg/(ha*a) (+/- 1.2%) bei x= -20 m, y= 87 m (1: 54, 60)
NO       DEP : 3.325e-002 kg/(ha*a) (+/- 35.3%) bei x= 212 m, y= 423 m (1: 83,102)
NO       DRY : 3.325e-002 kg/(ha*a) (+/- 35.3%) bei x= 212 m, y= 423 m (1: 83,102)
NH3      DEP : 6.467e-002 kg/(ha*a) (+/- 35.1%) bei x= 212 m, y= 423 m (1: 83,102)
NH3      DRY : 6.334e-002 kg/(ha*a) (+/- 35.9%) bei x= 212 m, y= 423 m (1: 83,102)
NH3      WET : 7.198e-003 kg/(ha*a) (+/- 1.2%) bei x= -20 m, y= 87 m (1: 54, 60)
PM       DEP : 2.045e-004 g/(m²*d) (+/- 37.4%) bei x= 268 m, y= 351 m (1: 90, 93)
PM       DRY : 2.025e-004 g/(m²*d) (+/- 37.8%) bei x= 268 m, y= 351 m (1: 90, 93)
PM       WET : 1.433e-005 g/(m²*d) (+/- 1.0%) bei x= -20 m, y= 87 m (1: 54, 60)
XX       DEP : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
XX       DRY : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
XX       WET : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
=====

```

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

```

=====
S02      J00 : 3.365e-003 µg/m³ (+/- 36.5%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
S02      T03 : 5.556e-002 µg/m³ (+/- 31.2%) bei x= 212 m, y= 279 m (1: 83, 84)
S02      T00 : 9.853e-001 µg/m³ (+/- 45.5%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
S02      S24 : 1.833e-001 µg/m³ (+/- 48.9%) bei x= 252 m, y= 311 m (1: 88, 88)
S02      S00 : 1.849e+001 µg/m³ (+/- 78.1%) bei x= 292 m, y= 215 m (1: 93, 76)
NOX      J00 : 2.454e-001 µg/m³ (+/- 35.7%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
NO2      J00 : 4.242e-002 µg/m³ (+/- 99.3%) bei x=-3296 m, y=-1861 m (4: 5, 23)
NO2      T10 : 2.358e-001 µg/m³ (+/- 47.8%) bei x= 196 m, y= 215 m (1: 81, 76)
NO2      T00 : 1.542e+001 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x=-3296 m, y=-1861 m (4: 5, 23)
NO2      S18 : 2.074e+000 µg/m³ (+/- 76.8%) bei x= 300 m, y= 279 m (1: 94, 84)
NO2      S00 : 3.700e+002 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x=-3296 m, y=-1861 m (4: 5, 23)
NH3      J00 : 1.395e-002 µg/m³ (+/- 36.5%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
HCOH     J00 : 2.902e-002 µg/m³ (+/- 36.2%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
CO        J00 : 3.606e-001 µg/m³ (+/- 36.2%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
CO        T360 : 0.000e+000 µg/m³ (+/- 0.0%)
CO        T00 : 1.049e+002 µg/m³ (+/- 45.5%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
CO        S24 : 1.954e+001 µg/m³ (+/- 48.9%) bei x= 252 m, y= 311 m (1: 88, 88)
CO        S00 : 1.972e+003 µg/m³ (+/- 78.0%) bei x= 292 m, y= 215 m (1: 93, 76)
PM        J00 : 2.354e-002 µg/m³ (+/- 36.4%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
PM        T35 : 0.000e+000 µg/m³ (+/- 0.0%)
PM        T00 : 6.877e+000 µg/m³ (+/- 45.5%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
PM25     J00 : 7.229e-003 µg/m³ (+/- 36.2%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)
XX        J00 : 2.902e-008 g/m³ (+/- 36.2%) bei x= 316 m, y= 319 m (1: 96, 89)

```

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

```

=====
ODOR     J00 : 2.505e-001 % (+/- 0.0 ) bei x= 220 m, y= 383 m (1: 84, 97)
=====

```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```

=====
PUNKT    01          02          03          04
05        07
xp        188        124        268        148
136        568
yp        295        375        351        135
143        323
hp        1.5        4.5        7.5        10.5
18.5        19.5

```

```

-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
S02      DEP  3.513e-003 12.2% 2.252e-003 16.0% 2.651e-003 15.2% 2.326e-003 12.8% 3.133e-003
11.3% 7.342e-004 17.0% 7.963e-004 14.3% kg/(ha*a)

```

S02	DRY	3.472e-003	12.4%	2.204e-003	16.4%	2.620e-003	15.4%	2.302e-003	13.0%	3.105e-003
11.4%	7.335e-004	17.0%	7.948e-004	14.4%	kg/(ha*a)					
S02	WET	4.085e-005	2.4%	4.758e-005	2.1%	3.153e-005	2.5%	2.428e-005	3.4%	2.833e-005
3.1%	6.898e-007	17.1%	1.447e-006	8.9%	kg/(ha*a)					
S02	J00	9.997e-004	9.6%	9.616e-004	22.9%	1.309e-003	15.1%	1.307e-003	17.0%	1.473e-003
14.8%	2.921e-004	12.6%	4.522e-004	21.8%	µg/m³					
S02	T03	3.285e-002	37.0%	2.860e-002	25.2%	4.105e-002	17.6%	3.385e-002	20.2%	3.693e-002
20.1%	1.308e-002	14.5%	1.385e-002	11.5%	µg/m³					
S02	T00	5.986e-002	26.0%	7.738e-002	100%	1.369e-001	51.0%	1.294e-001	60.3%	1.315e-001
57.6%	1.799e-002	14.9%	6.559e-002	54.2%	µg/m³					
S02	S24	1.478e-001	54.9%	1.280e-001	64.2%	1.458e-001	42.9%	1.489e-001	41.2%	1.438e-001
57.6%	3.030e-002	72.3%	3.596e-002	38.9%	µg/m³					
S02	S00	3.933e-001	75.0%	1.857e+000	100%	2.102e+000	67.8%	1.477e+000	100%	2.315e+000
69.6%	2.909e-001	100%	1.158e+000	68.7%	µg/m³					
NOX	J00	7.940e-002	9.5%	7.781e-002	22.6%	9.640e-002	14.4%	9.416e-002	16.6%	1.092e-001
13.9%	2.141e-002	12.0%	3.213e-002	21.3%	µg/m³					
NO2	DEP	9.837e-003	13.2%	6.537e-003	15.5%	7.878e-003	15.1%	6.230e-003	12.6%	7.726e-003
11.6%	2.443e-003	18.7%	2.752e-003	14.1%	kg/(ha*a)					
NO2	DRY	9.835e-003	13.2%	6.535e-003	15.5%	7.876e-003	15.1%	6.229e-003	12.6%	7.725e-003
11.6%	2.443e-003	18.7%	2.752e-003	14.1%	kg/(ha*a)					
NO2	WET	1.736e-006	2.6%	2.016e-006	2.4%	1.403e-006	2.8%	9.228e-007	3.7%	1.086e-006
3.2%	3.843e-008	18.8%	7.332e-008	10.2%	kg/(ha*a)					
NO2	J00	9.709e-003	10.0%	9.236e-003	21.3%	1.148e-002	13.4%	1.051e-002	15.9%	1.214e-002
13.2%	2.817e-003	11.3%	4.004e-003	19.4%	µg/m³					
NO2	T10	1.220e-001	46.8%	1.451e-001	43.2%	1.556e-001	25.9%	1.423e-001	35.0%	1.950e-001
31.9%	3.242e-002	66.5%	3.773e-002	35.3%	µg/m³					
NO2	T00	5.203e-001	26.4%	6.871e-001	100%	1.044e+000	51.0%	9.653e-001	60.4%	9.521e-001
57.4%	1.471e-001	15.0%	5.090e-001	54.0%	µg/m³					
NO2	S18	1.685e+000	52.8%	1.255e+000	51.9%	1.540e+000	31.3%	1.474e+000	48.9%	1.483e+000
53.9%	5.853e-001	29.4%	5.703e-001	28.0%	µg/m³					
NO2	S00	4.331e+000	78.9%	1.649e+001	100%	1.606e+001	67.7%	1.105e+001	100%	1.676e+001
69.4%	2.345e+000	100%	9.009e+000	68.3%	µg/m³					
NO	DEP	7.651e-003	12.2%	5.271e-003	15.5%	5.877e-003	15.0%	5.145e-003	12.6%	6.445e-003
11.4%	1.618e-003	17.1%	1.884e-003	13.9%	kg/(ha*a)					
NO	DRY	7.651e-003	12.2%	5.271e-003	15.5%	5.877e-003	15.0%	5.145e-003	12.6%	6.445e-003
11.4%	1.618e-003	17.1%	1.884e-003	13.9%	kg/(ha*a)					
NH3	DEP	1.591e-002	11.2%	1.086e-002	13.8%	1.198e-002	14.0%	1.031e-002	12.0%	1.389e-002
10.6%	3.066e-003	16.9%	3.317e-003	14.3%	kg/(ha*a)					
NH3	DRY	1.434e-002	12.4%	9.013e-003	16.6%	1.081e-002	15.5%	9.452e-003	13.1%	1.288e-002
11.5%	3.045e-003	17.0%	3.270e-003	14.5%	kg/(ha*a)					
NH3	WET	1.575e-003	2.3%	1.849e-003	2.0%	1.169e-003	2.4%	8.533e-004	3.3%	1.015e-003
3.0%	2.104e-005	16.6%	4.715e-005	8.5%	kg/(ha*a)					
NH3	J00	4.111e-003	9.6%	3.946e-003	23.1%	5.413e-003	15.2%	5.405e-003	17.0%	6.065e-003
14.9%	1.208e-003	12.7%	1.875e-003	21.8%	µg/m³					
HCOH	J00	8.888e-003	9.7%	8.587e-003	24.5%	1.122e-002	14.8%	1.096e-002	17.1%	1.231e-002
14.7%	2.472e-003	12.4%	3.800e-003	21.6%	µg/m³					
CO	J00	1.096e-001	9.8%	1.062e-001	24.7%	1.387e-001	14.9%	1.351e-001	17.2%	1.515e-001
14.9%	3.061e-002	12.4%	4.731e-002	21.6%	µg/m³					
CO	T360	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	µg/m³					
CO	T00	6.573e+000	26.3%	9.296e+000	100%	1.429e+001	50.9%	1.350e+001	60.4%	1.363e+001
57.6%	1.895e+000	14.9%	6.797e+000	54.2%	µg/m³					
CO	S24	1.730e+001	57.0%	1.424e+001	53.2%	1.549e+001	44.2%	1.543e+001	41.2%	1.524e+001
55.4%	3.140e+000	72.3%	3.943e+000	38.7%	µg/m³					
CO	S00	4.494e+001	76.0%	2.231e+002	100%	2.203e+002	67.5%	1.554e+002	100%	2.399e+002
69.6%	2.983e+001	100%	1.200e+002	68.7%	µg/m³					
PM	DEP	5.386e-005	9.3%	3.506e-005	11.2%	2.045e-004	37.4%	9.166e-005	29.9%	5.230e-005
8.1%	8.625e-006	11.6%	1.127e-005	11.3%	g/(m²*d)					
PM	DRY	5.124e-005	9.8%	3.203e-005	12.3%	2.025e-004	37.8%	9.009e-005	30.4%	5.043e-005
8.3%	8.586e-006	11.7%	1.117e-005	11.4%	g/(m²*d)					
PM	WET	2.614e-006	1.6%	3.032e-006	1.7%	1.956e-006	1.8%	1.569e-006	2.8%	1.871e-006
2.4%	3.849e-008	15.7%	1.024e-007	7.8%	g/(m²*d)					

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 121 von 128

PM	J00	7.048e-003	9.6%	6.787e-003	23.3%	9.136e-003	15.0%	9.068e-003	17.0%	1.021e-002
14.8%	2.033e-003	12.5%	3.140e-003	21.7%	µg/m³					
PM	T35	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	µg/m³					
PM	T00	4.210e-001	26.1%	5.587e-001	100%	9.496e-001	51.0%	8.987e-001	60.4%	9.107e-001
57.6%	1.251e-001	14.9%	4.541e-001	54.2%	µg/m³					
PM25	J00	2.205e-003	9.6%	2.130e-003	24.3%	2.796e-003	14.8%	2.737e-003	17.1%	3.074e-003
14.7%	6.167e-004	12.4%	9.487e-004	21.6%	µg/m³					
XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	DRY	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	WET	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000
0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m²*d)					
XX	J00	8.888e-009	9.7%	8.587e-009	24.5%	1.122e-008	14.8%	1.096e-008	17.1%	1.231e-008
14.7%	2.472e-009	12.4%	3.801e-009	21.6%	g/m³					
ODOR	J00	1.821e-001	0.0	6.831e-002	0.0	1.252e-001	0.0	1.594e-001	0.0	1.821e-001
0.0	1.138e-002	0.0	2.277e-002	0.0	%					

=====

=====

2024-04-24 01:26:51 AUSTAL beendet.

A 6.5 Datei AUSTAL Settings

```
# Settings for AUSTAL
#
# history:
#
# 2021-08-05 uj information on rated odorants added
# 2021-11-08 Kai Born, TRE Stoffe HCOH, CO und VOC hinzugefügt; N02 Tageswerte wg. Unsicherheit
# aktiviert
#
#####
#
# Diese Datei darf nicht verändert werden, es sei denn, Sie wissen genau,
# was Sie tun.
#
# Do not modify this file unless you know exactly what you are doing.
#
#####

[.system]
# deposition parameters for 5 aerosol groups:
VdVec 0.001 0.010 0.050 0.200 0.070 # m/s
VsVec 0.000 0.000 0.040 0.150 0.060 # m/s
WfVec 3.0e-5 1.5e-4 4.4e-4 4.4e-4 4.4e-4 # 1/s
WeVec 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 # 1

[.astl]
# standard species properties:
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.0 # factor for concentration
uc "g/m3" # unit of concentration
ry 1.0 # reference value (yearly)
dy -1 # number of decimals (yearly)
nd -1 # number exceedances (daily)
rd 0.0 # reference value (daily)
dd -1 # number of decimals (daily)
nh -1 # number exceedances (hourly)
rh 0.0 # reference value (hourly)
dh -1 # number of decimals (hourly)
# deposition settings
vd 0.0 # deposition velocity (m/s)
wf 0.0 # washout factor Lambda (1/s)
we 1.0 # washout exponent Kappa
fn 86400 # factor for deposition
un "g/(m2*d)" # unit of deposition
rn 0.0 # reference value for deposition
dn -1 # number of decimals for deposition
# conversion times NO->NO2
NOxTimes 2.9 2.5 1.9 1.3 0.9 0.3 # h
# assessment threshold for odor hours
OdorThreshold 0.25 # OU/m3

##### gaeous substances #####

[S02]
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
fn 3.1536e8 # factor for deposition
un "kg/(ha*a)" # unit of deposition
ry 50 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)
nd 3 # number exceedances (daily)
rd 125.0 # reference value (daily)
dd 0 # number of decimals (daily)
nh 24 # number exceedances (hourly)
rh 350.0 # reference value (hourly)
dh 0 # number of decimals (hourly)
# deposition settings
vd 0.010 # deposition velocity (m/s)
wf 2.0e-5 # washout factor Lambda (1/s)
```

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 123 von 128

```
we      1.0      # washout exponent Kappa
rn      1.0      # reference value for deposition
dn      4        # number of decimals for deposition
```

[NOX]

```
grps    "0-0"    # aerosol groups
unit     "g"      # unit of emission
fc       1.e6     # factor for concentration
uc       "ug/m3"  # unit of concentration
ry       30.0     # reference value (yearly)
dy       1        # number of decimals (yearly)
```

[NO2]

```
grps    "0-0"    # aerosol groups
unit     "g"      # unit of emission
fc       1.e6     # factor for concentration
uc       "ug/m3"  # unit of concentration
fn       3.1536e8 # factor for deposition
un       "kg/(ha*a)" # unit of deposition
ry       40.0     # reference value (yearly)
dy       1        # number of decimals (yearly)
nd       10       # number exceedances (daily)
rd       100.0    # reference value (daily)
dd       0        # number of decimals (daily)
nh       18       # number exceedances (hourly)
rh       200.0    # reference value (hourly)
dh       0        # number of decimals (hourly)
          # deposition settings
vd       0.003    # deposition velocity (m/s)
wf       1.0e-7   # washout factor Lambda (1/s)
we       1.0      # washout exponent Kappa
rn       1.0      # reference value for deposition
dn       4        # number of decimals for deposition
```

[NO]

```
grps    "0-0"    # aerosol groups
unit     "g"      # unit of emission
fn       3.1536e8 # factor for deposition
un       "kg/(ha*a)" # unit of deposition
ry       0.0      # reference value (yearly)
          # deposition settings
vd       0.0005   # deposition velocity (m/s)
rn       1.0      # reference value for deposition
dn       4        # number of decimals for deposition
```

[NH3]

```
grps    "0-0"    # aerosol groups
unit     "g"      # unit of emission
fc       1.e6     # factor for concentration
uc       "ug/m3"  # unit of concentration
fn       3.1536e8 # factor for deposition
un       "kg/(ha*a)" # unit of deposition
ry       3.0      # reference value (yearly)
dy       2        # number of decimals (yearly)
          # deposition settings
vd       0.010    # deposition velocity (m/s)
wf       1.2e-4   # washout factor Lambda (1/s)
we       0.6      # washout exponent Kappa
rn       1.0      # reference value for deposition
dn       4        # number of decimals for deposition
```

[HG0]

```
grps    "0-0"    # aerosol groups
unit     "g"      # unit of emission
fc       1.e6     # factor for concentration
uc       "ug/m3"  # unit of concentration
ry       0.0      # reference value (yearly)
          # deposition settings
vd       0.0003   # deposition velocity (m/s)
fn       8.64e10  # factor for deposition
un       "ug/(m2*d)" # unit of deposition
rn       1.0      # reference value for deposition
dn       3        # number of decimals for deposition
```

```
[BZL]
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
ry 5.0 # reference value (yearly)
dy 2 # number of decimals (yearly)
```

```
[HCOH]
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
ry 5.0 # reference value (yearly)
dy 2 # number of decimals (yearly)
```

```
[CO]
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
ry 5 # reference value (yearly)
dy 2 # number of decimals (yearly)
nd 360 # number exceedances (daily)
rd 3333.0 # reference value (daily)
dd 0 # number of decimals (daily)
nh 24 # number exceedances (hourly)
rh 10000.0 # reference value (hourly)
dh 0 # number of decimals (hourly)
```

```
[VOC]
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
ry 5 # reference value (yearly)
dy 2 # number of decimals (yearly)
nd 360 # number exceedances (daily)
rd 3333.0 # reference value (daily)
dd 0 # number of decimals (daily)
nh 24 # number exceedances (hourly)
rh 10000.0 # reference value (hourly)
dh 0 # number of decimals (hourly)
```

```
[VOC1]
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
ry 5 # reference value (yearly)
dy 2 # number of decimals (yearly)
nd 360 # number exceedances (daily)
rd 3333.0 # reference value (daily)
dd 0 # number of decimals (daily)
nh 24 # number exceedances (hourly)
rh 10000.0 # reference value (hourly)
dh 0 # number of decimals (hourly)
```

```
[VOC2]
grps "0-0" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
ry 5 # reference value (yearly)
dy 2 # number of decimals (yearly)
nd 360 # number exceedances (daily)
rd 3333.0 # reference value (daily)
dd 0 # number of decimals (daily)
nh 24 # number exceedances (hourly)
rh 10000.0 # reference value (hourly)
dh 0 # number of decimals (hourly)
```

```
[VOC3]
```

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 125 von 128

```
grps "0-0"      # aerosol groups
unit  "g"       # unit of emission
fc    1.e6      # factor for concentration
uc    "ug/m3"   # unit of concentration
ry    5         # reference value (yearly)
dy    2         # number of decimals (yearly)
nd    360       # number exceedances (daily)
rd    3333.0    # reference value (daily)
dd    0         # number of decimals (daily)
nh    24        # number exceedances (hourly)
rh    10000.0   # reference value (hourly)
dh    0         # number of decimals (hourly)
```

[VOC4]

```
grps "0-0"      # aerosol groups
unit  "g"       # unit of emission
fc    1.e6      # factor for concentration
uc    "ug/m3"   # unit of concentration
ry    5         # reference value (yearly)
dy    2         # number of decimals (yearly)
nd    360       # number exceedances (daily)
rd    3333.0    # reference value (daily)
dd    0         # number of decimals (daily)
nh    24        # number exceedances (hourly)
rh    10000.0   # reference value (hourly)
dh    0         # number of decimals (hourly)
```

[F]

```
grps "0-0"      # aerosol groups
unit  "g"       # unit of emission
fc    1.e6      # factor for concentration
uc    "ug/m3"   # unit of concentration
ry    0.4       # reference value (yearly)
dy    3         # number of decimals (yearly)
```

[TCE]

```
grps "0-0"      # aerosol groups
unit  "g"       # unit of emission
fc    1.e6      # factor for concentration
uc    "ug/m3"   # unit of concentration
ry    10.0      # reference value (yearly)
dy    2         # number of decimals (yearly)
```

gaeous/pm substances

[PM]

```
grps "1-5"      # aerosol groups
unit  "g"       # unit of emission
fc    1.e6      # factor for concentration
uc    "ug/m3"   # unit of concentration
fn    86400     # factor for deposition
un    "g/(m2*d)" # unit of deposition
ry    40.0      # reference value (yearly)
dy    1         # number of decimals (yearly)
nd    35        # number exceedances (daily)
rd    50.0      # reference value (daily)
dd    1         # number of decimals (daily)
rn    0.35      # reference value for deposition
dn    4         # number of decimals for deposition
```

[PM25]

```
grps "1-1"      # aerosol groups
unit  "g"       # unit of emission
fc    1.e6      # factor for concentration
uc    "ug/m3"   # unit of concentration
ry    25.0      # reference value (yearly)
dy    1         # number of decimals (yearly)
```

[PB]

```
grps "1-5"      # aerosol groups
unit  "g"       # unit of emission
fc    1.e6      # factor for concentration
uc    "ug/m3"   # unit of concentration
```

```
fn 8.64e10 # factor for deposition
un "ug/(m2*d)" # unit of deposition
ry 0.5 # reference value (yearly)
dy 3 # number of decimals (yearly)
rn 100.0 # reference value for deposition
dn 1 # number of decimals for deposition
```

```
[AS]
grps "1-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
fn 8.64e10 # factor for deposition
un "ug/(m2*d)" # unit of deposition
ry 0.0 # reference value (yearly)
rn 4.0 # reference value for deposition
dn 2 # number of decimals for deposition
```

```
[CD]
grps "1-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
fn 8.64e10 # factor for deposition
un "ug/(m2*d)" # unit of deposition
ry 0.02 # reference value (yearly)
dy 4 # number of decimals (yearly)
rn 2.0 # reference value for deposition
dn 2 # number of decimals for deposition
```

```
[NI]
grps "1-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
ry 0.06 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)
fn 8.64e10 # factor for deposition
un "ug/(m2*d)" # unit of deposition
rn 15.0 # reference value for deposition
dn 2 # number of decimals for deposition
```

```
[HG]
grps "0-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
fn 8.64e10 # factor for deposition
un "ug/(m2*d)" # unit of deposition
ry 0.0 # reference value (yearly)
rn 1.0 # reference value for deposition
dn 3 # number of decimals for deposition
# deposition settings for gaseous component
vd 0.005 # deposition velocity (m/s)
wf 1.0e-4 # washout factor Lambda (1/s)
we 0.7 # washout exponent Kappa
```

```
[TL]
grps "1-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
fn 8.64e10 # factor for deposition
un "ug/(m2*d)" # unit of deposition
ry 0.0 # reference value (yearly)
rn 2.0 # reference value for deposition
dn 2 # number of decimals for deposition
```

```
[BAP]
grps "1-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e6 # factor for concentration
uc "ug/m3" # unit of concentration
fn 8.64e10 # factor for deposition
```

Emissionsberechnung und Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Rahmen
einer Machbarkeitsstudie für ein Rechenzentrum FRA07 der CloudHQ am
Standort „Offenbach Ketteler Straße“ in Offenbach,
Berichts-Nr. EuL/21262022/B2

Seite 127 von 128

```
un "ug/(m2*d)" # unit of deposition
ry 0.0 # reference value (yearly)
rn 0.5 # reference value for deposition
dn 3 # number of decimals for deposition
```

```
[DX]
grps "1-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
fc 1.e12 # factor for concentration
uc "pg/m3" # unit of concentration
fn 8.64e16 # factor for deposition
un "pg/(m2*d)" # unit of deposition
ry 0.0 # reference value (yearly)
rn 9 # reference value for deposition
dn 2 # number of decimals for deposition
```

```
[BAE]
grps "1-5" # aerosol groups
unit "1" # unit of emission
fc 1 # factor for concentration
uc "1/m3" # unit of concentration
fn 1 # factor for deposition
un "1/(m2*s)" # unit of deposition
ry 1.0 # reference value (yearly)
dy -1 # number of decimals (yearly)
rn 0.01 # reference value for deposition
dn -1 # number of decimals for deposition
```

```
[XX]
grps "0-5" # aerosol groups
unit "g" # unit of emission
ry 1.0 # reference value (yearly)
rn 1.0 # reference value for deposition
```

```
##### odorants #####
###
### The rated odorants must be specified directly after
### [ODOR]. Adding or deleting rated odorants requires
### adjustment of the program source code (TalInp.h,
### TIP_ADDODOR = number or rated odorants).
###
#####
```

```
[ODOR]
unit "OU" # unit of emission
fc 100.0 # factor for odor hour
uc "%" # unit of odor hour
ry 10.0 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)
```

```
[ODOR_050]
unit "OU" # unit of emission
fc 100.0 # factor for odor hour
uc "%" # unit of odor hour
ry 10.0 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)
```

```
[ODOR_065]
unit "OU" # unit of emission
fc 100.0 # factor for odor hour
uc "%" # unit of odor hour
ry 10.0 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)
```

```
[ODOR_075]
unit "OU" # unit of emission
fc 100.0 # factor for odor hour
uc "%" # unit of odor hour
ry 10.0 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)
```

```
[ODOR_100]
unit "OU" # unit of emission
```

fc 100.0 # factor for odor hour
uc "%" # unit of odor hour
ry 10.0 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)

[ODOR_150]
unit "OU" # unit of emission
fc 100.0 # factor for odor hour
uc "%" # unit of odor hour
ry 10.0 # reference value (yearly)
dy 1 # number of decimals (yearly)

#####