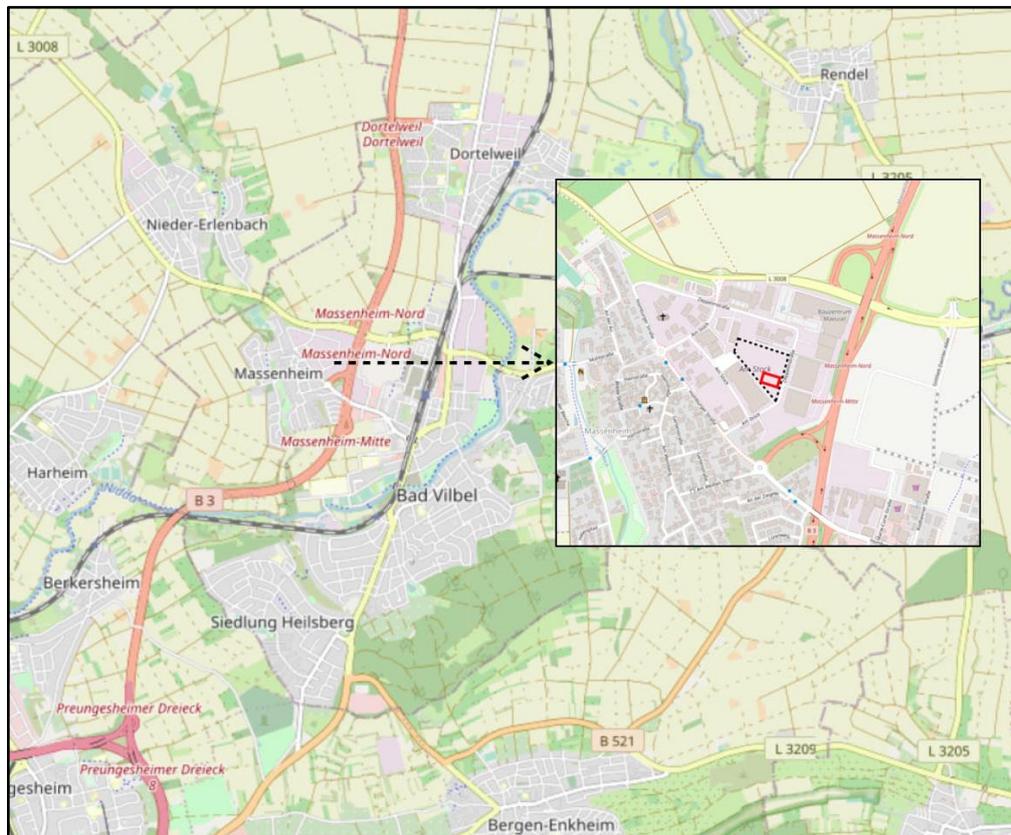


**Schornsteinmindesthöhenberechnung
und Luftschadstoffimmissionsprognose für die
geplante Netzersatzanlage in einem
Rechenzentrumsgebäude mit
Schornsteinanlage am Standort Bad Vilbel**



Bericht-Nr.: ACB-1022-226064-04 Rev 1

Sadid Salajegheh

David Yalcin

Dr. Wolfgang Henry

21.11.2022

Titel:	Schornsteinmindesthöhenberechnung und Luftschadstoffimmissionsprognose für die geplante Netzersatzanlage in einem Rechenzentrumsgebäude mit Schornsteinanlage am Standort Bad Vilbel
Auftraggeber:	DC-Datacenter-Group GmbH In der Aue 2 57584 Wallmenroth
Auftrag vom:	20.07.2022
Bericht-Nr.:	ACB-1022-226064-04 Rev 1
Umfang:	53 Seiten inkl. 7 Anlagen
Datum:	21.11.2022
Bearbeiter:	Sadid Salajegheh David Yalcin

Zusammenfassung:

Die Firma DC-Datacenter-Group GmbH plant ein Rechenzentrumgebäude bestehend aus drei Bauabschnitten mit 13 Netzersatzanlagen (Dieselmotoren des Typs „MTU 20V4000G94F“, Hersteller Rolls Royce), in der Zeppelinstraße 24 - 26, 61118 Bad Vilbel zu errichten. Die Anlage stellt eine nichtgenehmigungsbedürftige Anlage im Sinne der 4. BImSchV dar. Für den Betrieb der Anlage sind die Anforderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes an nicht-genehmigungsbedürftige Anlagen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen einzuhalten.

In diesem Bericht war die TA Luft-konforme Schornsteinmindesthöhe der Netzersatzanlage und die Luftschadstoffimmissionen zu bestimmen. Es gilt die grundlegende Forderung, dass Abgase so abzuleiten sind, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird und die Emissionsstelle deutlich oberhalb des Niveaus der umgebenden Bebauung liegen muss. Darüber hinaus dürfen auch sonst keine Hindernisse für einen Abtransport der Abgase bestehen. Für die Berechnungen wurden die Programme BESMIN und BESMAX verwendet.

Diese Unterlage ist für den Auftraggeber bestimmt und darf nur insgesamt kopiert und verwendet werden. Bei Veröffentlichung dieser Unterlage (auch auszugsweise) hat der Auftraggeber sicherzustellen, dass die veröffentlichten Inhalte keine datenschutzrechtlichen Bestimmungen verletzen.

Beim Probetrieb der Netzersatzanlage sind die Schornsteine im Hinblick auf den ungestörten Abtransport ausreichend dimensioniert, wenn folgende Mindesthöhe nicht unterschritten wird:

Schornsteinhöhe $H = 25,6 \text{ m}$

Die Höhe ist angegeben über der Nulllinie (Dach des Technischachts) mit einer Austrittsgeschwindigkeit von mindestens 20 m/s. Die Schornsteinmindesthöhen gemäß den Anforderungen und Verfahren der Nr. 5.5 TA Luft 2021 werden eingehalten.

Die Schadstoffimmissionssituation durch den geplanten Betrieb der Anlage wurde mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT berechnet. Als Immissionsorte wurden 20 Beurteilungspunkte um das Plangebiet im angrenzenden Gewerbe- und Wohngebiet gewählt.

Die vorliegende Untersuchung stellt eine sehr konservative Betrachtungsweise dar. Es wurde eine Betriebszeit von 8.760 Stunden im Jahr angenommen. Tatsächlich sind je Netzersatzanlage max. 48 Teststunden im Jahr geplant.

Der Kurzzeitgrenzwert, angegeben als Stundenmittelwert für Stickstoffdioxid (NO_2) wird an allen untersuchten Immissionsorten sicher eingehalten.

Der Kurzzeitgrenzwert für Feinstaub (PM_{10}), angegeben als Tagesmittelwert wird am untersuchten Immissionsort IO5 geringfügig überschritten. Es wurde angenommen, dass der Anteil von PM_{10} am Gesamtstaub 100 % beträgt, welches eine konservative Betrachtung nahelegt. Zusätzlich stellt der anzunehmende Vorbelastungswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Tagesmittel für Feinstaub PM_{10} eine sehr konservative Annahme dar, welcher schließlich für die Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwerts für Feinstaub PM_{10} maßgeblich ist. Aufgrund des kurzzeitigen Testbetriebs einer Netzersatzanlage ist keine zusätzliche Überschreitung des Tagesmittelwerts für Feinstaub PM_{10} in der relevanten Umgebung der Anlage zu erwarten.

Inhalt

1	Aufgabenstellung	7
2	Beschreibung des Standorts und der Anlage	7
2.1	Örtliche Verhältnisse	7
2.2	Beschreibung der Anlage	9
3	Anwendungsbereich	11
3.1	Anforderungen der 44. BImSchV, Grenzwerte der TA Luft 2021 und Leitfaden Darmstadt.....	11
4	Bestimmung der Schornsteinmindesthöhe	15
4.1	Betriebszeiten	15
4.2	Dieselgenerator	16
5	Grundlagen zur Schornsteinhöhenberechnung	17
5.1	Emissionsbedingte Schornsteinhöhe	17
5.2	Baubedingte Schornsteinhöhe	17
5.3	Schornsteinhöhe in unebenem Gelände.....	18
5.4	Berücksichtigung hoher Einzelgebäude	18
6	Schornsteinhöhenberechnung.....	18
6.1	Koordinaten	18
6.2	Emissionsbedingte Schornsteinhöhe	20
6.3	Baubedingte Schornsteinhöhe	20
7	Immissionsprognose.....	22
7.1	Ausbreitungsmodell	22
7.1	Rechenmodell	22
7.2	Weitere Eingangsgrößen.....	25
8	Ergebnisse und Beurteilung.....	29
8.1	Beurteilungsorte.....	29
8.2	Zusatzbelastung durch den Betrieb der Anlage	31
9	Zusammenfassung	37

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Verwendete Unterlagen
Anlage 2:	Netzersatzteil im Plan
Anlage 3:	Quellenkonfiguration
Anlage 4:	Ergebnisse der Immissionsprognose
Anlage 5:	Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung für die Schornsteinmindesthöhe
Anlage 6:	Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung
Anlage 7:	Meteorologisches Datenblatt

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Immissions-Grenzwerte für Stickstoffdioxid, Feinstaub und Staubniederschlag (TA Luft 2021 [2])
Tabelle 2:	Bagatellmassenströme nach TA Luft 2021 Nr. 4.6.1.1 [2]
Tabelle 3:	Auslegung* – und Normdaten** des Dieselmotors „MTU 20V4000G94F“
Tabelle 4:	Räumliche Koordinaten des Abgasrohres der 13 Dieselmotoren im Nebengebäude (Referenzpunkt (X = 0, Y = 0): GK 3 R 3480647,5 (E), H 5561765,4 (N))
Tabelle 5:	Die berechnete Schornsteinhöhe in BESMIN
Tabelle 6:	Abmessungen der Hauptgebäude
Tabelle 7:	Bezeichnung der Emissionsquellen und Art der Quelle
Tabelle 8:	Depositionsgeschwindigkeit für Stäube
Tabelle 9:	Eigenschaften der Ausbreitungsklassen
Tabelle 10:	Immissionsorte (ausgewählte Beurteilungspunkte)
Tabelle 11:	Immissionswerte der anlagenbezogenen Zusatzbelastung für Stickstoffdioxid (NO ₂), Feinstaub (PM ₁₀) und Staubniederschlag im Jahresmittel für die verschiedenen Höhenschichten
Tabelle 12:	Vorbelastungswerte für Stickstoffdioxid NO ₂ und Feinstaub PM ₁₀ der städtischen Hintergrundstation Frankfurt Ost für die Jahre 2019 - 2021
Tabelle 13:	Überschreitungshäufigkeiten des Stundenmittelwertes für Stickstoffdioxid (NO ₂) und des Tagesmittels für Feinstaub (PM ₁₀)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtsplan, Kartengrundlage: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) [3], roter Kreis repräsentiert das Beurteilungsgebiet gemäß TA Luft 2021, Nr. 4.6.2.5.. 8
Abbildung 2:	Plan der Rechenzentrumsgebäude [4].....10
Abbildung 3:	Plan der Anlage und die Nulllinie [13] und [14].....19
Abbildung 4:	Karte mit Position der Emissionsquellen. Ausschnitt (700 m x 600 m), Kartengrundlage © OpenTopoMap [3] , schwarze Umrandung siehe Anlage 3.23
Abbildung 5:	Geländedarstellung, Anlagenstandort (roter Kreis) und Anemometerstandort (blauer Kreis) im Rechengebiet, Kartengrundlage © OpenTopoMap26
Abbildung 6:	Windrichtungs-/Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort Bad-Vilbel28

Abbildung 7: Häufigkeit der Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklassen,
SynRepAKTerm für den Standort Bad-Vilbel29

Abbildung 8: Lageplan der Beurteilungspunkte, Kartengrundlage: © OpenTopoMap (CC-
BY-SA) [3]30

1 Aufgabenstellung

Mit dem weltweiten Wachstum der Digitalisierung und Wirtschaft wachsen die Anforderungen an den Datenumschlag. Insbesondere im Rhein-Main-Gebiet sind dazu Rechenzentren für den Datendurchsatz installiert, dessen Energieversorgung durch die Errichtung und den Betrieb von Notstromdieselmotoranlagen (NDMA) sichergestellt werden muss.

Die Firma DC-Datacenter-Group GmbH plant dazu ein Rechenzentrumgebäude, bestehend aus drei Bauabschnitten mit 13 Netzersatzanlagen in der Zeppelinstraße 24 - 26, 61118 Bad Vilbel zu errichten und zu betreiben, die jeweils über ein eigenes, von den anderen Bauabschnitten unabhängiges System von Notstromaggregaten verfügen, um im Falle eines Stromausfalles eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu garantieren.

Zur Einhaltung der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, insbesondere zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteile soll für die Abgasanlage die erforderliche Schornsteinmindestbauhöhe ermittelt werden, um einen ungestörten Abtransport der Abgase zu gewährleisten. Die installierten Einzelschornsteine sollen in einer Schornsteinanlage zu je fünf Zügen in zwei Sammelkaminen und drei Zügen in einem Sammelkamin zusammengefasst werden.

Die ACCON GmbH wurde am 12.08.2022 mit der Schornsteinmindesthöhenberechnung und Schadstoffimmissionsprognose gemäß „Leitfaden zur Ermittlung von Schornsteinmindesthöhen und zulässiger maximaler Betriebszeiten durch Immissionsprognose in Genehmigungsverfahren für Rechenzentren (RZ) mit Notstromdieselmotoranlagen (NDMA)“ [1] beauftragt.

2 Beschreibung des Standorts und der Anlage

2.1 Örtliche Verhältnisse

Die Anlage befindet sich in der Zeppelinstraße 24 – 26 in Massenheim als Stadtteil von Bad Vilbel im hessischen Landkreis Wetteraukreis. Das Betriebsgelände liegt ca. 1,7 km nordwestlich der Kernstadt von Bad Vilbel und ca. 8 km nordöstlich vom Stadtkern Frankfurt am Main entfernt. Direkt östlich angrenzend verläuft die in Nord-Süd-Richtung verlaufende B 3 und nördlich der geplanten Anlage verläuft die L 3008 in Ost-West-Richtung. In der direkten Umgebung der geplanten Anlage grenzen verschiedenen Betriebe gewerblicher Nutzung an. Die nächstgelegene Wohnbebauung befindet sich südwestlich der geplanten Anlage entlang der Homburger Str. in einer Entfernung von ca. 200 m.

Gemäß der TA Luft 2021, Nr. 4.6.2.5 [2] ist das Beurteilungsgebiet die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht und in der die Gesamtzusatzbelastung im Aufpunkt mehr als 3 % des Immissions-Jahreswerts beträgt. Bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m über Flur, und insbesondere bei diffusen Emissionen, beträgt der Radius mindestens 1 km. Im vorliegenden Fall ist die Austrittshöhe > 20 m, sodass das Beurteilungsgebiet mindestens dem 50-fachen der geplanten Schornsteinhöhe entspricht.

Im vorliegenden Fall befindet sich das FFH-Gebiet 5717-305 „Erlenbach zwischen Neu-Anspach und Nieder-Erlenbach“ außerhalb der Beurteilungsfläche. Die Stickstoff- und Säuredeposition wird nicht gesondert betrachtet, da jede Netzersatzanlage max. 48 Stunden im Jahr in Betrieb ist.

Der Standort sowie die Umgebung der geplanten Anlage ist aus der nachfolgenden Abbildung 1 zu entnehmen.

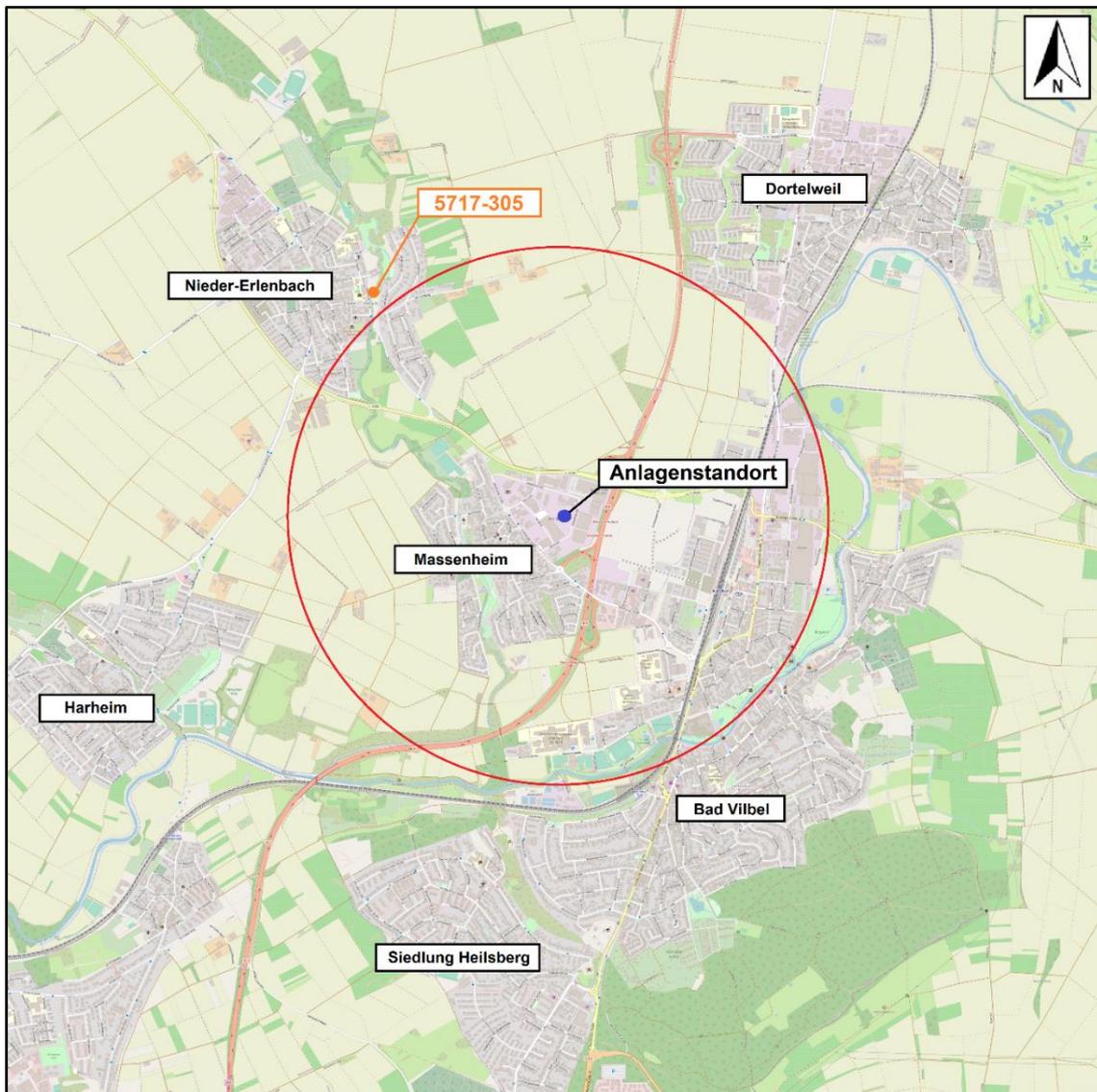


Abbildung 1: Übersichtsplan, Kartengrundlage: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) [3], roter Kreis repräsentiert das Beurteilungsgebiet gemäß TA Luft 2021, Nr. 4.6.2.5

2.2 Beschreibung der Anlage

Das geplante Rechenzentrumgebäude soll insgesamt aus 3 Bauabschnitten (BA1 – BA3) bestehen. Für die Sicherstellung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung wird der erste und zweite Bauabschnitt mit 5 Notstromaggregaten (NEA) und der Bauabschnitt drei mit 3 Notstromaggregaten (NEA) versehen. Pro Bauabschnitt wird ein Aggregat als Redundanz vorgehalten, d.h. im BA 1 und BA 2 ist somit eines der fünf NEAs und im BA 3 eines der drei NEAs als Redundanz vorgesehen (vgl. Abbildung 2, S.10 und Abbildung 3, S.19). Es ist vorgesehen, bei einem potenziellen Stromausfall 10 der 13 (drei Aggregate sind redundant) Aggregate mit einer Auslastung von 100 % in Betrieb zu nehmen.

Nach derzeitigem Planungsstand wird davon ausgegangen, dass es sich um folgenden Motortyp handeln wird:

Hersteller: Rolls Royce

Modell: MTU 20V4000G94F Anwendungsgruppe 3D, Emissionsstufe: EPA Nonroad T2 Compliant, NO_x-emissionsoptimiert

Feuerungswärmeleistungen für die einzelnen Bauabschnitte:

- BA1 (5 Aggregate): 28,8 MW (4 Generatoren à 7,20 MW) zzgl. eines redundanten Aggregats (7,20 MW),
- BA2 (5 Aggregate): 28,8 MW (4 Generatoren à 7,20 MW) zzgl. eines redundanten Aggregats (7,20 MW),
- BA3 (3 Aggregate): 14,4 MW (2 Generatoren à 7,20 MW) zzgl. eines redundanten Aggregats (7,20 MW).

Bei Netzausfall sollen diese Notstromaggregate die Fortsetzung des Betriebes des Rechenzentrums garantieren.

Die geplanten Gebäude werden eine Dachhöhe von 15,0 m haben. Jedoch wird ein Teil der technischen Anlagen auf dem Dach untergebracht. Hierbei handelt es sich um die Kältemaschinen, die RLT Kühlung, die Generatoren und die Rückkühler. Damit erreicht das Gebäude inklusive Dachaufbauten stellenweise eine Höhe von bis zu 20,8 m (vgl. Anlage 2). Dies wird für die Ausbreitungsrechnung als maximale Gebäudehöhe angenommen.

Die Anlage dient ausschließlich für dem Notbetrieb. Die geplante Betriebszeit je Netzersatzanlage beträgt jährlich maximal 48 Stunden. Für die Betriebsbereitschaft der Anlage sind vorgesehen:

- Monatlicher Probelauf je Aggregat für ca. 1,5 Stunden (zeitlich nacheinander, nicht parallel),
- Test-Ausfall der Stromversorgung einmal jährlich je Bauteil für circa zehn Stunden (maximal vier Aggregate gleichzeitig),

- Betrieb einer Netzersatzanlage bei Wartung der USV-Anlagen jeweils einmal jährlich (max. 20 Stunden pro Jahr je Anlage).

Die Generatoren werden im Nebentrakt untergebracht.

Die in der ersten Planungsstufe installierten Einzelschornsteine sollen in einer modifizierten Schornsteinanlage zu je 5 Zügen in zwei Sammelkaminen und drei Zügen in einem Sammelkamin aufgestellt werden.

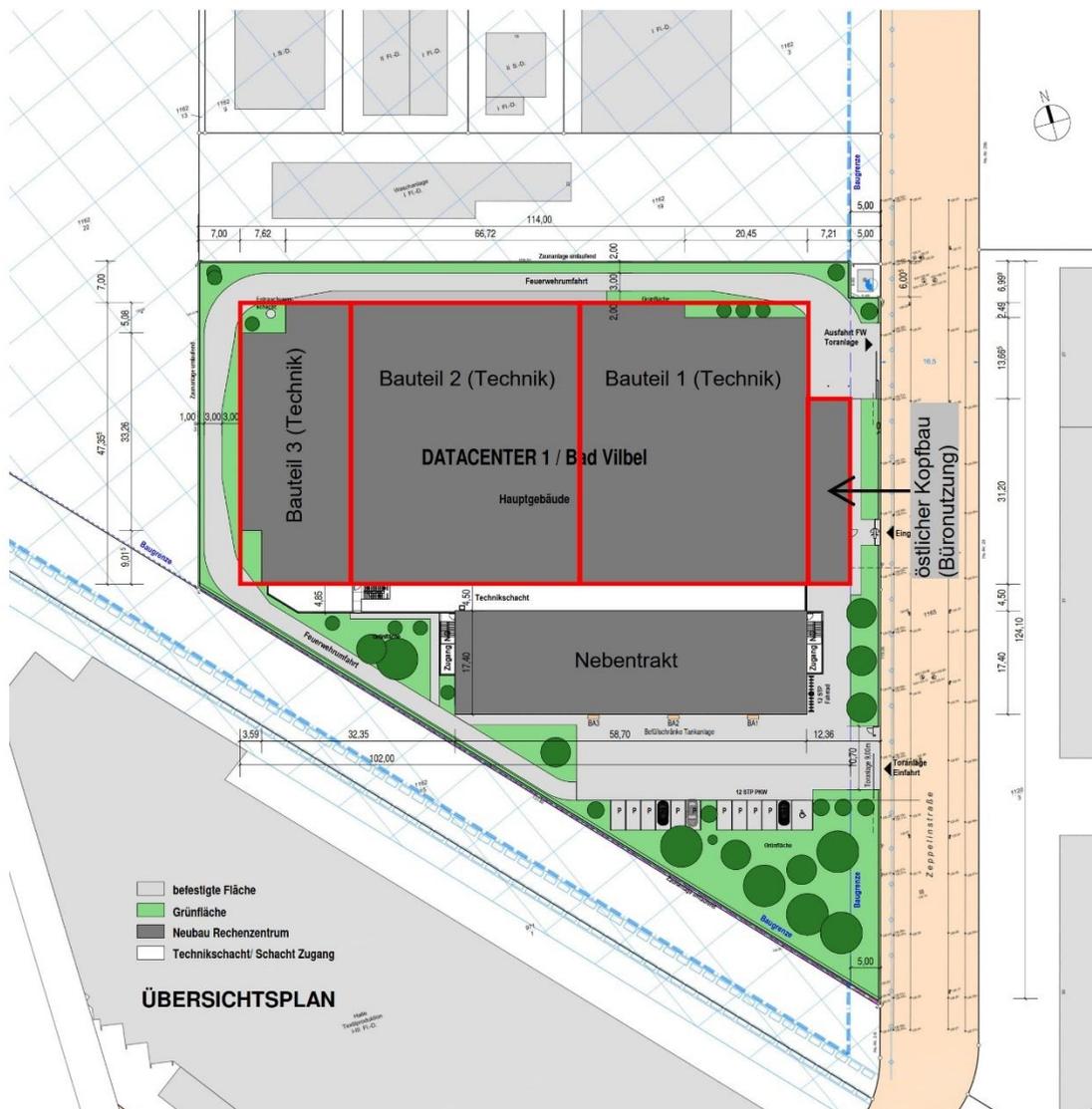


Abbildung 2: Plan der Rechenzentrumsgebäude [4]

3 Anwendungsbereich

Anlagen zur Erzeugung von Strom u.a. durch Verbrennungsmotoren mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 MW oder mehr sind im Anhang 1 der 4. BImSchV in Ziffer 1.1:

Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas durch den Einsatz von Brennstoffen in einer Verbrennungseinrichtung (wie Kraftwerk Heizkraftwerk, Heizwerk, Gasturbinen, Verbrennungsmotoranlage, sonstige Feuerungsanlage, einschließlich zugehöriger Dampfkessel, mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 Megawatt oder mehr

genannt und im Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung zu genehmigen [5].

In den meisten Fällen wird die Feuerungswärmeleistung im Zusammenhang mit dem Betrieb von Notstromdieselmotoranlagen unterschritten. Im vorliegenden Fall beträgt die Feuerungswärmeleistung (FWL) je Aggregat 7,2 MW [6]. Für den Testbetrieb der Stromversorgung werden im Worst Case in Bauabschnitt 1 und 2 jeweils fünf Aggregate (4 Generatoren plus 1 redundantes Aggregat) mit einer gesamten Feuerungswärmeleistung von je 36 MW und in Bauabschnitt 3 drei Aggregate (2 Generatoren plus 1 redundantes Aggregat) mit einer gesamten Feuerungswärmeleistung von 21,6 MW benutzt. Die verschiedenen Bauabschnitte werden jedoch nie gleichzeitig in den Testbetrieb genommen, d.h. es laufen maximal vier Aggregate.

Für die vorliegende Anlage gelten die Anforderungen der 44. BImSchV „Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen“ [7]. Diese Verordnung gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von mindestens 1 MW und weniger als 50 MW, unabhängig davon, welche Brennstoffe oder welche Arten von Brennstoffen eingesetzt werden. Gemäß § 4 der 44. BImSchV [7] gilt weiterhin:

Werden in einer Anlage nach § 1 Absatz 3 der 4. BImSchV [5] (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.05.2017 (BGBl. I S. 1440) die Abgase von zwei oder mehr Einzelfeuerungen gemeinsam über einen Schornstein abgeleitet, so gilt die von solchen Feuerungsanlagen gebildete Kombination als eine Feuerungsanlage im Sinne dieser Verordnung. Bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen gilt § 1 Absatz 3 der Verordnung der 4. BImSchV [5] entsprechend.

Gemäß Leitfaden des Regierungspräsidiums Darmstadt [1] gilt sowohl bei Neuplanungen von Rechenzentren als auch bei Änderung in der Notstromversorgung allgemein der Anhang 3 der novellierten TA Luft 2021 [2] sowie der in VDI 3783, Blatt 13 [8] definierte Standard.

3.1 Anforderungen der 44. BImSchV, Grenzwerte der TA Luft 2021 und Leitfaden Darmstadt

Für Notstromaggregate finden sich eine Reihe von Grenzwertausnahmen in der Verordnung:

Gemäß § 16, Absatz 5 der 44. BImSchV [7] ist die Anlage mit einem Rußfilter nach dem Stand der Technik auszustatten. Die Emissionen an Gesamtstaub dürfen eine Massenkonzentration von 5 mg/m^3 nicht überschreiten, der Rußfilter ist ordnungsgemäß zu warten. Auf den Einbau eines Rußfilters kann verzichtet werden, wenn die Emissionen an Gesamtstaub eine Massenkonzentration von 50 mg/m^3 nicht überschreiten.

Gemäß § 16, Abs. 10 der 44. BImSchV [7], dürfen die Emissionen an Formaldehyd im Abgas die Massenkonzentration von 60 mg/m^3 nicht überschreiten.

Für Notstromaggregate, die maximal bis zu 300 Stunden jährlich betrieben werden, sind in der 44. BImSchV [7] keine weiteren Emissionsgrenzwerte für Luftschadstoffparameter festgelegt.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind die Immissionswerte der TA Luft 2021 (siehe Nr. 4.2.2 TA Luft 2021 [2]) für die Beurteilung heranzuziehen. Die Mindesthöhe des Schornsteins ist so zu bestimmen, dass ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung ermöglicht wird und die Emissionsstelle deutlich oberhalb des Niveaus der umgebenden Bebauung liegen muss.

In Tabelle 1 sind die relevanten in der TA Luft 2021 festgelegten Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und vor erheblichen Belästigungen aufgeführt.

Die TA Luft 2021 unterscheidet zwischen der Vor-, Zusatz- und Gesamtzusatzbelastung. Die Vorbelastung ist die ohne die Anlage vorhandene Luftschadstoffbelastung. Die Gesamtzusatzbelastung ist die von der Anlage ausgehende Belastung. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag aus dem Vorhaben. Im Fall einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens (Zusatzbelastung) negativ sein. Die Zusatzbelastung ergibt sich aus der Differenz der Gesamtzusatzbelastung aus dem zu genehmigenden Anlagenzustand („Plan-Fall“) und der Gesamtzusatzbelastung aus dem genehmigten Anlagenzustand („Ist-Fall“). Die Summe aus Vor- und Zusatzbelastung ist die prognostizierte Gesamtbelastung. Nach TA Luft 2021 [2] ist der Immissions-Jahreswert, der Konzentrations- oder Depositionswert eines Stoffes gemittelt über ein Jahr.

Bei der Beurteilung nach den Immissionswerten der TA Luft 2021 [2] zum Schutz der menschlichen Gesundheit muss bei Überschreitung der Irrelevanzschwelle die Gesamtbelastung zur Beurteilung herangezogen werden, die zum einen die prognostizierte Zusatzbelastung der zu beurteilenden Anlage und zum anderen die Vorbelastung im Beurteilungsgebiet berücksichtigt.

Nach Ziffer 4.7.1 TA Luft 2021 [2] ist der für den jeweiligen Schadstoff angegebene Immissions-Jahreswert eingehalten, wenn die Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissions-Jahreswert ist.

Der Immissions-Tageswert nach Nr. 4.7.2 TA Luft 2021 [2] ist eingehalten, wenn:

- die Kenngröße für die Vorbelastung IJV (Immissions-Jahres-Vorbelastung) nicht höher ist als 90 Prozent des Immissions-Jahreswertes und
- die Kenngröße ITV (Immissions-Tages-Vorbelastung) die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes zu maximal 80 Prozent erreicht und

- wenn sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte ITZ (Immissions-Tages-Zusatzbelastung) nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Tageswert, ausgedrückt als Konzentration und dem Immissions-Jahreswert entspricht.

Die Bestimmung der Immissionskenngrößen nach 4.1 TA Luft 2021 [2] kann entfallen, wenn

- die ermittelten Emissionen die in Ziffer 4.6.1.1 der TA Luft 2021 [2] festgelegten Bagatellmassenströme unterschreiten (Tabelle 2),
- die Vorbelastung nach Ziffer 4.6.2.1 der TA Luft 2021 [2] gering ist oder
- die Gesamtzusatzbelastung nach Ziffer 4.2.2, 4.4.1, 4.4.3 und 4.5.2 der TA Luft 2021 [2] irrelevant ist.

Tabelle 1: Immissions-Grenzwerte für Stickstoffdioxid, Feinstaub und Staubbiederschlag (TA Luft 2021 [2])

Stoff		Beurteilung	Mittelungszeitraum	Immissionsgrenzwert IJW*
NO ₂ -Konzentration	µg/m ³	Grenzwert Gesamtbelastung	Jahr	40
		Grenzwert Gesamtbelastung	Stunde	200 bei 18 zulässigen Überschreitungen pro Jahr
		Irrelevante Zusatzbelastung	Jahr	1,2 (3,0 % des IJW)
PM10-Konzentration	µg/m ³	Grenzwert Gesamtbelastung	Jahr	40
		Grenzwert Gesamtbelastung	Tag	50 bei 35 zulässigen Überschreitungen pro Jahr
		Irrelevante Zusatzbelastung	Jahr	1,2 (3,0 % des IJW)
PM2,5-Konzentration	µg/m ³	Grenzwert Gesamtbelastung	Jahr	25
		Irrelevante Zusatzbelastung	Jahr	0,75 (3,0 % des IJW)
Staubbiederschlag	g/(m ² *d)	Grenzwert Gesamtbelastung	Jahr	0,35
		Irrelevante Zusatzbelastung	Jahr	0,0105 (3,0 % des IJW)

* IJW = Immissions-Jahreswert

Feinstaub (PM10) besteht aus Partikeln mit einem Abscheidkriterium von 50 % bei einem Durchmesser von 10 µm. Diese Partikelfraktion gehört zur Gruppe der Schwebstäube und kann aufgrund der geringen Größe über die Atemwege aufgenommen werden. PM2,5 ist eine Teilmenge der PM10-Fraktion und wird als lungengängiger Feinstaub bezeichnet.

Staubbiederschlag (Deposition) hat aufgrund seiner Größe und der Bindung an Regentropfen keinen direkten Einfluss auf die Gesundheit. Er lagert sich jedoch dauerhaft an Oberflächen ab und hat damit einen indirekten Einfluss auf die Umwelt und einen belästigenden Aspekt.

Tabelle 2: Bagatellmassenströme nach TA Luft 2021 Nr. 4.6.1.1 [2]

Stoff	Bagatellmassenstrom [kg/h]
Gesamtstaub ¹	1
Gesamtstaub (diffuse Emissionen) ²	0,1

1 für die nach Ziffer 5.5 der TA Luft 2021 abgeleiteten Emissionen

2 für die nach Ziffer 5.5 der TA Luft 2021 abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen)

Innerhalb des Einwirkungsbereiches einer Anlage sind die Immissionspunkte so festzulegen, dass eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit der mutmaßlich höchsten relevanten Belastung für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter ermöglicht wird. Im Rahmen dieser Begutachtung werden schutzwürdige Nutzungen als Orte für den ständigen Aufenthalt von Personen definiert (Wohngebäude).

Ferner werden in der 39. BImSchV [9], Anhang 3 die Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität in allen Gebieten und Ballungsräumen geregelt. Die Erhaltung der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionswerte (Tabelle 1) wird an folgenden Punkten nicht beurteilt:

- an Orten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt,
- auf dem Gelände von Arbeitsstätten, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten,
- auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fußgängerinnen für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen.

Abweichend von den in der TA Luft 2021 genannten Irrelevanzkriterien kann in Bereichen starker Belastung ein davon abweichender Wert der Irrelevanz durch die Behörde festgelegt werden. Im Rahmen des Leitfadens des Regierungspräsidiums Darmstadt [1] wurde für Rechenzentren, die im Einflussbereich vergleichbarer Anlagen angesiedelt sind, festgelegt, die Schwelle für die irrelevante Zusatzbelastung auf 1 % (Konzentration von NO₂ und PM10: 0,4 µg/m³; Deposition PM10: 3,5 mg/(m²*d)) herabzusetzen.

Bei Kurzzeitbelastungen sind keine Kriterien der irrelevanten Zusatzbelastung genannt. Für Tageswerte ist TA Luft 2021, Nr. 4.7.2 [2], bei Überschreitung der Stundenwerte ist TA Luft 2021, Nr. 4.7.3 [2] zu beachten.

Des Weiteren ist der Immissions-Tageswert bzw. der Immissions-Stundenwert eingehalten, wenn die Gesamtbelastung an den jeweiligen Beurteilungspunkten (Tabelle 1) kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 24 Stunden bzw. 1 Stunde ist oder eine Auswertung ergibt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit eingehalten ist, es sei denn, dass durch besondere Umstände des Einzelfalls, z. B. selten auftretende hohe Emissionen eine abweichende Beurteilung geboten ist. In der vorliegenden Untersuchung sind diese genannten Umstände nicht gegeben.

Abweichend von der TA Luft 2021 [2] genannten Regelung wird im Leitfaden des Regierungspräsidiums Darmstadt [1] beim Vorhandensein mehrerer gleichartiger Anlagen (oder in Zukunft geplanten gleichartigen Anlagen) festgelegt, dass für den Nachweis zur Einhaltung der Immissionswerte der TA Luft für die Kurzzeitbelastung eine Vorbelastung von 50 % des Immissionswertes der TA Luft für die Kurzzeitbelastung anzunehmen ist, d.h. für den NO₂-S18-Wert beträgt die Vorbelastung 100 µg/m³ und 25 µg/m³ für PM10-T35. Im vorliegenden Fall sind keine gleichartigen Anlagen (auch keine geplanten gleichartigen Anlagen) in der Nähe des Rechenzentrums Bad-Vilbel vorhanden, sodass die Vorbelastungsermittlung im Sinne der TA Luft 2021 Nr. 4.6.3 [2] auf Basis der Daten des Hessischen Luftmessnetzes zu ermitteln ist.

4 Bestimmung der Schornsteinmindesthöhe

Zur Ermittlung der Schornsteinmindesthöhe und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung wurden die Programme BESMIN [10] und BESMAX [11] verwendet.

Auf Grund der zu erwartenden Kurzzeitemissionen der geplanten Anlage (Betriebszeit wenige Stunde im Jahr) können die Immissionsbeiträge in der Umgebung der Anlage nicht mit standortrepräsentativen meteorologischen Daten als Jahresmittelwerte berechnet werden, sondern sind die Berechnungen des höchsten Kurzzeitkonzentration am Boden auf den korrespondierenden Kurzzeitwert des Luftschadstoffes abzustellen.

Zunächst wird die minimale Schornsteinhöhe anhand der Schadstoff-Massenkonzentration mit BESMIN [10] berechnet. Dann wird unter Berücksichtigung des Gebäudeplans, des Standorts der Anlage und der Umgebungsbedingungen durch Berechnung der maximalen Konzentration verschiedener Schadstoffe mit dem Programm BESMAX [11] die Schornsteinmindesthöhe, die für die menschliche Gesundheit notwendigen Konzentrationsbedingungen bietet, ermittelt.

4.1 Betriebszeiten

Die Netzersatzanlagen sind für folgende Betriebsfälle vorgesehen:

- Monatlicher Probelauf je Aggregat für ca. 1,5 Stunden (zeitlich nacheinander, nicht parallel),
- Test-Ausfall der Stromversorgung einmal jährlich je Bauteil für circa zehn Stunden (maximal vier Aggregate gleichzeitig),
- Betrieb einer Netzersatzanlage bei Wartung der USV-Anlagen jeweils einmal jährlich (max. 20 Stunden pro Jahr je Anlage).

Die geplante Betriebszeit je Netzersatzanlage beträgt jährlich maximal 48 Stunden.

4.2 Dieselgenerator

Für die Netzersatzanlage im Nebengebäude werden 13 Dieselmotoren der „MTU 20V4000G94F“, Hersteller Rolls Royce, mit folgenden Auslegungstechnischen Daten [12] berücksichtigt:

- Dimensionen (L x W x H): 6.249 x 1.887 x 2.412 mm,
- Gewicht: 18.420 kg,
- Leistung: 3.088 kW,
- Abgastemperatur nach Motor, max.: 550°C,
- Abgasvolumenstrom (bei Abgastemperatur): max. 11,1 m³/s.

Da es sich bei dieser Anlage um ein Notstromaggregat mit einer Betriebszeit von maximal 300 Stunden pro Jahr handelt, stellt diese Anlage keine genehmigungsbedürftige Anlage gemäß 4. BImSchV [5] dar.

Für die Berechnungen der erwartenden Schadstoffmengen werden die technischen Daten des Dieselmotors „MTU 20V4000G94F“ [12] in Normdaten des Herstellers überführt, um den Massenstrom der Stickstoffdioxide im Abgas bestimmen zu können (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Auslegung* – und Normdaten** des Dieselmotors „MTU 20V4000G94F“

	Auslegungsdaten*	Normdaten**
Druck (bar)	1	1
Temperatur (°C)	550	0
Volumenstrom (m ³ /h)	39.960	13.260,0

*Auslegungsdaten: In der Technik bezeichnet dieser Begriff notwendige Vorab-Informationen, um Geräte oder Bauteile so bauen oder gestalten zu können, dass sie letztlich ihren definierten Zweck erfüllen.

**Normdaten: STP ist definiert als eine Temperatur von 273,15 K und ein absoluter Druck von genau 1 bar.

Gemäß Nr. 5.5.2.2 der TA Luft 2021 [2] gilt:

„Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60 Prozent zu Stickstoffdioxid zugrunde zu legen.“

Da der relative Anteil des Stickstoffdioxids im Emissionsmassenstrom im BHKW bei ca. 10 % liegt, beträgt die Massenkonzentration an Stickstoffdioxide im Abgas jedes Dieselmotors:

$$13.260,0 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,1 \text{ g}/\text{m}^3 \text{ (44. BImSchV)} \times (0,6+0,4 \times 0,1) = \mathbf{0,85 \text{ kg}/\text{h}}$$

Der Massenstrom des Gesamtstaubs beträgt dann:

$$13.260,0 \text{ m}^3/\text{h} \times 80 \text{ mg}/\text{m}^3 \text{ (44. BImSchV und Leitfaden Darmstadt)} / (10^6) = \mathbf{1,06 \text{ kg}/\text{h}}$$

5 Grundlagen zur Schornsteinhöhenberechnung

5.1 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe

Gemäß Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 [2] sind für die Schornsteinhöhenberechnung folgenden Kenngrößen erforderlich:

- d in m: Innendurchmesser des Schornsteins an der Schornsteinmündung;
- u in m/s: Geschwindigkeit des Abgases an der Schornsteinmündung;
- T in °C: Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung;
- x kg/kg: Wasserbeladung (kg Wasserdampf und Flüssigwasser pro kg trockener Luft) des Abgases an der Schornsteinmündung;
- Q in kg/h: Emissionsmassenstrom des luftverunreinigenden Stoffes;

Für u, T, x und Q sind die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes der Brenn- bzw. Rohstoffe.

Für den jeweiligen Schornstein ergeben sich die Eingangsdaten für die Schornsteinhöhenberechnung unter folgenden Vorgaben:

Die Emissionsmassenströme der einzelnen Schadstoffkomponenten werden mit dem stoffabhängigen Faktor S normiert (vgl. Tabelle 21, Anhang 6 der TA Luft 2021 [2]). Der Quotient aus Schadstoffmassenstrom und S-Wert ist zu ermitteln und der Stoff mit dem höchsten Wert ist für die Schornsteinmindesthöhenberechnung weiter zu verwenden.

Zur Bestimmung der Schornsteinmindesthöhe sind die S-Werte der TA Luft 2021, Anhang 6 [2] maßgeblich:

- Formaldehyd: 0,025 mg/m³
- Partikel (PM10): 0,08 mg/m³ und
- Stickstoffdioxid: 0,10 mg/m³.

Bei Verbrennungsvorgängen in Verbindung mit hohen Verbrennungstemperaturen werden die Luftschadstoffemissionen im Abgas nahezu ausschließlich von Stickstoffoxiden geprägt. Im Hinblick auf den kritischsten Luftschadstoff ist der S-Wert ausschlaggebend, bei Feuerungsanlagen (ohne Abgasreinigungssysteme) ist grundsätzlich der S-Wert für Stickstoffdioxid für die Schornsteinhöhe maßgeblich.

Aus diesem Grund werden die Berechnungen auf Basis der Stickstoffdioxid-Emissionen durchgeführt.

5.2 Baubedingte Schornsteinhöhe

Es ist zu überprüfen, ob die aufgrund der baulichen Gegebenheiten zu stellenden Mindestanforderungen nach Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 [2] erfüllt sind. Demnach soll der Schornstein

mindestens eine Höhe von zehn Metern über der Flur und eine den Dachfirst um drei Meter überragende Höhe haben.

Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad ist die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad zu berechnen, zuzüglich einer fiktiven Schornsteinhöhe von 3 Metern. Diese Regelung dient dazu, den Mündungsbereich des Schornsteins über die Verwirbelung der Luftströmung in Flachdachnähe zu verlegen und damit einen möglichst ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung zu ermöglichen. Die Schornsteinhöhe soll jedoch das 2-fache der Gebäudehöhe nicht übersteigen.

Die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m, sollen um 5 m von der Quellenhöhe überragt werden [2].

5.3 Schornsteinhöhe in unebenem Gelände

Im Einwirkungsbereich der Schornsteinanlage liegt keine unebene Geländeform vor.

5.4 Berücksichtigung hoher Einzelgebäude

Es sind keine hohen Einzelgebäude im Einwirkungsbereich der Anlage, welche die freie Abströmung beeinträchtigen und durch die mittlere Höhe der Bebauung nicht erfasst werden, zu berücksichtigen.

6 Schornsteinhöhenberechnung

Für die Berechnung der Schornsteinmindesthöhen erforderlichen Emissionsparameter werden den technischen Datenblättern entnommen bzw. werden vom Kunden zur Verfügung gestellt.

6.1 Koordinaten

Die Nulllinie (Dach des Technischachts) für die Berechnungen ist in Abbildung 3 dargestellt. Diese Linie ist 3,80 m höher als der Gelände (vgl. Abbildung 3 und Anlage 2) und von der die Höhe des Schornsteins gemessen wird.

Die räumlichen Koordinaten des Abgasrohres der Dieselmotoren sind in der Tabelle 4 angegeben. Die Gauß-Krüger-Koordinaten (GK3) des Referenzpunkts ($X = 0$, $Y = 0$) beträgt Rechtswert: 3480647,5 E, Hochwert: 5561765,4 N.

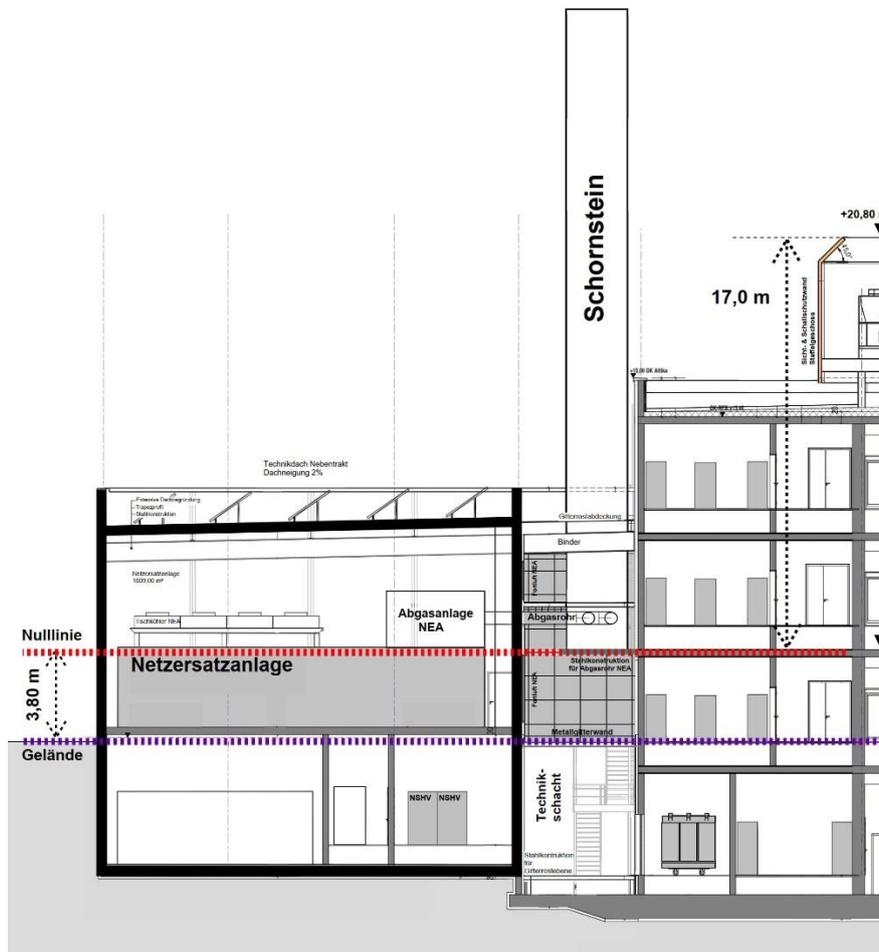
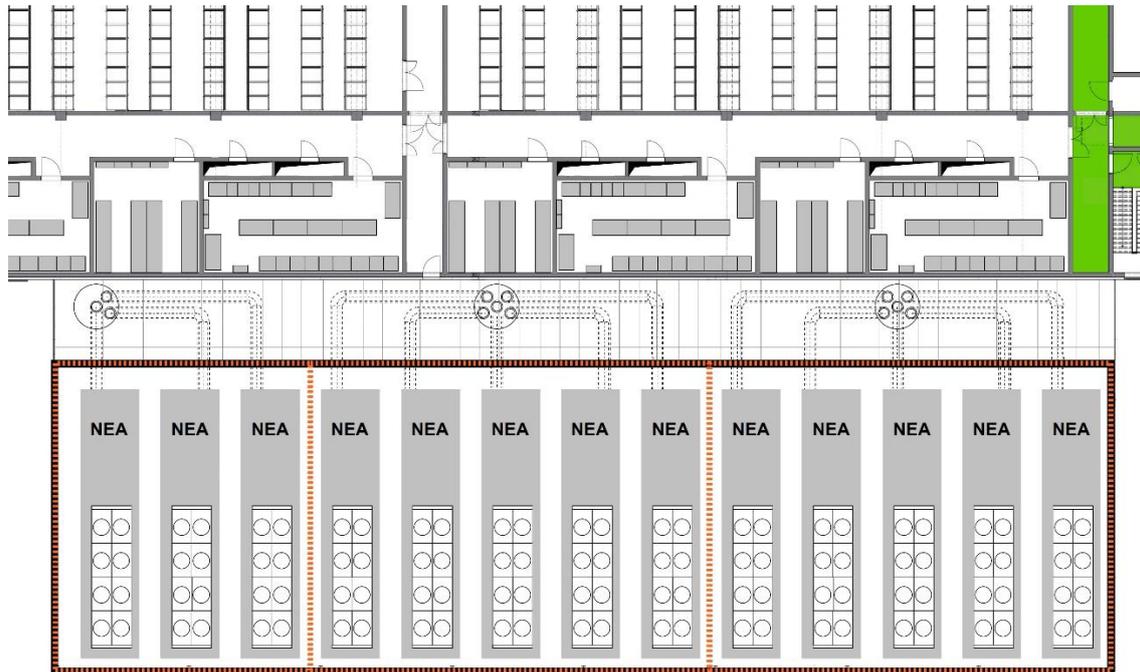


Abbildung 3: Plan der Anlage und die Nulllinie [13] und [14]

Tabelle 4: Räumliche Koordinaten des Abgasrohres der 13 Dieselmotoren im Nebengebäude (Referenzpunkt (X = 0, Y = 0): GK 3 R 3480647,5 (E), H 5561765,4 (N))

Nummer der Quelle	X (m)	Y (m)
Q_1	12,03	3,04
Q_2	11,28	2,64
Q_3	12,78	2,64
Q_4	12,61	3,61
Q_5	11,45	3,61
Q_6	34,23	3,04
Q_7	33,48	2,64
Q_8	34,95	2,64
Q_9	34,81	3,61
Q_10	33,65	3,61
Q_11	56,43	3,04
Q_12	55,68	2,64
Q_13	55,85	3,61

6.2 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe

Die Berechnungen wurden mit der Software BESMIN und der Massenkonzentration von Stickstoffdioxid, Staub und Formaldehyd bei Verwendung eines einzelnen Dieselmotors durchgeführt. Das Ergebnis (der Schornsteinmindesthöhe) ist in der Tabelle 5 angegeben:

Tabelle 5: Die berechnete Schornsteinhöhe in BESMIN

Stoff	S-Wert	Emissionsmassenstrom (kg/h)	Innendurchmesser (cm)	Austrittsgeschwindigkeit (m/s)	Austrittstemperatur (°C)	Wasserbeladung (kg/kg tr)	Berechnete Schornsteinhöhe (m)
Stickstoffdioxid	0,10	0,85	50	20	550	0,1	6,1
Gesamtstaub	0,08	1,1	50	20	550	0,1	7,2

Das Ergebnis von BESMIN zeigt, dass die Schornsteinmindesthöhe 7,2 m beträgt.

6.3 Baubedingte Schornsteinhöhe

Da der Schornstein mindestens eine Höhe von drei Metern über dem Dachfirst haben soll, wurde im nächsten Schritt zunächst die Höhe unter Anwendung der 20°-Regel ermittelt. Gemäß VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 [15] (vgl. 5.2) sind im Bereich des Aufstellungsorts der

Schornsteine keine Frontwirbel und keine wesentlichen nahen Nachlaufwirbel zu erwarten, da die Mündung der Abgasableitinrichtung außerhalb dieser Rezirkulationszonen liegen muss, um einen ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und geringere bodennahe Immissionen sicherzustellen.

Die Firsthöhe beträgt 20,8 m über dem Gelände bei einer Gebäudebreite von 47,4 m. Die Abmessungen des Hauptgebäudes sind in der Tabelle 6 dargestellt:

Tabelle 6: Abmessungen der Hauptgebäude

Abmessungen der Hauptgebäude	bis Sichtschutz Staffelgeschoss	
Höhe über Nulllinie (m)	h	17,0
Höhe über Gelände (m)	h	20,8
Breite senkrecht z. Schornstein (m)	b	47,4
Bereite andere Seite (m)	a	102,0

Die Schornsteinhöhe H unter Anwendung der 20°-Regel wird mit:

$$H = 25,6 \text{ m}$$

über Nulllinie (fiktive Dachhöhe $H = 17,0 \text{ m} + 6.1 (\tan(20^\circ) \times (0 + 47,4 / 2)) \text{ m}$) bestimmt. (zur Nulllinie vgl. 6.1 und Abbildung 3).

Daher wird durch den Vergleich dieser beiden Höhen deutlich, dass eine Höhe von mindestens 25,6 Metern über Nulllinie als Schornsteinmindesthöhe berücksichtigt werden sollte, was ebenfalls mehr als 3 m über Dach ist (s. a. 5.2 und/oder Nr. 5.5.2.1 der TA Luft 2021 [2]).

Im Probetrieb werden einmal im Jahr maximal vier Dieselmotoren gleichzeitig für jedes Bauteil im Hauptgebäude eingesetzt (vgl. Abbildung 2). Bei den Bauteilen 1 und 2 erhalten jeweils fünf Abgasrohre der Netzersatzanlagen einen gemeinsamen Stahlmantel. Bauteil 3 umfasst drei Abgasrohre in einem Stahlmantel. (Hinweis: In jedem Bauteil ist ein Aggregat redundant.)

Alle in unmittelbarer Nähe zu errichtenden Schornsteine leiten die Abgase aus den maximal vier Modulen in die freie Atmosphäre ab. Eine mögliche Überlagerung der Abgasfahnen ist auf Grund der geringen Entfernung der Schornsteinstandorte gegeben.

Die Berechnung der Massenkonzentration von Stickstoffdioxid aller fünf Schornsteine mit einer Höhe von 25,6 m zeigt, dass die maximale Massenkonzentration $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in einer Entfernung von mindestens $X = 688 \text{ m}$ beträgt und der Kurzzeitgrenzwert der TA Luft 2021 [2] eingehalten wird (vgl. Anlage 5).

Beim Probetrieb der Netzersatzanlage kann die Schornsteinhöhe von

$$H_{\min} = 25,6 \text{ m}$$

über der Nulllinie (Dach des Technischachts (vgl. Abbildung 3)) berücksichtigt werden.

7 Immissionsprognose

7.1 Ausbreitungsmodell

Rechenmodell

Die Ausbreitungsrechnung wird mit der Software LASAT V3-4-23 [16] durchgeführt. Die während des Rechenlaufs der Ausbreitungsrechnung erzeugte Protokolldatei ist in Anlage 6 beigefügt. LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol-Transport) ist ein Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre. LASAT ist ein Episodenmodell, d.h. es berechnet den zeitlichen Verlauf der Stoffkonzentration in einem vorgegebenen Rechengebiet, wobei alle für die Ausbreitung wichtigen Größen der Zeitreihe vorgegeben werden. Bei einer Ausbreitung wird für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess simuliert.

Bei der Berechnung mit LASAT erfolgt die Ausbreitungsrechnung mit einem Lagrange'schen Partikelmodell zur Bestimmung der Konzentrationsverteilung einer jeden Jahresstunde nach VDI 3945, Blatt 3 [17]. Dabei wird die Bewegung der Partikel im Rechengitter simuliert. Das Ergebnis ist hinsichtlich seiner statistischen Sicherheit von der Anzahl der Simulationsteilchen abhängig. Durch die Auswahl einer ausreichend hohen Qualitätsstufe (hier: Quellstärke 8 Partikel pro Sekunde), wird die Anzahl der Simulationspartikel vergrößert und die statistische Unsicherheit reduziert.

Rechengebiet

Die Größe des Rechengebiets wird mit 6.000 m (x-Richtung) x 6.000 m (y-Richtung) gewählt. Es genügt damit den Anforderungen der TA Luft 2021, Nr. 4.6.2.5 [2], wonach das Rechengebiet einen Radius vom 50-fachen der Schornsteinhöhe und der die Gesamtzusatzbelastung im Aufpunkt mehr als 3 % des Immissions-Jahreswert beträgt. Die Ausdehnung des Rechengebiets wurde so gewählt, dass der Standort der Meteorologie im Rechengebiet enthalten ist. Die Zellgröße beträgt 10 m x 10 m. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastung an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

Das Vertikalgitter in Bodennähe wird in 3 m Schritten aufgelöst. Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden berechnet, sie ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur.

Modellierung der Emissionsquellen

Im Sinne der räumlichen Abbildung in der Ausbreitungsrechnung werden folgende Emissionsquellen bzw. Quellbereiche (Tabelle 7 und Abbildung 4) definiert:

Tabelle 7: Bezeichnung der Emissionsquellen und Art der Quelle

Nr.	Bezeichnung	Quellentyp
Q 1-3	Schornstein West (3-zügig)	Punktquelle
Q 4-8	Schornstein Mitte (5-zügig)	Punktquelle
Q5-13	Schornstein Ost (5-zügig)	Punktquelle

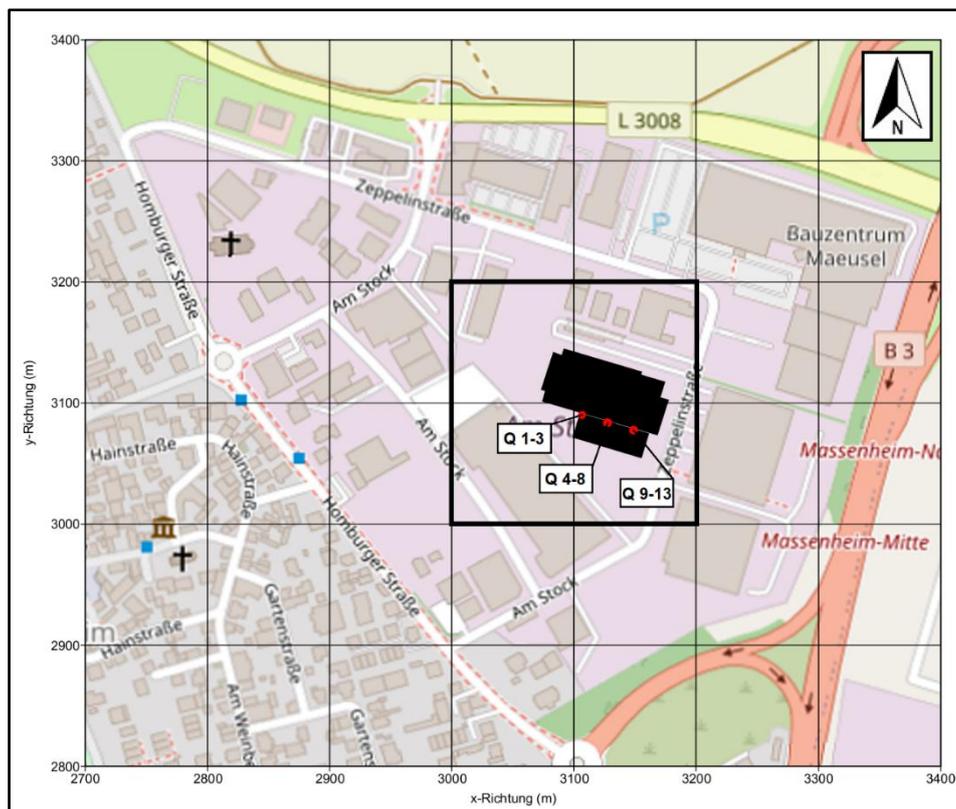


Abbildung 4: Karte mit Position der Emissionsquellen. Ausschnitt (700 m x 600 m), Kartengrundlage © OpenTopoMap [3] , schwarze Umrandung siehe Anlage 3.

Bei der Ausbreitungsrechnung der Stäube sind Depositionen (Anhaften eines Staubteilchens, sobald es eine Oberfläche berührt) und Sedimentation (Absinken der Staubteilchen aufgrund der Gravitation) zu berücksichtigen.

Zur Modellierung der Depositionseigenschaften für die Immissionsprognose gemäß Anhang 2 der TA Luft 2021 [2] werden die Depositionsparameter gemäß Tabelle 8 verwendet. Die Berechnungsergebnisse basieren auf der Modellierung der trockenen und nassen Deposition.

Der nach unten gerichtete Massenstrom am Erdboden auf Grund trockener Deposition F_d hängt von der Spurenstoffkonzentration über dem Erdboden c_0 ab:

$$F_d = v_d * c_0.$$

Die nasse Deposition F_w wird proportional zur gesamten Spurenstoffmasse in der Luftsäule über dem Ort (x, y) gesetzt (in der Gleichung werden zur Vereinfachung der Lesbarkeit die Orts- und Zeitvariablen weggelassen):

$$F_w = \Lambda * \int_0^{\infty} c(z) dz$$

Diesem Ansatz liegt die Vorstellung zu Grunde, dass ein Regentropfen nach dem Verlassen der Regenwolke beim Fall durch die Spurenstoffwolke den Spurenstoff irreversibel und proportional zur Konzentration des Spurenstoffes in der Luft absorbiert und am Erdboden deponiert. Der Proportionalitätsfaktor hat die Dimension einer inversiven Zeit und wird als Auswaschrates Λ bezeichnet. Die Auswaschrates berechnet sich wie folgt:

$$\Lambda = c_w (I/I_r)^{\alpha_w} * \Lambda_r$$

Hierbei ist I die Niederschlagsintensität in mm/h , $I_r = 1 mm/h$ die Referenzniederschlagsintensität, $\Lambda_r = 1/s$ die Referenz-Auswaschrates und c_w der Auswaschfaktor.

Die Depositionsparameter für Stäube und Gase betragen wie folgt:

Tabelle 8: Depositionsgeschwindigkeit für Stäube

Klasse	Korngröße [μm]	Sedimentationsgeschwindigkeit [m/s]	Depositionsgeschwindigkeit [m/s]	Auswaschfaktor [1/s]	Auswaschexponent -
1	kleiner 2,5	0	0,001	$0,3 \times 10^{-4}$	0,8
2	2,5 bis 10	0	0,01	$1,5 \times 10^{-4}$	0,8
3	10 bis 50	0,04	0,05	$4,4 \times 10^{-4}$	0,8
4	größer 50	0,15	0,2	$4,4 \times 10^{-4}$	0,8
unbekannt	-	0,06	0,07	$4,4 \times 10^{-4}$	0,8

Die Depositionsgeschwindigkeit für Stickstoffdioxid beträgt $3,0 \times 10^{-3}$.

Zeitliche Charakteristik der Emissionen

Im Sinne einer konservativen Vorgehensweise wird von einer Betriebszeit von 8.760 Stunden im Jahr ausgegangen, wenn gleich für den Betrieb der Netzersatzanlage unter 300 Stunden im Jahr vorgesehen sind. Das entspricht nur 3 % der Jahresstunden.

Rauigkeitslänge

Die Rauigkeitslänge beschreibt die Unebenheit der Erdoberfläche und wird angegeben, um die Wirkung der Bodenreibung zu beschreiben. Die Rauigkeit wird durch bodennahe Hindernisse wie z.B. Sträucher, Bäume und Gebäude erhöht. Eine geringe Rauigkeit besitzen demnach bedeckungsfreie Flächen wie z.B. Seen, Wiesen oder Flugplätze.

Für die mittlere Rauigkeitslänge z_0 weist die TA Luft 2021 in Anhang 2, Tabelle 15 [2] neun Klassenwerte 0,01 m bis 2,00 m zu. Um die Bodenrauigkeit im Untersuchungsgebiet abzuleiten, werden die Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters (engl. „**C**oordination of **I**nformation on the **E**nvironment“) verwendet.

Gemäß TA Luft ist die mittlere Rauigkeit im Umkreis vom 10-fachen der höchsten Emissionsquelle (mindestens jedoch 10 m) zu verwenden. Setzt sich ein Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist die mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert aus der TA Luft 2021, Anhang 2 [2] zu runden.

Die auf Basis von Geländenutzungsdaten errechneten und auf den nächstgelegenen Tabellenwert gerundete mittlere Rauigkeitslänge wird unter Berücksichtigung aller Emissionsquellen auf $z_0 = 1,0 \text{ m}$ festgelegt.

Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Nr. 9.6 in Anhang 2 der TA Luft 2021 [2] und gibt an, wie weit die theoretischen Profile aufgrund von Bewuchs oder Bebauung in der Vertikalen z zu verschieben sind. Die Verdrängungshöhe ist als das 6-fache der Rauigkeitslänge z_0 anzusetzen, bei dichter Bebauung als das 0,8 fache der mittleren Bebauungshöhe. Im vorliegenden Fall ergibt sich die Verdrängungshöhe aus z_0 zu $d_0 = z_0 * 6$. Unterhalb von d_0 ist die Windgeschwindigkeit bis zum Wert Null bei $z = 0$ linear zu interpolieren; alle anderen meteorologischen Parameter sind konstant zu halten.

7.2 Weitere Eingangsgrößen

Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

Bebauung:

Die Berücksichtigung der Gebäude im Rahmen einer Ausbreitungsrechnung erfolgt gemäß TA Luft 2021 [2] in Abhängigkeit der Parameter Quellhöhe (bzw. Schornsteinhöhe), Gebäudehöhe und den entsprechenden Abständen zwischen Quellen und Gebäuden.

Gemäß Anhang 2 der TA Luft 2021 [2] 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“.

In der vorliegenden Immissionsprognose werden die Gebäude in der Immissionsprognose nicht berücksichtigt.

Gelände:

In Abbildung 5 wird die Geländehöhe des Rechengebiets mit der Angabe des Anemometerstandort aufgeführt. Das Betriebsgrundstück liegt am nordöstlichen Stadtrand vom Stockstadt westlich der Stadt Aschaffenburg. Die Anlage befindet sich selbst in ca. 115 m Höhe ü. NN. In direkter Umgebung der Anlage ist das Gelände wenig strukturiert, mit Ausnahme der Erhebungen im Südwesten. Das Gelände wird in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt.

Das mit dem mesoskaligen Windfeldmodell LPRWND berechnete Windfeld hat eine maximale Divergenz von 0,048 und erfüllt somit die Anforderungen an die Divergenzfreiheit nach VDI 3783, Blatt 13 [18] (maximale zulässige Divergenz = 0,050). Eine Überprüfung mit einem erheblich aufwändigerem prognostischen Windfeldmodell erscheint daher aus gutachterlicher Sicht für nicht verhältnismäßig.

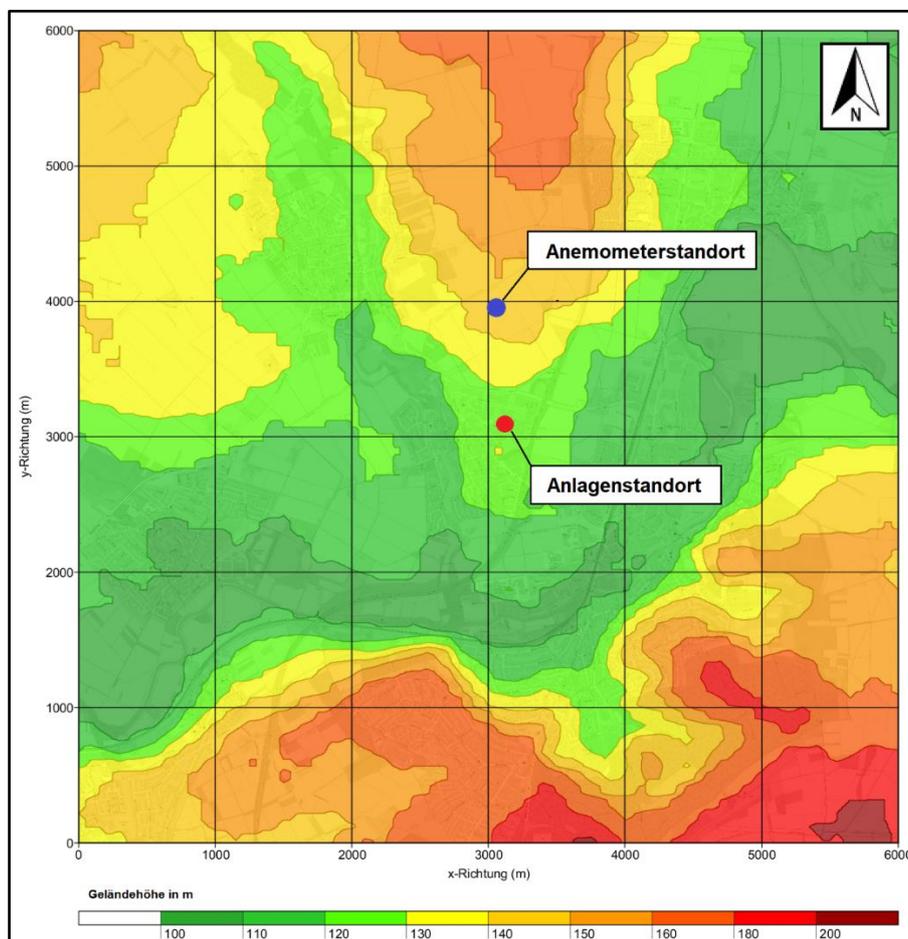


Abbildung 5: Geländedarstellung, Anlagenstandort (roter Kreis) und Anemometerstandort (blauer Kreis) im Rechengebiet, Kartengrundlage © OpenTopoMap

Meteorologie

Für die Beurteilung der Schadstoffausbreitung sind für das Untersuchungsgebiet räumlich und zeitlich repräsentative meteorologische Daten zu verwenden, da das Ausbreitungsverhalten freigesetzter Luftschadstoffe maßgeblich durch die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung, sowie durch die thermische Stabilität (Turbulenzzustand der Atmosphäre) bestimmt wird. Dabei kennzeichnet die Windverteilung die horizontalen Austauschbedingungen, während die thermische Stabilität den vertikalen Austausch bestimmt und durch Ausbreitungsklassen beschrieben wird. Die Ausbreitungsklassen sind somit ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 9 beschreiben:

Tabelle 9: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversionswetterlage, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
II	stabile atmosphärische Schichtung, Inversionswetterlage, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
III ₁	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III ₂	leicht labile atmosphärische Schichtung
IV	mäßig labile atmosphärische Schichtung
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

Datengrundlage:

Die meteorologischen Eingangsdaten liegen in Form einer synthetischen repräsentativen Ausbreitungsklassenzeitreihe (SynRepAKTerm) vor. In dieser ist der stündliche Verlauf der wesentlichen meteorologischen Einflussgrößen Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse über den Zeitraum eines Jahres für einen bestimmten Standort berechnet. Bei der Erstellung der Zeitreihe werden topographische und meteorologisch-statistische Informationen, sowie Ergebnisse von Modellrechnungen zusammengeführt. Dabei werden dynamisch bedingte Einflüsse des Geländes, z. B. Täler und Höhenzüge, auf das bodennahe Windklima erfasst. Regional auftretende Besonderheiten, wie nächtliche Kaltluftabflüsse bei windschwachen Strahlungswetterlagen, werden in die Auswertung mit einbezogen.

Die für die Ausbreitungsrechnung verwendete synthetische repräsentative AKTerm für den Standort Bad-Vilbel (GK-Bezugspunkt: 3480500 / 5562500) wurde mit dem prognostischen mesoskaligen Modell METRAS PC erstellt. Das Datenblatt zur verwendeten meteorologischen Zeitreihe ist in Anlage 7 abgebildet. Die verwendete SynRepAKTerm ist repräsentativ für das zu untersuchende Beurteilungsgebiet.

Meteorologische Verhältnisse:

Die Windrichtung- und Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort bad-Vilbel weist ein ausgeprägtes Primärmaximum aus südwestlichen Richtungen auf (Abbildung 6). Ein Sekundärmaxima ist mit Winden aus Nordnordosten vorhanden. Windgeschwindigkeiten über 6 m/s sind hauptsächlich aus den genannten Richtungen der Maxima auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit an diesem Standort beträgt 3,3 m/s.

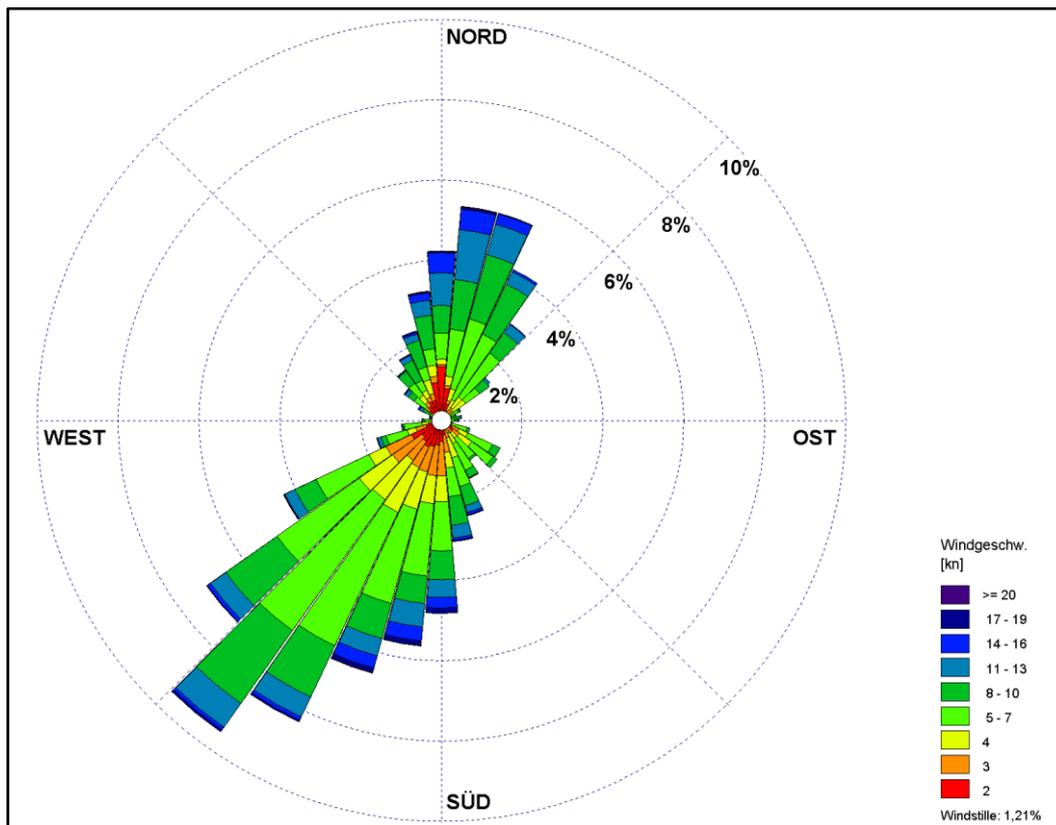


Abbildung 6: Windrichtungs-/Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort Bad-Vilbel

Abbildung 7 zeigt die Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen und der Ausbreitungsklassen nach TA Luft [2].

Für die Ausbreitung von Luftschadstoffen ist neben der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung auch die Konvektion, d.h. der vertikale Austausch von Luftmassen von entscheidender Bedeutung. Aufgrund der Sonneneinstrahlung werden bodennahe Luftschichten erwärmt und steigen aufgrund ihrer geringen Luftdichte auf. Gleichzeitig sinken die umgebenden kälteren Luftschichten wegen ihrer höheren Luftdichte ab, werden erwärmt und steigen wieder nach oben auf. Bestimmte Wetterlagen (Inversionswetterlagen) erschweren oder verhindern den Vertikalaustausch. Unterhalb dieser Zonen sind sowohl Druck- als auch die Temperaturgradienten minimal, die Konvektion wird verhindert und es findet kein Austausch von Luftmassen statt. Der vertikale Austausch wird durch Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier

parametrisiert. Die Klassen I und II treten ca. 35 % der Jahresstunden auf und kennzeichnen ungünstige Ausbreitungsbedingungen, wie sie z.B. bei Inversionswetterlagen vorliegen. Unbedeutend häufiger sind die Ausbreitungsklassen III und höher zu erwarten. Diese Ausbreitungsklassen sind durch neutrale (52 %) und labile (13 %) atmosphärische Schichtungen gekennzeichnet und begünstigen das Verdünnungsvermögen der Atmosphäre.

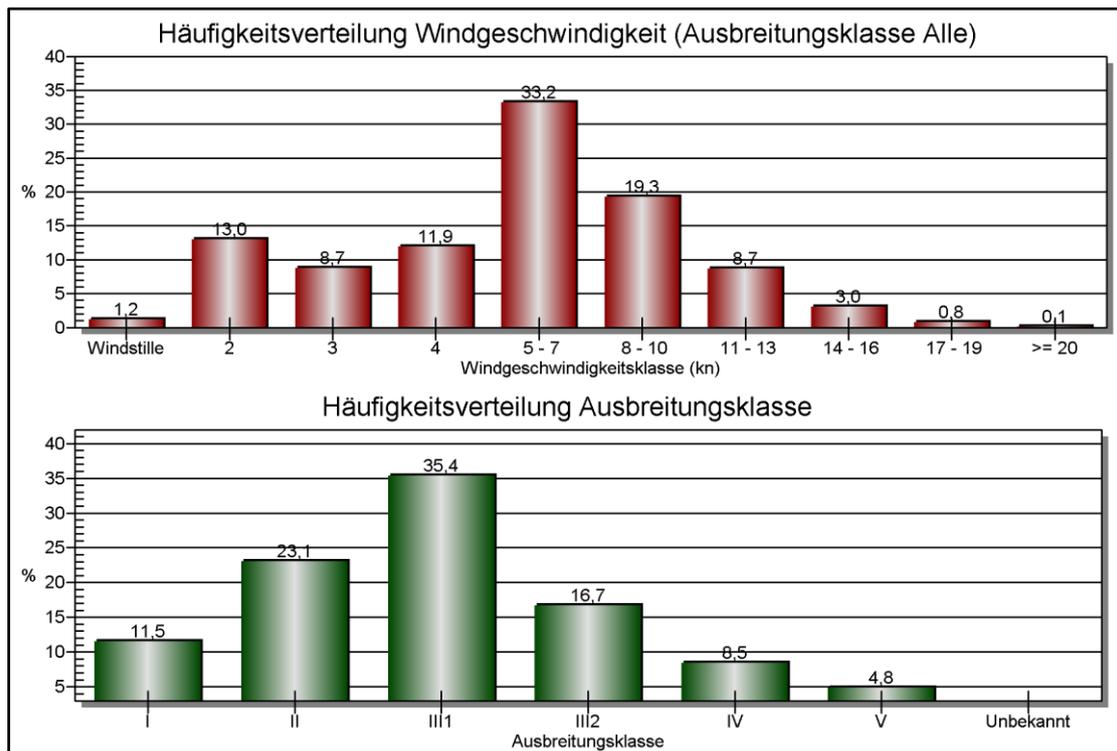


Abbildung 7: Häufigkeit der Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklassen, SynRepAKTerm für den Standort Bad-Vilbel

8 Ergebnisse und Beurteilung

8.1 Beurteilungsorte

Die Immissionsorte stellen nach Nr. 4.6.2.6 TA Luft 2021 [2] die nächstgelegenen, nicht nur vorübergehend exponierten Schutzgüter dar. Für die vorliegende Schadstoffimmissionsprognose werden die nächstliegenden Beurteilungspunkte betrachtet, welches sich westlich und nördlich des Betriebsgrundstücks befinden. Wohngebiete, die weiter entfernt liegen, sind geringeren Immissionen ausgesetzt als an den ausgewählten Standorten. In Tabelle 10 sind die Immissionsorte aufgeführt, die für eine nähere Betrachtung ausgewählt wurden (Beurteilungspunkte nach Nr. 4.6.2.6 der TA Luft 2021 [2]). In Abbildung 8 werden die Standorte der Beurteilungspunkte dargestellt.

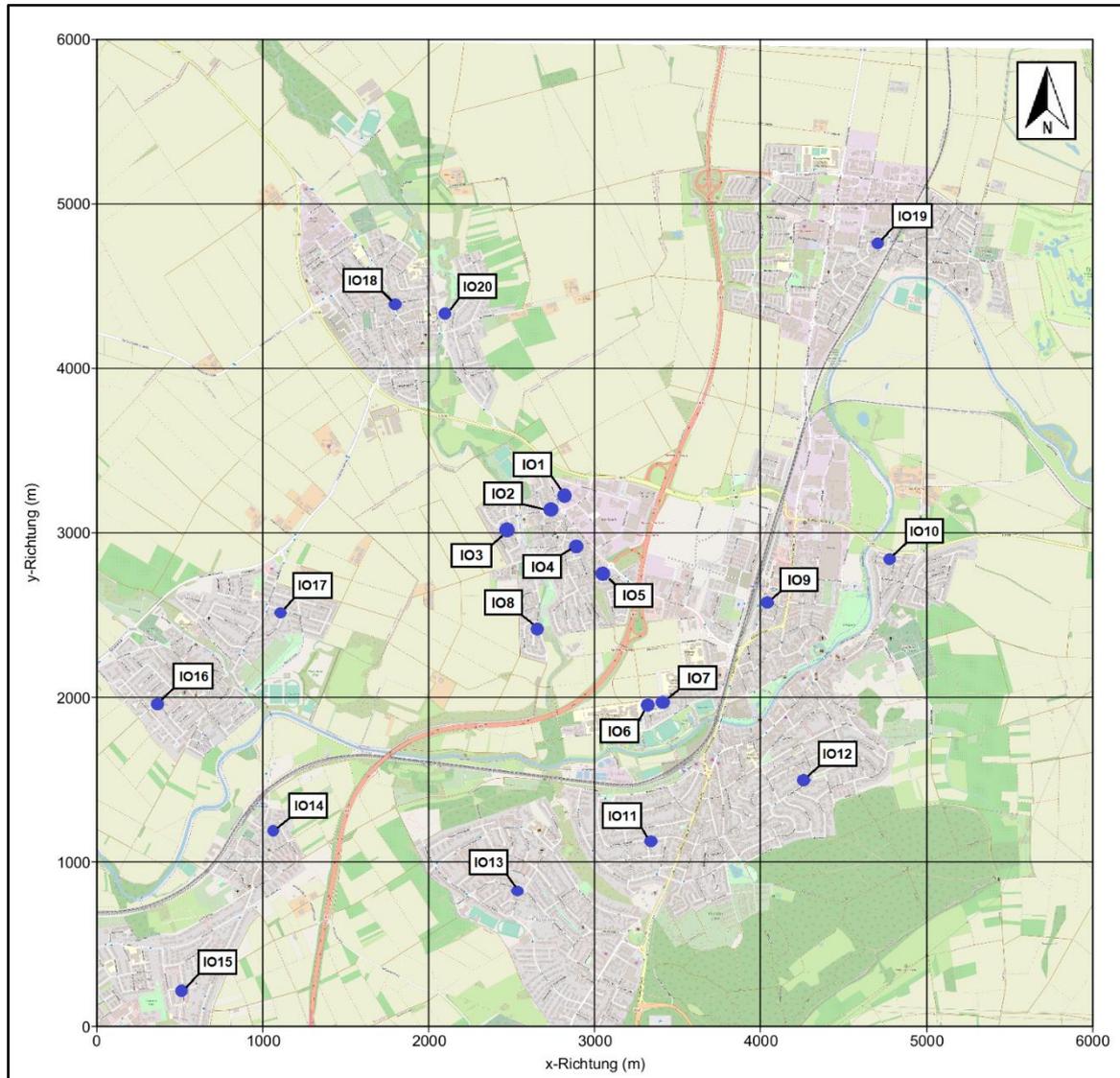


Abbildung 8: Lageplan der Beurteilungspunkte, Kartengrundlage: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) [3]

Tabelle 10: Immissionsorte (ausgewählte Beurteilungspunkte)

Beurteilungspunkt	Rechts- und Hochwert in m	Beurteilungspunkt	Rechts- und Hochwert in m
IO 1	3480314,90 / 5561940,05	IO 11	3480829,01 / 5559835,96
IO 2	3480225,81 / 5561891,44	IO 12	3481771,51 / 5560222,41
IO 3	3479968,67 / 5561759,48	IO 13	3480026,23 / 5559540,82
IO 4	3480394,86 / 5561634,86	IO 14	3478546,00 / 5559880,96
IO 5	3480531,45 / 5561465,50	IO 15	3478004,65 / 5558895,98
IO 6	3480815,19 / 5560676,72	IO 16	3477861,66 / 5560640,83
IO 7	3480881,16 / 5560690,16	IO 17	3478611,52 / 5561214,28
IO 8	3480150,20 / 5561129,99	IO 18	3479288,92 / 5563096,78
IO 9	3481535,37 / 5561292,28	IO 19	3482208,54 / 5563481,84
IO10	3482251,98 / 5561573,71	IO 20	3479587,44 / 5563029,11

8.2 Zusatzbelastung durch den Betrieb der Anlage

Nachfolgend werden die Zusatzbelastungen, die durch den Betrieb der Anlage entstehen, dargestellt. Dabei erfolgt die Bewertung der anlagenbezogenen Immissionswerte für die in Kapitel 8.1 gewählten Immissionsorte auf Bodenniveau, sowie in 4,5 m und 10,5 m ü.Gr. Diese Höhenschichten entsprechen Gebäude mit 1-2 Geschossen sowie auch Gebäude mit 2-3 Geschossen. Lediglich für die Immissionsorte IO6 und IO7 wurden Höhenschichten bis zu 27,5 m ü. Gr. zur lufthygienischen Auswertung herangezogen. In der Tabelle 11 werden die Ergebnisse für die Zusatzbelastung von Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM10) der verschiedenen Höhenschichten dargestellt.

Tabelle 11: Immissionswerte der anlagenbezogenen Zusatzbelastung für Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaub (PM10) und Staubbiederschlag im Jahresmittel für die verschiedenen Höhenschichten

Beurteilungs-ort	Höhen-schicht [m]	Stick-stoffdioxid NO ₂ JMW [µg/m ³]	Fein-staub PM10 JMW [µg/m ³]	Staubbiederschlag [mg/m ² *d]
IO1	1,5	0,5	0,6	0,5
	4,5	0,6	0,6	
	10,5	0,7	0,8	
IO2	1,5	0,3	0,3	0,3
	4,5	0,3	0,3	
	10,5	0,4	0,4	

Beurteilungs-ort	Höhen-schicht [m]	Stick-stoffdioxid NO ₂ JMW [µg/m ³]	Fein-staub PM10 JMW [µg/m ³]	Staubnieder-schlag [mg/m ² *d]
IO3	1,5	0,2	0,2	0,2
	4,5	0,2	0,2	
	10,5	0,2	0,3	
IO4	1,5	0,6	0,7	0,9
	4,5	0,7	0,8	
	10,5	0,8	1	
IO5	1,5	<u>3,5</u>	<u>3,9</u>	3,2
	4,5	<u>3,5</u>	<u>4,1</u>	
	10,5	<u>3,9</u>	<u>4,7</u>	
IO6	1,5	0,6	0,5	0,5
	7,5	0,6	0,6	
	13,5	0,6	0,6	
	19	0,6	0,6	
	27,5	0,6	0,7	
IO7	1,5	0,5	0,5	0,4
	7,5	0,6	0,6	
	13,5	0,6	0,6	
	19	0,5	0,6	
	27,5	0,5	0,6	
IO8	1,5	<u>1,2</u>	<u>1,2</u>	0,9
	4,5	<u>1,2</u>	<u>1,3</u>	
	10,5	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	
IO9	1,5	0,1	0,1	0,1
	4,5	0,2	0,1	
	10,5	0,2	0,2	
IO10	1,5	0,1	0,1	0,1
	4,5	0,1	0,1	
	10,5	0,1	0,1	
IO11	1,5	0,3	0,3	0,2
	4,5	0,3	0,3	
	10,5	0,3	0,3	
IO12	1,5	0,2	0,2	0,1
	4,5	0,2	0,2	
	10,5	0,2	0,2	
IO13	1,5	0,5	0,4	0,4
	4,5	0,5	0,5	
	10,5	0,5	0,5	

Beurteilungs-ort	Höhen-schicht [m]	Stick-stoffdioxid NO ₂ JMW [µg/m ³]	Fein-staub PM10 JMW [µg/m ³]	Staubnieder-schlag [mg/m ² *d]
IO14	1,5	0,2	0,2	0,2
	4,5	0,3	0,2	
	10,5	0,3	0,3	
IO15	1,5	0,2	0,1	0,1
	4,5	0,2	0,2	
	10,5	0,2	0,2	
IO16	1,5	0,1	0,1	0
	4,5	0,1	0,1	
	10,5	0,1	0,1	
IO17	1,5	0,1	0,1	0,1
	4,5	0,1	0,1	
	10,5	0,1	0,1	
IO18	1,5	0,2	0,2	0,2
	4,5	0,3	0,2	
	10,5	0,3	0,3	
IO19	1,5	1,1	0,9	0,8
	4,5	1,1	0,9	
	10,5	1,1	1,1	
IO20	1,5	0,2	0,2	0,2
Irrelevanzwert		1,2	1,2	10,5

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass lediglich an den Immissionsorten IO5 und IO8 an allen untersuchten Höhenschichten die in der TA Luft festgelegte Irrelevanzschwelle für Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM10) überschritten wurde. Damit ist die Hintergrundbelastung anhand von Messwerten des Hessischen Luftmessnetzes heranzuziehen.

Zur Auswertung der Hintergrundbelastung im Jahresmittel für Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM10) wird die städtische Hintergrundstation Frankfurt Ost an der Hanauer Landstraße (Stationscode DEHE008) herangezogen. Die folgenden NO₂ und PM10 Vorbelastungswerte für die Jahre 2019 – 2021 werden zur Ausweisung der Gesamtbelastung herangezogen (Tabelle 12):

Tabelle 12: Vorbelastungswerte für Stickstoffdioxid NO₂ und Feinstaub PM10 der städtischen Hintergrundstation Frankfurt Ost für die Jahre 2019 - 2021

Jahr	Stickstoffdioxid NO ₂ [µg/m ³]	Feinstaub PM10 [µg/m ³]
2019	29	19,2
2020	24,7	17,4
2021	24,6	17,6
Mittelwert	26	18

Unter Berücksichtigung der großräumigen Vorbelastung (Tabelle 12) und der anlagenbezogenen Zusatzbelastung (Tabelle 11) werden die Grenzwerte für den Jahresmittelwert der Stickstoffdioxidimmissionen (NO₂) und Feinstaubimmissionen (PM10) für die näher zu untersuchenden Immissionsorte IO5 und IO8 sicher eingehalten.

Für die Kurzzeitwerte (Tagesmittel für PM10 und Stundemittel für NO₂) ist in der TA Luft keine Begrenzung für irrelevante Zusatzbelastung angegeben. Gemäß Leitfaden des Regierungspräsidiums Darmstadt [1] ist für den Nachweis zur Einhaltung der Kurzzeit-Immissionswerte der TA Luft ist für die Schadstoffparameter NO₂ und Staub eine Vorbelastung in Höhe des Immissionswertes der TA Luft für den Jahresmittelwert (in der Höhe von 40 µg/m³) in Anlehnung an TA Luft Nr. 4.7.2 und Nr. 4.7.3 anzunehmen.

Die folgende Tabelle 13 zeigt die Überschreitungshäufigkeiten des Stundenmittels für Stickstoffdioxid (NO₂) und des Tagesmittels für Feinstaub (PM10) bei einer angenommenen Vorbelastung von jeweils 40 µg/m³ für die untersuchten Schadstoffe.

Tabelle 13: Überschreitungshäufigkeiten des Stundenmittelwertes für Stickstoffdioxid (NO₂) und des Tagesmittels für Feinstaub (PM10)

Beurteilungs-ort	Höhen-schicht [m]	max. Stun-de-mittelwert [µg/m ³]	Anzahl der Über-schreitungen des Stundenmit-telwerts von 200 µg/m ³	max. Tages-mittelwert [µg/m ³]	Anzahl der Überschreitungen des Tages-mittelwerts von 50 µg/m ³
IO1	1,5	66,2	0	21,4	6
	4,5	60	0	20,7	6
	10,5	68,1	0	25,4	6
IO2	1,5	84,1	0	11,8	1
	4,5	61,5	0	14,6	1
	10,5	69,8	0	15,1	1
IO3	1,5	57,3	0	16,7	1
	4,5	65,9	0	18,2	1
	10,5	57,4	0	18,5	1

Beurteilungs-ort	Höhen-schicht [m]	max. Stunde-mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Über-schreitungen des Stundenmit-telwerts von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max. Tages-mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Überschreitungen des Tages-mittelwerts von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
IO4	1,5	74,2	0	13,3	4
	4,5	61,2	0	13,4	8
	10,5	78,2	0	16,3	11
IO5	1,5	85,3	0	38,9	<u>57</u>
	4,5	78,5	0	36,9	<u>59</u>
	10,5	84,5	0	40,5	<u>63</u>
IO6	1,5	61,7	0	7,9	0
	7,5	53,4	0	9,1	0
	13,5	49,5	0	9,5	0
	19	43,2	0	8,4	0
	27,5	58,2	0	12	1
IO7	1,5	85,3	0	6,7	0
	7,5	75,6	0	8,4	0
	13,5	58,6	0	8,2	0
	19	48,7	0	9,4	0
	27,5	49,6	0	8,1	0
IO8	1,5	72,6	0	15	7
	4,5	67,2	0	16,8	12
	10,5	61,5	0	17,7	17
IO9	1,5	44,5	0	7,9	0
	4,5	41,8	0	8,1	0
	10,5	37,6	0	7,8	0
IO10	1,5	39,6	0	7,2	0
	4,5	31,2	0	8	0
	10,5	26,9	0	7,3	0
IO11	1,5	39,5	0	4,1	0
	4,5	34	0	5,2	0
	10,5	60,3	0	5,3	0
IO12	1,5	45,7	0	3,5	0
	4,5	35,2	0	5,1	0
	10,5	36	0	6,5	0
IO13	1,5	35,8	0	4,5	0
	4,5	29	0	4,4	0
	10,5	25,7	0	4,7	0

Beurteilungs-ort	Höhen-schicht [m]	max. Stunde-mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Über-schreitungen des Stundenmit-telwerts von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max. Tages-mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Überschreitungen des Tages-mittelwerts von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
IO14	1,5	44,8	0	2,7	0
	4,5	31,7	0	4,2	0
	10,5	31	0	5,8	0
IO15	1,5	39,2	0	3,4	0
	4,5	22,4	0	3	0
	10,5	18,5	0	3,1	0
IO16	1,5	26,3	0	3,5	0
	4,5	23,1	0	1,6	0
	10,5	26,2	0	1,7	0
IO17	1,5	41,7	0	1,8	0
	4,5	30,7	0	3,3	0
	10,5	21,8	0	3	0
IO18	1,5	47,3	0	4,6	0
	4,5	43	0	5	0
	10,5	37,9	0	6,2	0
IO19	1,5	50,4	0	5,4	0
	4,5	34,1	0	5,4	0
	10,5	31,2	0	6,1	0
IO20	1,5	46,9	0	7,5	0
erlaubte Überschreitungs-häufigkeit		-	18	-	35

Der Kurzzeitgrenzwert, angegeben als Stundenmittelwert für Stickstoffdioxid (NO_2) wird an allen untersuchten Immissionsorten sicher eingehalten. Der Kurzzeitgrenzwert für Feinstaub (PM_{10}), angegeben als Tagesmittelwert wird am untersuchten Immissionsort IO5 geringfügig überschritten. Die vorliegende Untersuchung stellt eine sehr konservative Betrachtungsweise dar. Es wurde eine Betriebszeit von 8.760 Stunden im Jahr angenommen. Tatsächlich sind je Netzersatzanlage max. 48 Teststunden im Jahr geplant. Weiterhin wurde angenommen, dass der Anteil von PM_{10} am Gesamtstaub 100 % beträgt, welches ebenfalls eine konservative Betrachtung nahelegt. Schlussendlich ist der anzunehmende Vorbelastungswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Tagesmittel für Feinstaub PM_{10} eine sehr konservative Annahme, welches schließlich für die Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwerts für Feinstaub PM_{10} verantwortlich ist. Aufgrund des kurzzeitigen Testbetriebs einer Netzersatzanlage ist keine zusätzliche Überschreitung des Tagesmittelwerts für Feinstaub PM_{10} in der relevanten Umgebung der Anlage zu erwarten.

9 Zusammenfassung

Die Firma DC-Datacenter-Group GmbH plant ein Rechenzentrumgebäude bestehend aus drei Bauabschnitten mit 13 Netzersatzanlagen (Dieselmotoren des Typs „MTU 20V4000G94F“, Hersteller Rolls Royce), in der Zeppelinstraße 24 - 26, 61118 Bad Vilbel zu errichten. Die Anlage stellt eine nichtgenehmigungsbedürftige Anlage im Sinne der 4. BImSchV dar. Für den Betrieb der Anlage sind die Anforderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes an nichtgenehmigungsbedürftige Anlagen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen einzuhalten.

In diesem Bericht war die TA Luft-konforme Schornsteinmindesthöhe der Netzersatzanlage und die Luftschadstoffimmissionen zu bestimmen. Es gilt die grundlegende Forderung, dass Abgase so abzuleiten sind, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird und die Emissionsstelle deutlich oberhalb des Niveaus der umgebenden Bebauung liegen muss. Darüber hinaus dürfen auch sonst keine Hindernisse für einen Abtransport der Abgase bestehen. Für die Berechnungen wurden die Programme BESMIN und BESMAX verwendet.

Beim Probetrieb der Netzersatzanlage sind die Schornsteine im Hinblick auf den ungestörten Abtransport ausreichend dimensioniert, wenn folgende Mindesthöhe nicht unterschritten wird:

$$\text{Schornsteinhöhe } H = 25,6 \text{ m}$$

Die Höhe ist angegeben über der Nulllinie (Dach des Technischachts) mit einer Austrittsgeschwindigkeit von mindestens 20 m/s. Die Schornsteinmindesthöhen gemäß den Anforderungen und Verfahren der Nr. 5.5 TA Luft 2021 werden eingehalten.

Die Schadstoffimmissionssituation durch den geplanten Betrieb der Anlage wurde mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT berechnet. Als Immissionsorte wurden 20 Beurteilungspunkte um das Plangebiet im angrenzenden Gewerbe- und Wohngebiet gewählt.

Die vorliegende Untersuchung stellt eine sehr konservative Betrachtungsweise dar. Es wurde eine Betriebszeit von 8.760 Stunden im Jahr angenommen. Tatsächlich sind je Netzersatzanlage max. 48 Teststunden im Jahr geplant.

Der Kurzzeitgrenzwert, angegeben als Stundenmittelwert für Stickstoffdioxid (NO₂) wird an allen untersuchten Immissionsorten sicher eingehalten.

Der Kurzzeitgrenzwert für Feinstaub (PM₁₀), angegeben als Tagesmittelwert wird am untersuchten Immissionsort IO5 geringfügig überschritten. Es wurde angenommen, dass der Anteil von PM₁₀ am Gesamtstaub 100 % beträgt, welches eine konservative Betrachtung nahelegt. Zusätzlich stellt der anzunehmende Vorbelastungswert von 40 µg/m³ für den Tagesmittel für Feinstaub PM₁₀ eine sehr konservative Annahme dar, welcher schließlich für die Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwerts für Feinstaub PM₁₀ maßgeblich ist. Aufgrund des kurzzeitigen

Testbetriebs einer Netzersatzanlage ist keine zusätzliche Überschreitung des Tagesmittelwerts für Feinstaub PM10 in der relevanten Umgebung der Anlage zu erwarten.

Greifenberg, 21.11.2022

ACCON GmbH



M.Sc. Sadid Salajegheh



Dipl. Met. David Yalcin

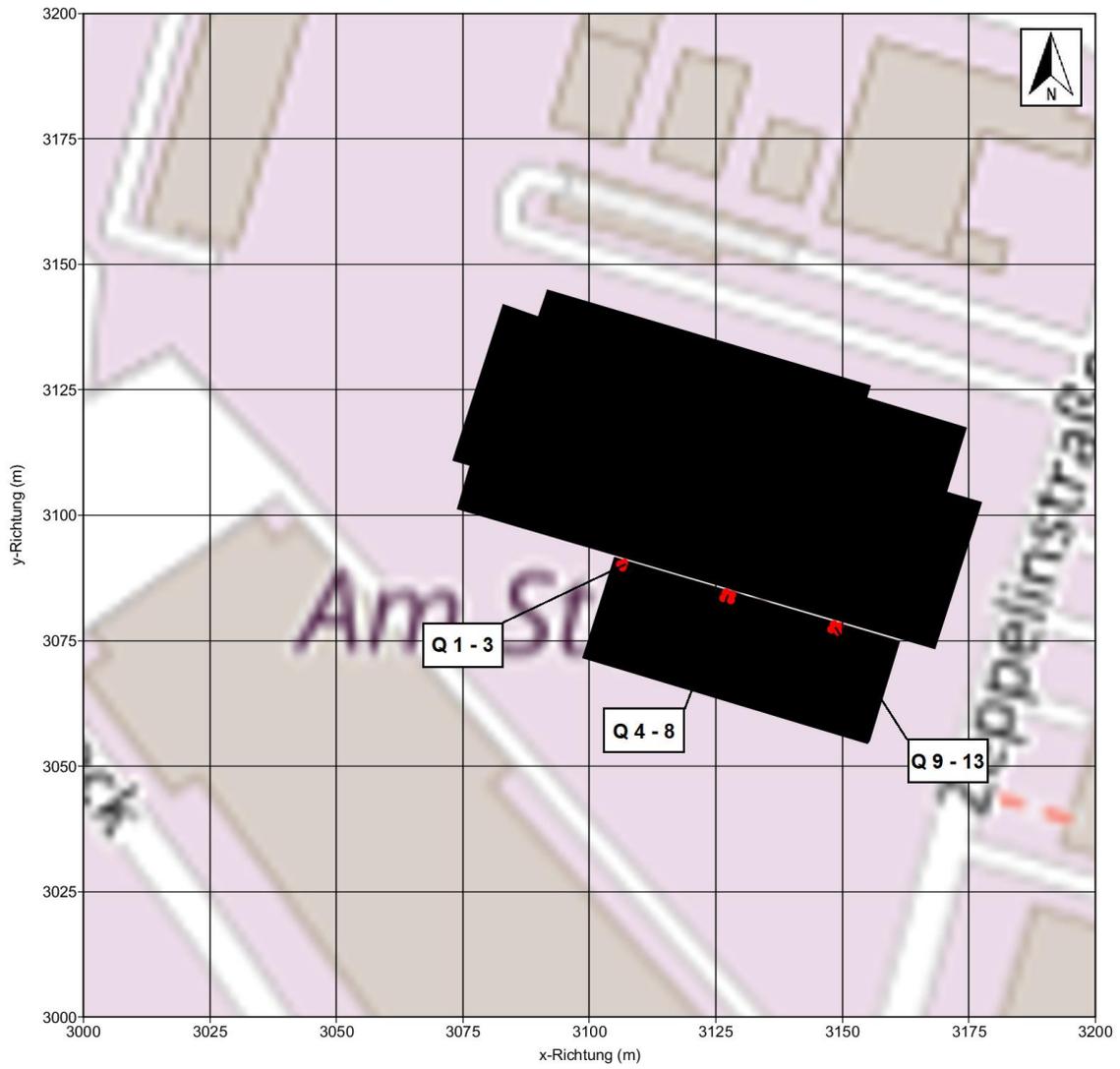
Anlage 1: Verwendete Unterlagen

- [1] R. Darmstadt, Leitfaden zur Ermittlung von Schornsteinmindesthöhen und zulässiger maximaler Betriebszeiten durch Immissionsprognosen in Genehmigungsverfahren für Rechenzentren (RZ) mit Notstromdieselmotoranlagen (NDMA), Februar 2017.
- [2] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), vom 18.08.2021, GMBI Nr. 48 - 54 vom 14.09.2021 S. 1050..
- [3] TopoStreet - © OpenStreetMap-Mitwirkende..
- [4] Übersichtsplan, Neubau Datacenter 1 / Bad Vilbel, VIL DC Campus GmbH, Plan-Nr. GP_300_ÜP_000_01, Projekt-Nr. PR12-02-003987, 23.02.2022.
- [5] 4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), Zuletzt geändert Art. 1 V v. 12.1.2021 (BGBl. I S. 69).
- [6] Emissionsblatt, A Rolls-Royce Solution; Name: 20V4000G94F; Anwendungsgruppe: 3D; Emissionsstufe EPA Nonroad T2 Compliant, Emissionsstufenbasis NEA Singapore for ORDE, Testzyklus D2, Konfigurations-ID: 1362; EDS-ID: 1088-19.01.2022.
- [7] 44. BImSchV - Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen, Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, vom 13. Juni 2019 (BGBl. I Nr. 22 vom 19.06.2019 S. 804; 06.07.2021 S. 2514 21) Gl.-Nr.: 2129-8-44.
- [8] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3783, Blatt 13 "Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft", Januar 2010.
- [9] 39. BImSchV - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), Zuletzt geändert Art. 112 V v. 19.6.2020 (BGBl. I S. 1328).
- [10] Ingenieurbüro Janicke Gesellschaft für Umweltpyhsik, Schornsteinhöhe nach TA Luft BESMIN (Bestimmung der minimalen Schornsteinhöhe) - Programmbeschreibung zu Version 1.0, Stand 2021-10-07.
- [11] Ingenieurbüro Janicke Gesellschaft für Umweltpyhsik, Schornsteinhöhe nach TA Luft BESMAX (Bestimmung der maximalen Konzentration) - Programmbeschreibung zu Version 1.0.1, Stand 2021-10-07.
- [12] Technische Verkaufsunterlagen, A Rolls-Royce Solution; Name: 20V4000G94F; Anwendungsgruppe: 3D; Datensatz: Ref. 25°C/45°C; Version 1/20/2022.

- [13] Übersichtsplan, Neubau Datacenter 1 / Bad Vilbel, VIL DC Campus GmbH, Plan-Nr. GP_300_SN_ABC_01_A, Projekt-Nr. PR12-02-003987, 01.03.2022.
- [14] Übersichtsplan, Neubau Datacenter 1 / Bad Vilbel, VIL DC Campus GmbH, Plan-Nr. GP_300_GR_E01_01_A, Projekt-Nr. PR12-02-003987, 01.03.2022.
- [15] Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4: "Umweltmeteorologie - Ableitbedingungen für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen", Juli 2017.
- [16] Ingenieurbüro Janicke Gesellschaft für Umweltpyhsik, Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport (LASAT) - Ein Programmsystem zur Berechnung von Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre, V3.4.23.
- [17] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3945, Blatt 3: "Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell", September 2000.
- [18] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3783, Blatt 13 "Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft", 2010.

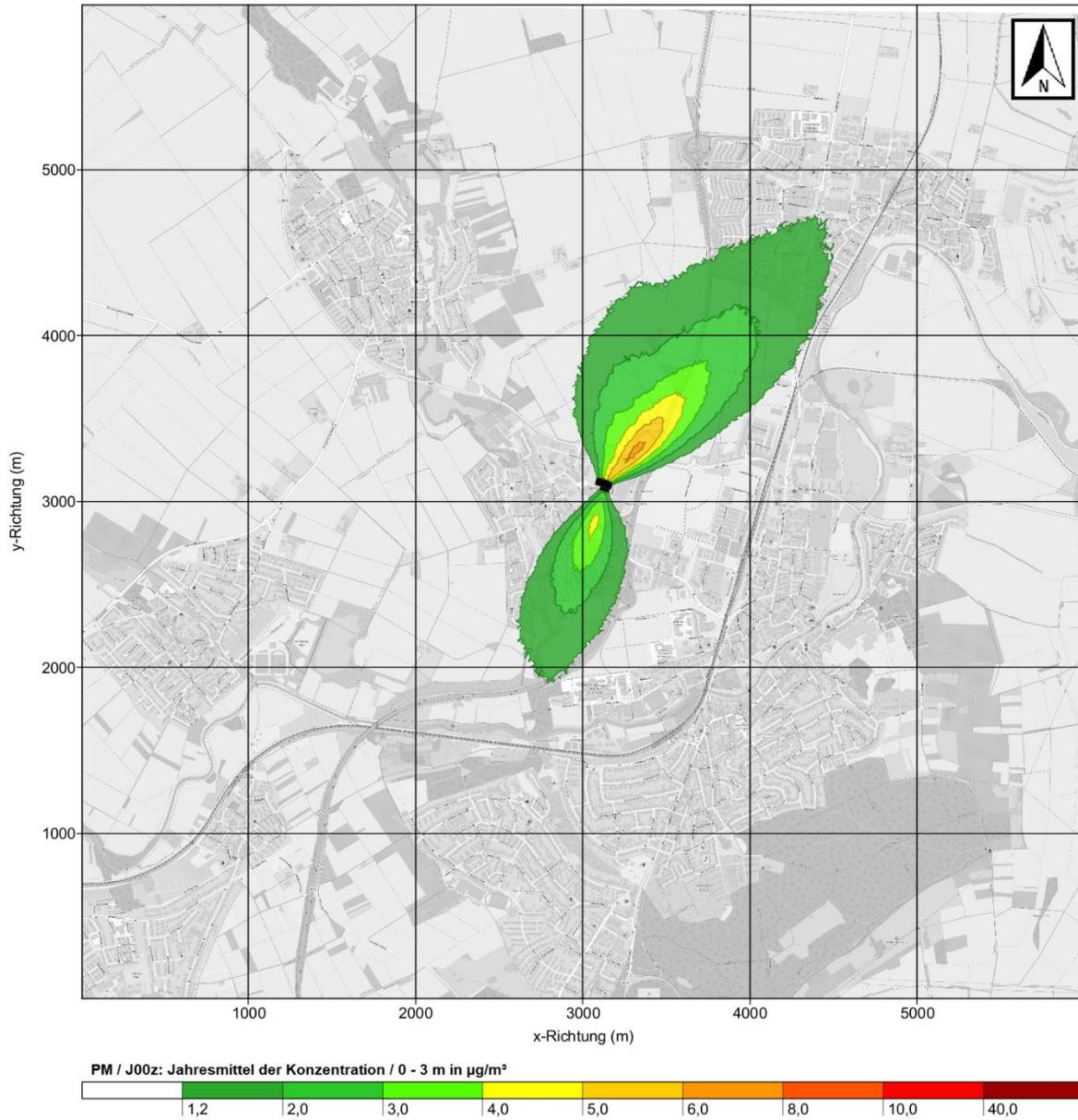


Anlage 3: Quellenkonfiguration

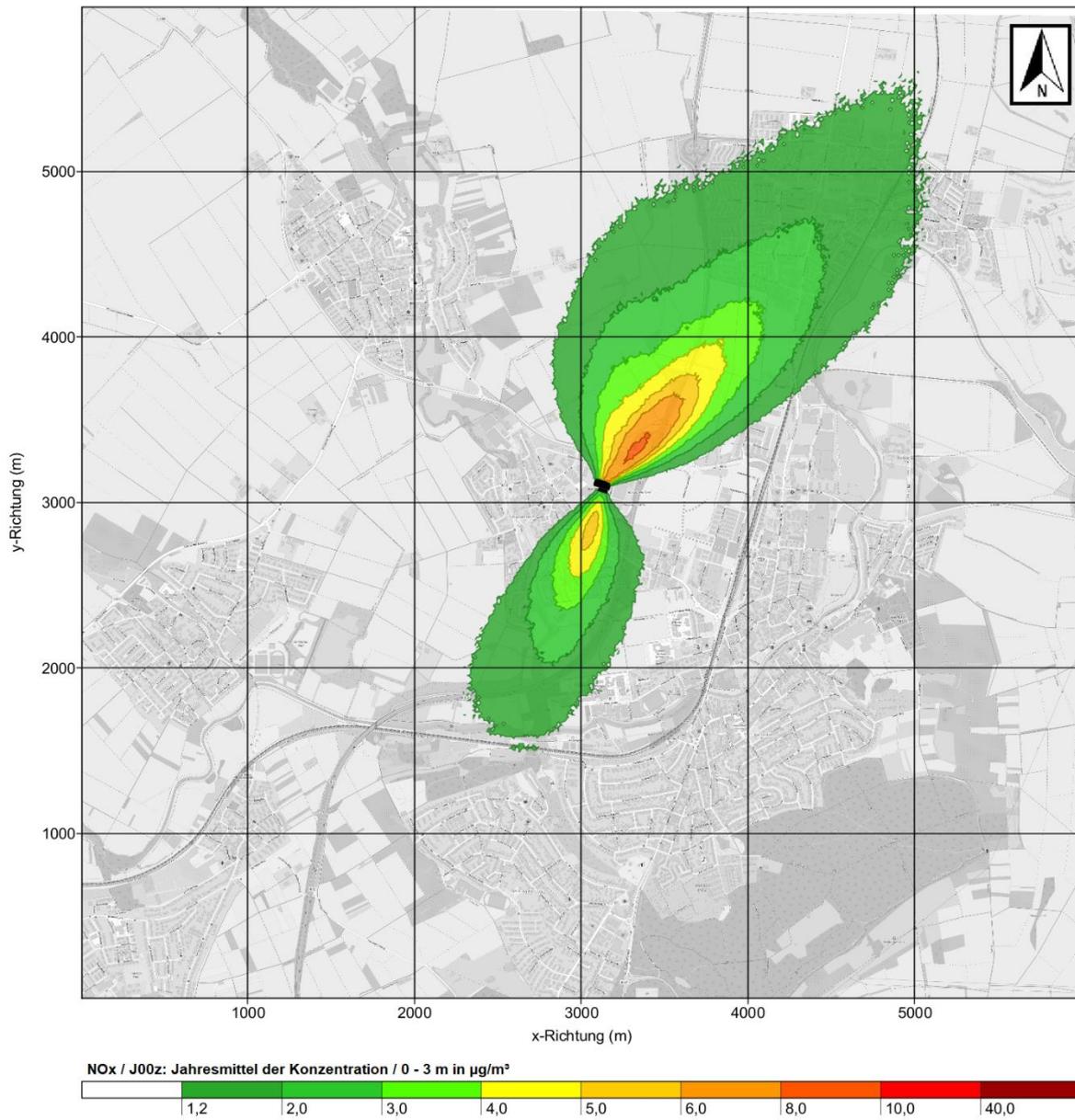


Anlage 4: Ergebnisse der Immissionsprognose

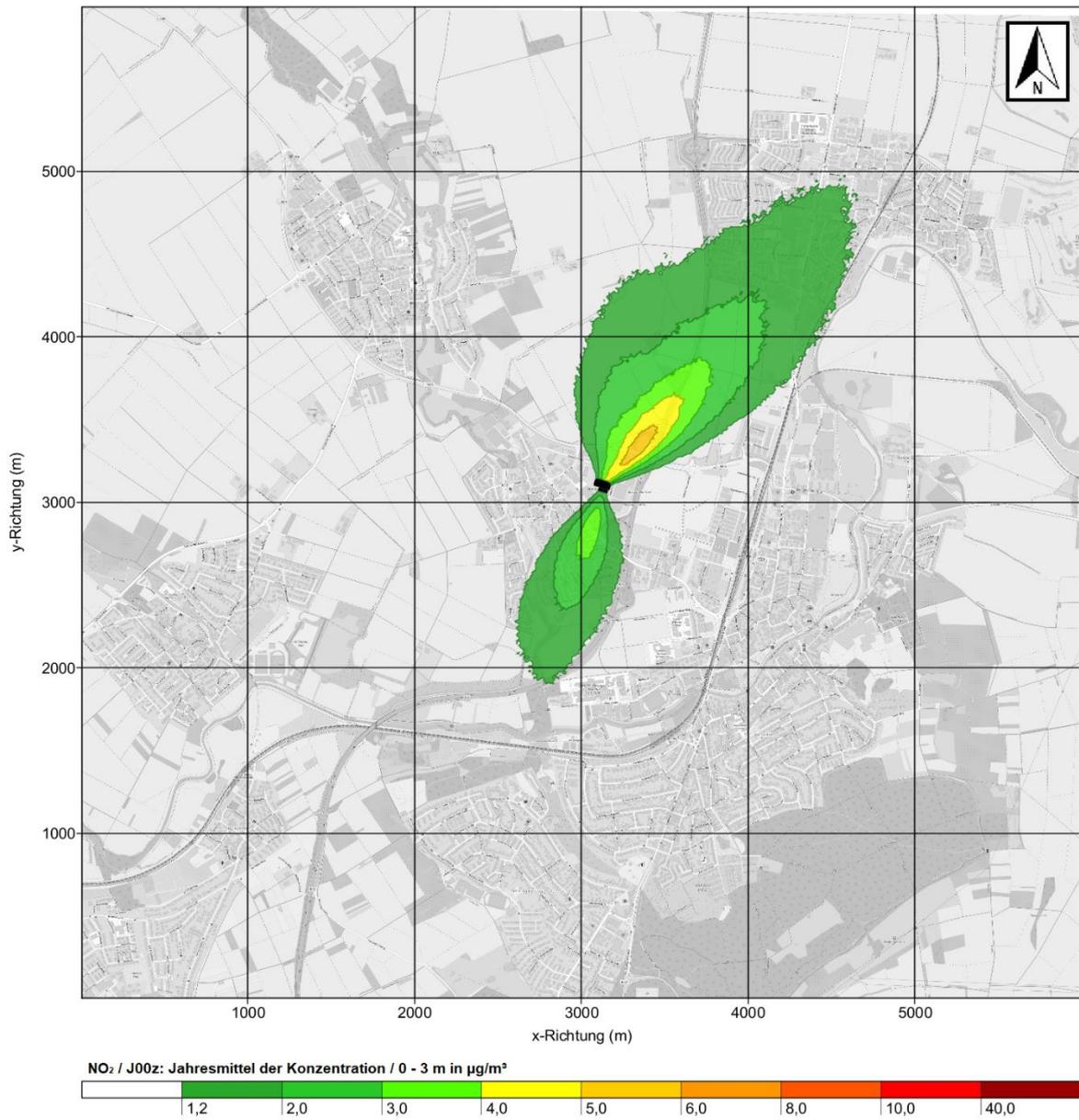
Feinstaub PM10



Stickstoffoxide (NO_x) angegeben als NO₂



Stickstoffdioxid (NO₂)



Anlage 5: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung für die Schornsteinmindesthöhe

2022-07-21 10:44:42 BESMIN Version 1.0.1
 IBJpluris Version 3.1.6
 Berechnete Schornsteinhöhen hb (in m):

Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Stickstoffdioxid	0,1	8,50E-01	0,5	20,0	550	0,1000	6,1
Partikel	0,08	1,10E+00	0,5	20,0	550	0,1000	7,2
Formaldehyd	0,025	8,00E-01	0,5	20,0	550	0,1000	10,6

2022-10-04 11:44:55 BESMAX Version 1.0.1
 IBJpluris Version 3.1.6
 Maximale bodennahe Konzentration nach Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021)

Liste der Emissionsquellen:

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13	
Emissionsmassenstrom	eq	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33 kg/h
x-Koordinate	xq	12,0	11,28	12,78	12,61	11,45	32,23
33,48	34,95	34,81	33,65	54,43	55,68	55,85	m
y-Koordinate	yq	3,04	2,64	2,64	3,61	3,61	3,04
2,64	2,64	3,61	3,61	3,04	2,64	3,61	m
Schornsteinbauhöhe	hb	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	m
Innendurchmesser	dq	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	m
Austrittsgeschwindigkeit	vq	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	m/s
Austrittstemperatur	tq	500	500	500	500	500	500
500	500	500	500	500	500	500	°C
Wasserbeladung	zq	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	kg/(kg tr)

Maximale bodennahe Konzentration:

Maximaler Konzentrationswert	cm	1,133e-04	g/m ³
Unsicherheit des Maximalwertes	dm	0,2	%
x-Koordinate des Maximalwertes	xm	676,7	m
y-Koordinate des Maximalwertes	ym	169,2	m
Stabilitätsklasse	kl	2,0	KM
Windgeschwindigkeit	ua	3,0	m/s
Windrichtung	ra	255,0	Grad

2022-10-04 11:47:53 BESMAX Version 1.0.1
 IBJpluris Version 3.1.6
 Maximale bodennahe Konzentration nach Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021)

Liste der Emissionsquellen:

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13	
Emissionsmassenstrom	eq	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	kg/h

x-Koordinate	xq	12,0	11,28	12,78	12,61	11,45	32,23
33,48	34,95	34,81	33,65	54,43	55,68	55,85 m	
y-Koordinate	yq	3,04	2,64	2,64	3,61	3,61	3,04
2,64	2,64	3,61	3,61	3,04	2,64	3,61 m	
Schornsteinbauhöhe	hb	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6 m	
Innendurchmesser	dq	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48 m	
Austrittsgeschwindigkeit	vq	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20 m/s	
Austrittstemperatur	tq	500	500	500	500	500	500
500	500	500	500	500	500	500 °C	
Wasserbeladung	zq	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1 kg/(kg tr)	

Maximale bodennahe Konzentration:
 Maximaler Konzentrationswert cm 7,240e-05 g/m³
 Unsicherheit des Maximalwertes dm 0,2 %
 x-Koordinate des Maximalwertes xm 688,1 m
 y-Koordinate des Maximalwertes ym 114,3 m
 Stabilitätsklasse kl 2,0 KM
 Windgeschwindigkeit ua 3,0 m/s
 Windrichtung ra 260,0 Grad

2022-10-04 11:53:13 BESMAX Version 1.0.1
 IBJpluris Version 3.1.6

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

Liste der Emissionsquellen:

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13	
Emissionsmassenstrom	eq	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4 kg/h	
x-Koordinate	xq	12,0	11,28	12,78	12,61	11,45	32,23
33,48	34,95	34,81	33,65	54,43	55,68	55,85 m	
y-Koordinate	yq	3,04	2,64	2,64	3,61	3,61	3,04
2,64	2,64	3,61	3,61	3,04	2,64	3,61 m	
Schornsteinbauhöhe	hb	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6 m	
Innendurchmesser	dq	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48 m	
Austrittsgeschwindigkeit	vq	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20 m/s	
Austrittstemperatur	tq	500	500	500	500	500	500
500	500	500	500	500	500	500 °C	
Wasserbeladung	zq	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1 kg/(kg tr)	

Maximale bodennahe Konzentration:
 Maximaler Konzentrationswert cm 3,407e-05 g/m³
 Unsicherheit des Maximalwertes dm 0,2 %
 x-Koordinate des Maximalwertes xm 688,1 m
 y-Koordinate des Maximalwertes ym 114,3 m
 Stabilitätsklasse kl 2,0 KM
 Windgeschwindigkeit ua 3,0 m/s

Windrichtung ra 260,0 Grad

2022-10-04 11:50:34 BESMAX Version 1.0.1

IBJpluris Version 3.1.6

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

Liste der Emissionsquellen:

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13	
Emissionsmassenstrom	eq	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
x-Koordinate	xq	12,0	11,28	12,78	12,61	11,45	32,23
33,48	34,95	34,81	33,65	54,43	55,68	55,85 m	
y-Koordinate	yq	3,04	2,64	2,64	3,61	3,61	3,04
2,64	2,64	3,61	3,61	3,04	2,64	3,61 m	
Schornsteinbauhöhe	hb	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6 m	
Innendurchmesser	dq	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48 m	
Austrittsgeschwindigkeit	vq	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20 m/s	
Austrittstemperatur	tq	500	500	500	500	500	500
500	500	500	500	500	500	500 °C	
Wasserbeladung	zq	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1 kg/(kg tr)	

Maximale bodennahe Konzentration:

Maximaler Konzentrationswert	cm	9,370e-05 g/m ³
Unsicherheit des Maximalwertes	dm	0,2 %
x-Koordinate des Maximalwertes	xm	688,1 m
y-Koordinate des Maximalwertes	ym	114,3 m
Stabilitätsklasse	kl	2,0 KM
Windgeschwindigkeit	ua	3,0 m/s
Windrichtung	ra	260,0 Grad

2022-10-04 11:49:25 BESMAX Version 1.0.1

IBJpluris Version 3.1.6

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

Liste der Emissionsquellen:

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13	
Emissionsmassenstrom	eq	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
x-Koordinate	xq	12,0	11,28	12,78	12,61	11,45	32,23
33,48	34,95	34,81	33,65	54,43	55,68	55,85 m	
y-Koordinate	yq	3,04	2,64	2,64	3,61	3,61	3,04
2,64	2,64	3,61	3,61	3,04	2,64	3,61 m	
Schornsteinbauhöhe	hb	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6 m	
Innendurchmesser	dq	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48 m	
Austrittsgeschwindigkeit	vq	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20 m/s	

Austrittstemperatur	tq	500	500	500	500	500	500	500	500
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500 °C
Wasserbeladung	zq	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1 kg/(kg tr)

Maximale bodennahe Konzentration:
 Maximaler Konzentrationswert cm 6,815e-05 g/m³
 Unsicherheit des Maximalwertes dm 0,2 %
 x-Koordinate des Maximalwertes xm 676,7 m
 y-Koordinate des Maximalwertes ym 169,2 m
 Stabilitätsklasse kl 2,0 KM
 Windgeschwindigkeit ua 3,0 m/s
 Windrichtung ra 255,0 Grad

 2022-10-04 11:51:57 BESMAX Version 1.0.1
 IBJpluris Version 3.1.6
 Maximale bodennahe Konzentration nach Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021)

Liste der Emissionsquellen:

Bezeichnung der Quelle	nq	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13	
Emissionsmassenstrom	eq	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95 kg/h	1,95
x-Koordinate	xq	12,0	11,28	12,78	12,61	11,45	32,23
33,48	34,95	34,81	33,65	54,43	55,68	55,85 m	
y-Koordinate	yq	3,04	2,64	2,64	3,61	3,61	3,04
2,64	2,64	3,61	3,61	3,04	2,64	3,61 m	
Schornsteinbauhöhe	hb	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6 m	
Innendurchmesser	dq	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48 m	
Austrittsgeschwindigkeit	vq	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20 m/s	
Austrittstemperatur	tq	500	500	500	500	500	500
500	500	500	500	500	500	500 °C	
Wasserbeladung	zq	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1 kg/(kg tr)	

Maximale bodennahe Konzentration:
 Maximaler Konzentrationswert cm 1,661e-04 g/m³
 Unsicherheit des Maximalwertes dm 0,2 %
 x-Koordinate des Maximalwertes xm 676,7 m
 y-Koordinate des Maximalwertes ym 169,2 m
 Stabilitätsklasse kl 2,0 KM
 Windgeschwindigkeit ua 3,0 m/s
 Windrichtung ra 255,0 Grad

Anlage 6: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung

```
[ICL version = 1700]
[compile options = /O3 /Qopenmp /fp:source]
lasat_3.4.23 2019-05-17 14:41:16
2022-10-13 12:06:56 -----
Arguments:
c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work/
-----
TMN initialising locks, buffer count = 0
MST initializing thread 0
TMN_3.4.1 2019-05-09 09:41:32 8e9525ab
MST initializing thread 1
MST starting background service
MST running MstServer

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

Licence/K: ACCON GmbH, Greifenberg
Working directory: c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work/

Program is running on RYZEN-2
64 processors available, 64 used

Program creation date: 2019-05-17 14:41:16
MST_3.4.23 2019-05-09 09:41:17
GRD_3.4.11 2019-05-09 09:41:23
BDS_3.4.8 2019-05-09 09:41:28
reading grid.def ...
... grid.def evaluated
reading bodies.def ...
... bodies.def evaluated (3 bodies found)
GRD: surface of grid (0,0) : 103.00 <= 133.95 <=203.70
GRD: creating grda100.dmna ...
GRD: creating grda200.dmna ...
GRD: creating grda300.dmna ...
GRD: creating grda400.dmna ...
PRM_3.4.22 2019-05-09 09:41:29
reading param.def ...
... param.def evaluated
reading substances.def|stoffe.def ...
... 7 species (1 groups) defined
reading sources.def|quellen.def ...
... 13 sources (1 groups) defined
reading emissions.def|staerke.def ...
... 13 emission definitions read
reading chemics.def|chemie.def ...
... 2 reaction definitions read
registering time series from variable.def ...
... time series registered
PTL_3.4.1 2019-05-09 09:41:31
MOD_3.4.1 2019-05-09 09:41:26
PRF_3.4.16 2019-05-09 09:41:29
BLM_3.4.18 2019-05-09 09:41:19
WND_3.4.16 2019-05-09 09:41:20
DMK_3.4.8 2019-05-09 09:41:37
WLB_3.4.23 2019-05-09 09:41:35
DOS_3.4.12 2019-05-09 09:41:17
SRC_3.4.7 2019-05-09 09:41:31
WRK_3.4.20 2019-05-17 14:41:15
PPM_3.4.4 2019-05-09 09:41:28
DTB_3.4.12 2019-05-09 09:41:18
MNP_3.4.1 2019-05-09 09:41:31
reading monitor.def ...
59 monitor points defined
2022-10-13 12:06:57 time: [00:00:00,01:00:00]
reading meteo.def|wetter.def ...
... meteo.def evaluated
registering time series from meteo.def ...
... time series registered
```

```

BLM: Hm array set to      -1.0    -1.0    -1.0    934.0  1234.0  1234.0
BLM: Hm above ground    -1.0    -1.0    -1.0    815.4  1115.4  1115.4
WLB: library fields "additional K" used.
WLB: library fields "additional Sigmas" used.
WLB: adding 0.5685*('2036', 2.25, 0.8) and 0.0537*('2035', 2.24, 351.0) to (1.40, 360.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-13 12:09:03 time: [01:00:00,02:00:00]
WLB: adding 0.2541*('2036', 2.25, 0.8) and 0.3718*('2035', 2.24, 351.0) to (1.40, 355.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-13 12:09:10 time: [02:00:00,03:00:00]
WLB: adding 0.3172*('2036', 2.25, 0.8) and 0.3084*('2035', 2.24, 351.0) to (1.40, 356.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-13 12:09:18 time: [03:00:00,04:00:00]
WLB: adding 0.0918*('2002', 2.28, 20.2) and 0.5263*('2001', 2.27, 10.6) to (1.40, 12.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-13 12:09:26 time: [04:00:00,05:00:00]
WLB: adding 0.5389*('2002', 2.28, 20.2) and 0.0773*('2001', 2.27, 10.6) to (1.40, 19.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-13 12:09:33 time: [05:00:00,06:00:00]
.
.
.
WLB: adding 0.1677*('3002', 4.71, 20.2) and 0.8125*('3001', 4.70, 10.3) to (4.60, 12.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-14 07:30:09 time: [364.20:00:00,364.21:00:00]
WLB: adding 0.1823*('3002', 4.71, 20.2) and 0.8831*('3001', 4.70, 10.3) to (5.00, 12.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-14 07:30:16 time: [364.21:00:00,364.22:00:00]
WLB: adding 1.0496*('3036', 4.69, 0.4) and 0.1690*('3035', 4.67, 350.4) to (5.70, 359.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-14 07:30:24 time: [364.22:00:00,364.23:00:00]
WLB: adding 0.3385*('3001', 4.70, 10.3) and 0.9441*('3036', 4.69, 0.4) to (6.00, 3.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna
2022-10-14 07:30:32 time: [364.23:00:00,365.00:00:00]
WLB: adding 0.5791*('2004', 2.28, 39.3) and 1.1369*('2003', 2.28, 29.8) to (3.90, 33.0)
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/v0000k00.dmna
PRF: using add field c:/Projekte/226064_BadVilbel_DY_NEU/work//lib/k0000k00.dmna

```

```

Total Emissions:
gas.nox : 1.508682e+08 g
gas.no : 8.855309e+07 g
gas.no2 : 9.675245e+07 g
gas.nh3 : 4.550645e+07 g
gas.pm-2 : 1.209406e+08 g
gas.xx : 9.060293e+07 g
gas.so2 : 2.217927e+08 g

```

```

2022-10-14 07:31:59 program lasat finished
2022-10-14 07:31:59 =====

```

Anlage 7: Meteorologisches Datenblatt



Synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihen

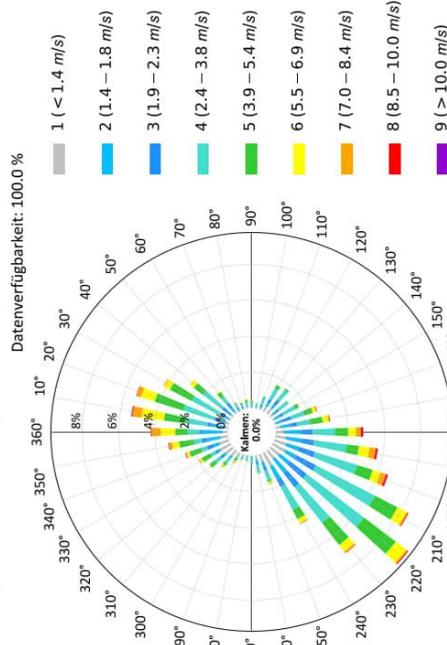
Gemeinschaftsprodukt der METCON Umweltmeteorologische Beratung, Pinneberg und dem Ingenieurbüro Matthias Rau, Heilbronn

SynAKTerm:

E3480500-N5562500_Bad-Vilbel_2009_Syn.akt

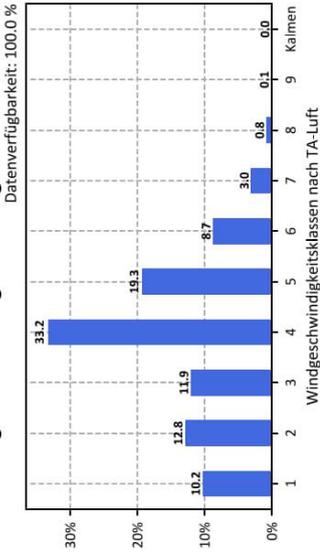
Repräsentatives Einzeljahr 2009 aus dem Zeitraum 2001-2010 nach VDI 3783 Bl.20 (März 2017)

Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit

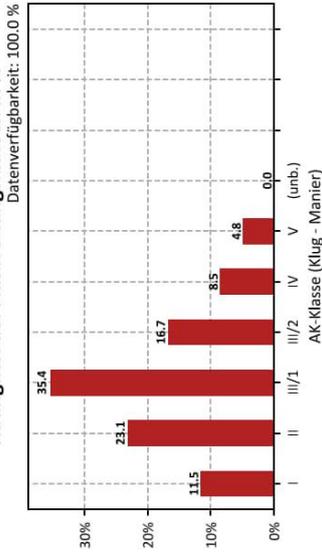


* Synthetische AKTERM_c9
 * (C) Arge METCON/IB Rau (Pinneberg/Heilbronn)
 * 3_GK DHDN/DPD: 3480500, 5562500.
 * Zeitraum 01.01.2009 bis 31.12.2009
 + Anemometerhoehen (0.1 m): 40 50 67 86 111 159 214 258 297

Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen in %



Häufigkeit der Ausbreitungsklassen in %



mittlere Windgeschwindigkeit (mit tatsächlichen Werten): 3.3 m/s
 mittlere Windgeschwindigkeit (mit TA-Luft-Rechengeschwindigkeit): 3.2 m/s
 Schwachwind (< 1 m/s): 6.1 %

metSoftGbr

Bottwarbstraße 4 * 74081 Heilbronn * Telefon: +49 (0) 7131 39070 90
 www.metssoft.de * E-Mail: Vertrieb@metsoft.de

Erzeugt am: 25.08.2022
 Datenblatt Version 1.3
 © Copyright: metSoft GBR 2022