

**Auftraggeber:** **Stadt Neubrandenburg**  
**Stadtplanung**  
**Lindenstraße 63**  
**17033 Neubrandenburg**

**Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des  
Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘, verursacht durch  
ein benachbartes Krematorium**

**Datum:** **06.12.2019**  
**Projekt-Nr.:** **19-04-27-FR**  
**Berichtsumfang:** **40 Seiten**  
**Bearbeiter:** **Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe**  
**Dr. Frank J. Braun, Diplom-Meteorologe**  
**iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG**  
**Eisenbahnstraße 43**  
**79098 Freiburg**  
**Tel.:** **0761/ 202 1661**  
**Fax.:** **0761/ 202 1671**  
**Email:** [richter@ima-umwelt.de](mailto:richter@ima-umwelt.de)



## INHALT

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Beurteilungsgrundlagen .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Örtliche Verhältnisse .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Beschreibung des Krematoriums .....</b>	<b>12</b>
4.1	Allgemeines .....	12
4.2	Abgasbehandlung.....	12
4.3	Betriebszeiten .....	13
<b>5</b>	<b>Emissionen.....</b>	<b>13</b>
5.1	Emissionen beim bestimmungsgemäßem Betrieb .....	13
5.2	Bypass-Betrieb .....	14
<b>6</b>	<b>Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung .....</b>	<b>15</b>
6.1	Allgemeines .....	15
6.2	Verwendete meteorologische Station.....	15
6.3	Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen .....	16
6.4	Darstellung der meteorologischen Daten .....	16
<b>7</b>	<b>Immissionen .....</b>	<b>18</b>
7.1	Ausbreitungsrechnungen.....	18
7.2	Betrachtete Immissionsorte .....	18
7.3	Immissionsbeitrag des Krematoriums im Bebauungsplangebiet .....	20
7.4	Immissionen beim Bypassbetrieb.....	22
<b>8</b>	<b>Empfehlungen .....</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Diskussion .....</b>	<b>26</b>
	<b>Literatur Claus ändern .....</b>	<b>27</b>

<b>Anhang 1: Ausbreitungsrechnungen .....</b>	<b>29</b>
A1.1 Allgemeines .....	29
A1.2 Emissionsseitigen Eingangsdaten .....	29
A1.3 Verwendetes Ausbreitungsmodell .....	30
A1.4 Rechengebiet.....	30
A1.5 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten .....	31
A1.6 Berücksichtigung der Bebauung.....	31
A1.7 Emissionsquelle .....	32
A1.8 Abgasfahnenüberhöhung .....	32
<b>Anhang 2: Expertise der Argusim Umwelt Consult (Auszug).....</b>	<b>33</b>
<b>Anhang 3: Ermittlung des repräsentativen Jahres .....</b>	<b>35</b>
<b>Anhang 4: Protokolldatei von AUSTAL2000 und Berechnungsbeispiel .....</b>	<b>37</b>

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Neubrandenburg beabsichtigt, im Geltungsbereich des Bebauungsplans „Carlshöhe Ost“ eine Wohnbaufläche zu entwickeln und die nicht mehr benötigten technischen Betriebsflächen des Bauhofs umzunutzen. Zusätzlich sollen im Randbereich nicht störendefriedhofsaffine Nutzungsarten etabliert werden.

Da sich östlich des Plangebiets ein Krematorium befindet, soll geprüft werden, ob die geplanten Nutzungen mit dem Krematorium verträglich sind. Hierzu sind die zu erwartenden Schadstoffimmissionen im Plangebiet zu ermitteln.

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG, Messinstitut nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz und akkreditiert nach DIN 17925 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft und Geruchsimmissions-Richtlinie, wurde von der Stadt Neubrandenburg mit der Ausarbeitung des Gutachtens beauftragt.

## 2 Beurteilungsgrundlagen

Zur Beurteilung der Schadstoffimmissionen wird auf die Immissionswerte der TA Luft (2002) zurückgegriffen, sofern die jeweiligen Schadstoffe in der TA Luft aufgeführt sind.

Die TA Luft unterscheidet zwischen folgenden Immissionswerten:

1. Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Nr. 4.2)
2. Immissionswerte zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag (Nr. 4.3)
3. Immissionswerte zum Schutz schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition (Nr. 4.5).

Soweit in der TA Luft von 2002 keine Immissionswerte aufgeführt sind, wird auf anerkannte Wirkungsschwellen- bzw. Risikoschwellenwerte (für krebsfördernde Stoffe) zurückgegriffen. Im Einzelnen sind diese in folgenden Literaturstellen zu finden:

- 39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)
- LAI (2004): Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) zur „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind“, LAI-Bericht 61.0-06, 21. September 2004
- LAI (2010): Beschluss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) auf der 120. Sitzung, September 2010
- Neue TA Luft (2018): Referentenentwurf zur neuen TA Luft vom 28.07.2018.

Tabelle 2-1 enthält eine Zusammenstellung der Immissionswerte derjenigen Schadstoffe, die beim Betrieb eines Krematoriums von Bedeutung sind. Falls für eine Schadstoffkomponente unterschiedliche Immissionswerte angegeben sind, wird im Folgenden jeweils der niedrigere herangezogen.

Der Zielwert der LAI für die PCDD/PCDF-Konzentration gilt als Ziel für die langfristige Luftreinhalteplanung und nicht als Orientierungswert für eine Sonderfallprüfung nach TA Luft. Aus Ermangelung an weiteren Bewertungsmaßstäben wird dennoch auf diesen Wert zurückgegriffen. Dies bedeutet eine deutliche Verschärfung des Beurteilungsmaßstabs.

Der Depositionswert von 9 pg WHO-TEQ / (m<sup>2</sup>·d) wird von der LAI als Orientierungswert zur Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft für die Bewertung der Depositionen von PCDD/F und dioxinähnlichen PCB in Genehmigungsverfahren empfohlen (siehe auch <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/gefahrstoffe/faq-dioxine-furane-und-pcb/>).

**Irrelevanzschwellen:**

Der durch den Betrieb einer Anlage verursachte Immissionsbeitrag wird als irrelevant bezeichnet, wenn die Immissionswerte nur bis zu einem vorgegebenen Prozentsatz ausgeschöpft werden. Der Ausschöpfungsgrad, bis zu dem eine Zusatzbelastung als irrelevant bezeichnet wird, beträgt (bezogen auf den Jahresmittelwert):

Für die luftgetragenen Schadstoffe nach Nr. 4.2.1 der TA Luft (z.B. PM<sub>10</sub>): 3,0 %

Für die Depositionswerte nach Nr. 4.5.1 der TA Luft (z.B. Hg-Deposition): 5 %

Gemäß Nr. 4.1 der TA Luft kann davon ausgegangen werden, dass durch das Krematorium keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes hervorgerufen werden, wenn der Immissionsbeitrag des Krematoriums die Irrelevanzschwelle, die in Anlehnung an die TA Luft definiert wird, unterschreitet.

Nach der LAI kann für diejenigen Stoffe, für die in der TA Luft keine Immissionswerte angegeben sind, ebenfalls ein Wert von 3,0 % des jeweiligen Immissionsbeurteilungswerts als irrelevante Zusatzbelastung angesetzt werden. Geht man auch für die Deposition von PCDD/F analog zu den Nummern 4.2.2 und 4.3.2 der TA Luft vor, so beträgt die Schwelle für die irrelevante Zusatzbelastung 5 % des Immissionsbeurteilungswertes.

Tabelle 2-1: Immissionsbeurteilungswerte

Stoff	Immissionswert	Maßeinheit	Statistische Definition	Schutzziel
Feinstaub (PM <sub>10</sub> )	40	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Schutz der menschlichen Gesundheit (Nr. 4.2.1 TA Luft bzw. § 4 der 39. BImSchV)
	50	µg/m <sup>3</sup>	Konzentrationsschwelle, die von maximal 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	
Feinstaub (PM <sub>2,5</sub> )	25	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Schutz der menschlichen Gesundheit (§ 5 der 39. BImSchV)
Kohlenmonoxid (CO)	10	mg/m <sup>3</sup>	höchster gleitender Achtstundenmittelwert	Schutz der menschlichen Gesundheit (§ 5 der 39. BImSchV)
Quecksilber (Hg)	0,05	µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Orientierungswert LAI, 2004
PCDD/PCDF	150	fg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Zielwert LAI, 2004
Staubniederschlag	0,35	g/(m <sup>2</sup> ·d)	Jahresmittelwert	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen (Nr. 4.3.1 TA Luft)
Quecksilber-Deposition	1	µg/(m <sup>2</sup> ·d)	Jahresmittelwert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition (Nr. 4.5.1 TA Luft)
PCDD/PCDF-Deposition	9	pg/(m <sup>2</sup> ·d)	Jahresmittelwert	Orientierungswert LAI (2010)

Erläuterung zur Tabelle 2-1:

- PM<sub>10</sub> ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 10 µm beträgt
- PM<sub>2,5</sub> ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 2,5 µm beträgt
- Staubniederschlag bezeichnet die Deposition von Staub auf eine horizontale Fläche. Er ist für sichtbare Verschmutzungen verantwortlich, jedoch nicht gesundheitsgefährdend

### 3 Örtliche Verhältnisse

Das Plangebiet soll westlich des Krematoriums ausgewiesen werden. Seine Lage ist in der topografischen Karte in Abbildung 3-1 und im Luftbild in Abbildung 3-3 dargestellt. Abbildung 3-2 enthält den Geltungsbereich in Form eines Katasterplans.

Die Gauß-Krüger-Koordinaten des Schornsteins des Krematoriums betragen im UTM-33-Koordinatensystem in etwa:

Rechtswert: 388 879  
Hochwert: 5 933 006  
Höhe über NN: ca. 85 m

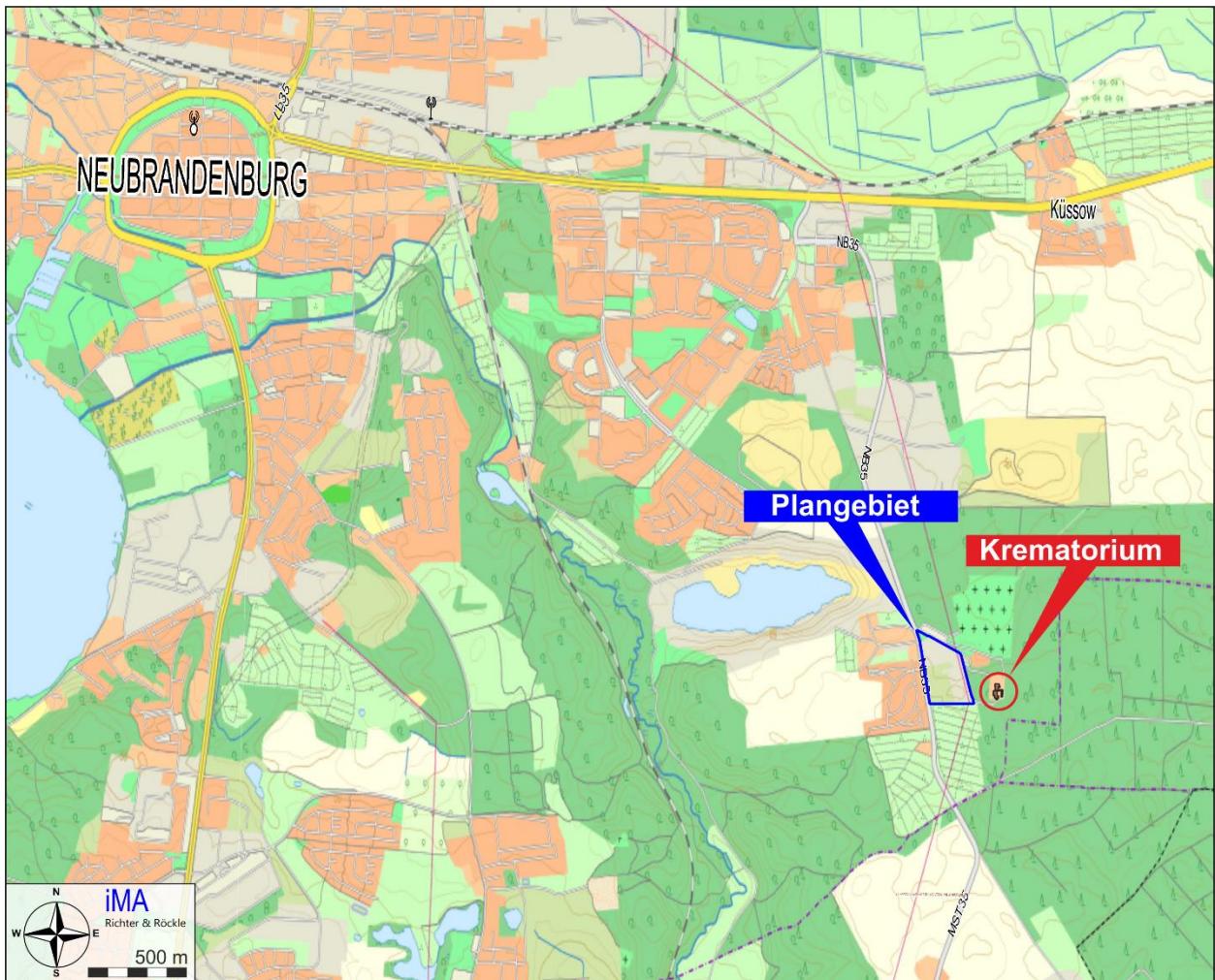


Abbildung 3-1: Lage des Krematoriums und des Plangebiets (Quelle: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019)

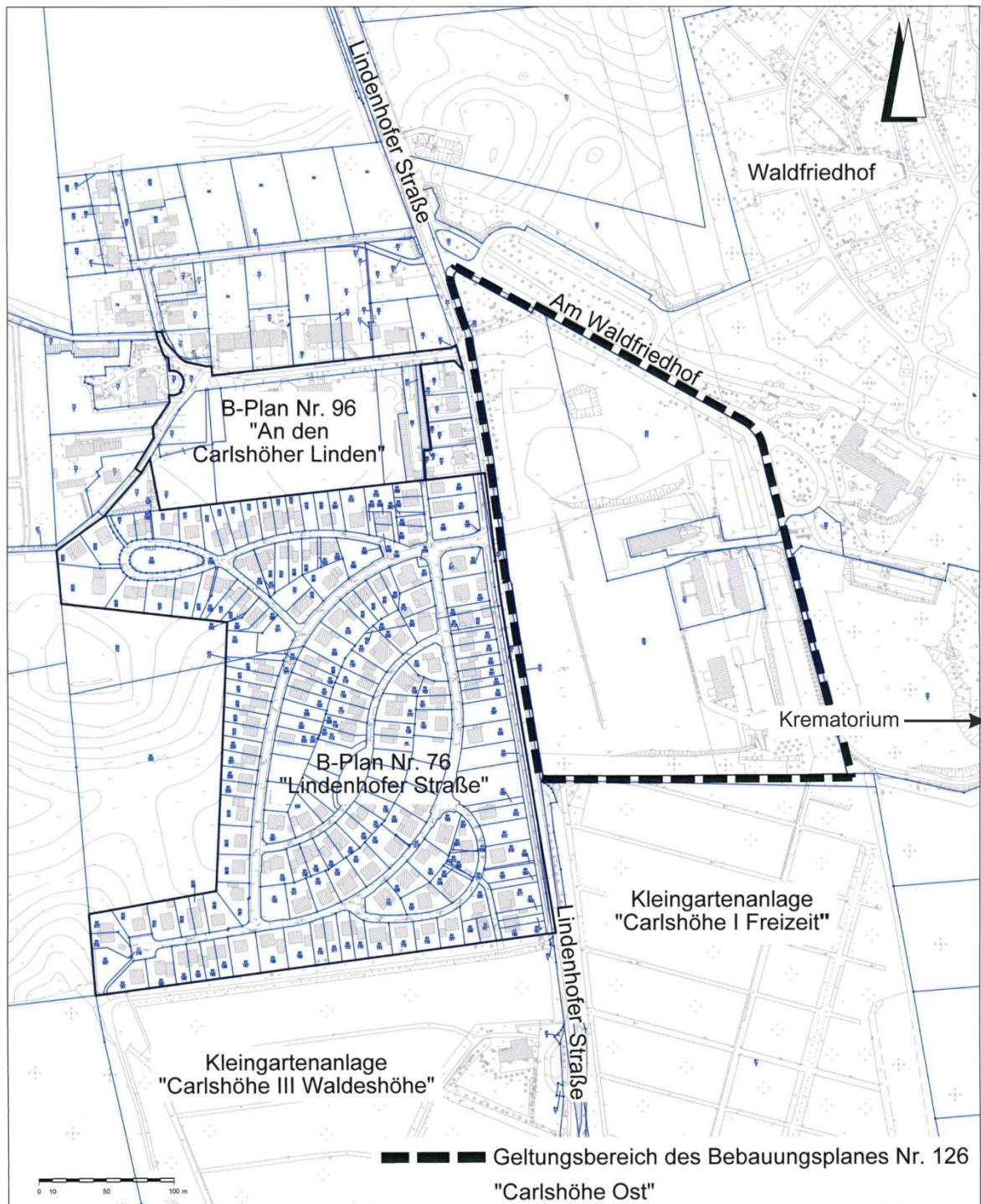


Abbildung 3-2: Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 126 „Carlshöhe-Ost“. Das Krematorium liegt östlich des dargestellten Plans. (Quelle des Plans: Stadt Neubrandenburg)

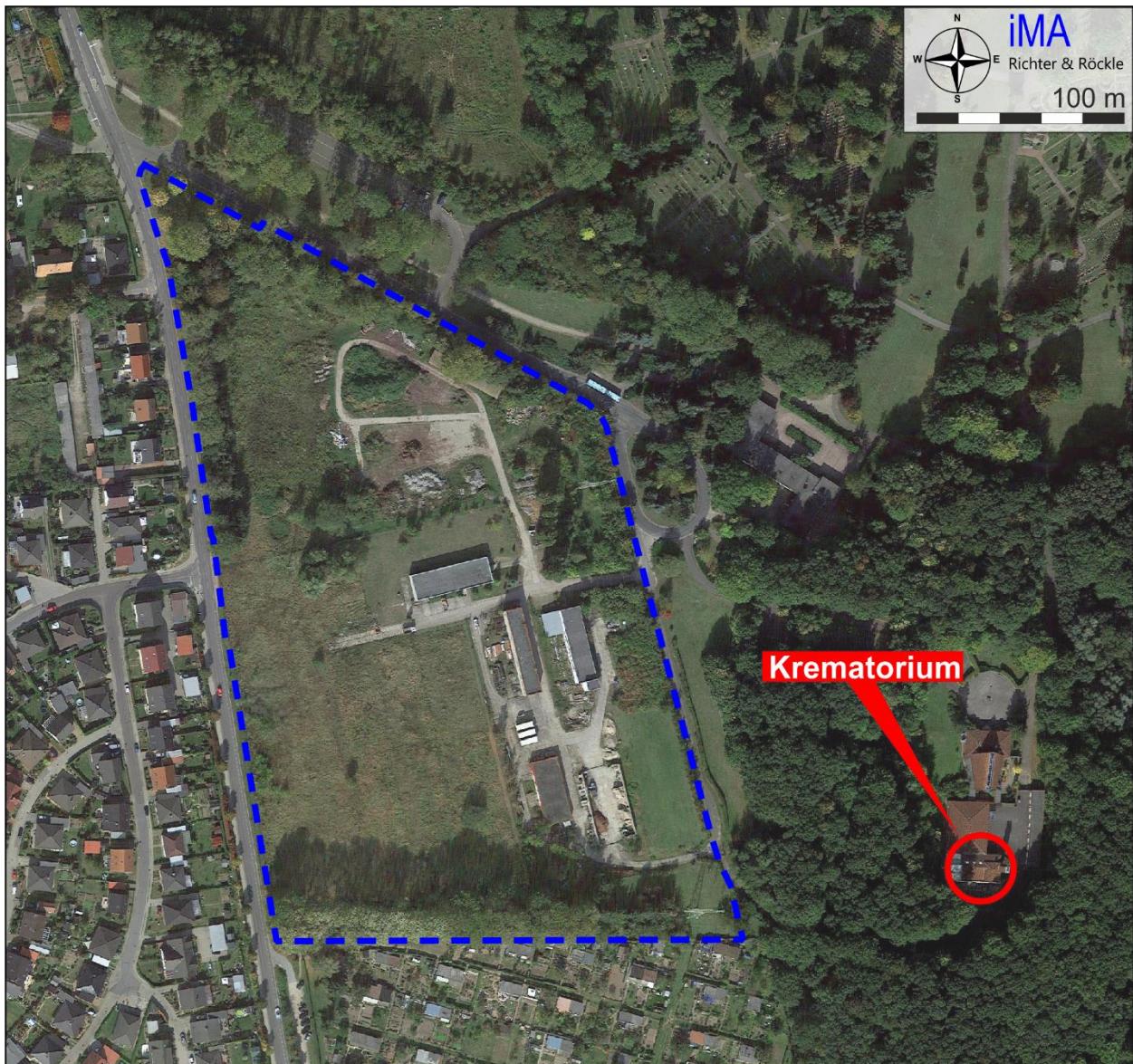


Abbildung 3-3: Luftbild mit Schornstein des Krematoriums und Grenzen des Plangebiets.  
(Luftbild: google.de)

Der geringste Abstand zwischen dem Rand des Plangebiets und dem Schornstein des Krematoriums beträgt etwa 140 m. Das Krematorium befindet sich in einer flachen Senke, die im Westen von einem etwa 10 m hohen bewaldeten Geländeerhebung begrenzt wird. Westlich der Geländeerhebung fällt das Gelände leicht in Richtung des Plangebiets ab.

Die Baumhöhen im Umfeld des Krematoriums liegen laut Auskunft des Forstamts Neubrandenburg größtenteils zwischen 22 m und 25 m. Einige Bäume weisen Höhen bis etwa 30 m auf.

Ein Foto des Krematoriums ist in Abbildung 3-4 dargestellt.



Abbildung 3-4: *Blick in Richtung Nordosten zum Schornstein des Krematoriums.*

Die Örtlichkeiten wurden am 29.10.2019 von Herrn André Förster, Fa. argusim Umwelt Consult, Berlin besichtigt. Dabei wurden alle für die Erstellung des Gutachtens notwendigen Umgebungsparameter, insbesondere die Bebauung, der Bewuchs und die orografischen Gegebenheiten, erfasst.

## 4 Beschreibung des Krematoriums

### 4.1 Allgemeines

Die folgende Beschreibung wurde dem Messbericht der IFU GmbH, Saalfeld vom 30.11.2017 entnommen<sup>1</sup>. Sie wurde an einigen Stellen gekürzt und teilweise umformuliert.

Das Krematorium verfügt über zwei Ofenlinien. Vor Beginn der Einäscherung wird der jeweilige Ofen aufgeheizt, bis die Temperatur in der Nachbrennkammer den vorgegebenen Sollwert von 850 °C als Zehnminutenmittelwert erreicht. Als weiterer Sollwert ist für die Hauptbrennkammer eine Temperatur von 750 - 820 °C vorgegeben. Vor dem Erreichen der Solltemperaturen ist eine Beschickung des Ofens nicht zulässig. Gleichzeitig muss die Eingabe eines Datensatzes am Leitrechner erfolgen, der nach Ermessen des Bedieners ausgewählt wird. Die möglichen Varianten für die Datensätze hängen in der Schaltwarte aus.

Nach der Eingabe wird automatisch die dem Datensatz zugeordnete Zeit für die Einäscherung auf dem Bildschirm angezeigt. Sämtliche Parameter für einen ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage sind nach Eingabe des Datensatzes durch den Leitrechner vorgegeben.

Der Bediener überwacht den Einäscherungsvorgang durch Sichtkontrolle und Beobachtung des Temperaturverlaufes und entscheidet über das Ende einer Einäscherung. Nach dem Abschluss der Einäscherung, d.h. nachdem der Ausbrand fast vollständig auf dem Muffelboden der Hauptbrennkammer vollzogen wurde, wird die Asche vom Muffelboden durch einen Besen an der Sargeinfahrmaschine automatisch abgeschoben und in die Ausbrennkammer verbracht.

In der Ausbrennkammer liegt die Asche auf drehbar gelagerten Rostklappen. Nach ausreichendem Glühvorgang gelangt sie durch Betätigen der Roste in einen Kühlkasten, in dem sie abgekühlt.

Einäscherung, Ausbrand und Kühlung laufen zeitlich überlagert ab, d.h. dass während des Ausbrand- und Kühlvorganges kann bereits die nächste Einäscherung eingeleitet und durchgeführt werden, jedoch erst nach Freigabe.

Die Energiezufuhr des Flachbettofens erfolgt über drei gasbefeuerte Brenner, die in der Haupt-, Nach- und Ascheausbrennkammer angeordnet sind.

### 4.2 Abgasbehandlung

Das bei der Verbrennung entstehende Abgas wird über ein Kanalsystem der Nachverbrennung zugeführt. Ein in der Nachbrennkammer installierter Brenner oxidiert bei einer Temperatur > 850 °C die unvollständig verbrannten Abgasbestandteile.

---

<sup>1</sup> IFU GmbH – Gewerbliches Institut für Fragen des Umweltschutzes, NL Umweltanalytik Saalfeld: Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Berichts-Nr. 17 274, Berichts-Datum: 30.11.2017.

Inhaltsstoffe und Zersetzungprodukte, die durch den Verbrennungsprozess nicht aus dem Abgas entfernt werden können, werden mit Hilfe eines nachgeschalteten Filters entfernt. Die Filteranlage arbeitet im sogenannten Flugstromverfahren, bei dem die strömenden Rauchgase mit einem staubförmigen Adsorptionsmittel (30 % Herdofenkoks, 70 % Kalziumhydroxid) durchmischt werden. An diesem Adsorptionsmittel lagern sich die Schadstoffe an.

Am Eintritt der Filteranlage durchläuft das Abgas zunächst einen Zyklon, der groben Staub abscheidet. Im nachfolgenden Kugelrotor findet die Durchmischung des Abgases mit dem Adsorptionsmittel statt. Das Gemisch aus Flugasche und Adsorptionsmittel wird mit einem Gewebefilter abgeschieden, an dem sich eine Staubschicht (Filterkuchen) ausbildet. Im Filterkuchen finden die chemischen Reaktionen zur Schadstoffbindung statt, so dass auf der Austrittsseite des Filters das Reingas abströmt.

Die periodische Abreinigung des Filterkuchens von den Filtertaschen erfolgt differenzdruckgeregt durch Einblasen von Druckluft ins Innere der Filterschläuche.

Das gereinigte Abgas wird über einen 14 m hohen Schornstein im südöstlichen Bereich des Krematoriums abgeleitet.

### **4.3 Betriebszeiten**

Die Einäscherung kann theoretisch montags bis samstags im 3-Schicht-Betrieb stattfinden.

Tatsächlich sind die Betriebszeiten auf die Werkstage Montag bis Freitag festgelegt. Im normalen Regelbetrieb wir im 2-Schicht-Betrieb von 6:00 bis 22:00 Uhr gearbeitet. In Ausnahmefällen (z. B. bei Engpässen der Kühlkapazitäten durch eine hohe Anzahl von Einäscherungsaufträgen) wird auch am Samstag bzw. im 3-Schicht-Betrieb gearbeitet.

Für die Immissionsprognose wird vom 3-Schicht-Betrieb (7.488 h/a) ausgegangen.

## **5 Emissionen**

### **5.1 Emissionen beim bestimmungsgemäßen Betrieb**

Als Leitkomponenten für die Schadstoffemissionen werden folgende Stoffe betrachtet:

- Staub
- Kohlenmonoxid (CO)
- Quecksilber (Hg)
- Dioxine und Furane (PCDD/F)

Die Schadstoffemissionen sind in Tabelle 5-1 zusammenfassend dargestellt. Zur Berechnung der Massenströme wird ein trockener Abgasvolumenstrom von 2.500 m<sup>3</sup>/h i. N. je Ofenlinie angesetzt. Tatsächlich lag der Volumenstrom bei den Emissionsmessungen jeweils unter 1.500 m<sup>3</sup>/h.

Als Summe über beide Öfen ergibt sich somit ein Volumenstrom von 5.000 m<sup>3</sup>/h. Durch Multiplikation der Schadstoffkonzentrationen mit diesem Volumenstrom errechnen sich die Massenströme.

*Tabelle 5-1: Emissionswerte und Massenströme bei Vollastbetrieb*

Schadstoff	Emissionswert (mg/m <sup>3</sup> )	Massenstrom (kg/h)	Grundlage
Gesamtstaub	10	0,05	27. BImSchV (2013)
Kohlenmonoxid	50	0,25	27. BImSchV (2013)
Dioxine und Furane PCDD/F als TE	$0,1 \cdot 10^{-6}$ (0,1 ng/m <sup>3</sup> )	$0,5 \cdot 10^{-9}$	27. BImSchV (2013)
Quecksilber	0,05 *	0,00025	17. BImSchV (2013)

\* hilfsweise wird der Emissionswert der 17. BImSchV herangezogen

Die Emissionswerte für Staub und Kohlenmonoxid beziehen sich auf einen Mittelungszeitraum von 1 Stunde. Für Dioxine und Furane (PCDD/F) beziehen sie sich auf die Probenahmezeit, für Quecksilber auf die Tagesbetriebszeit von 16 Stunden.

Die Abgastemperatur an der Schornsteinmündung beträgt lastabhängig 80 °C bis 125 °C.

Ein Aufstieg der Abgasfahne (Abgasfahnenüberhöhung) wird in der Ausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt, da aufgrund der umgebenden Bäume keine Ableitung in die freie Luftströmung vorliegt. Ferner ist die Austrittsgeschwindigkeit < 7 m/s, so dass nach VDI 3781, Blatt 13 keine Abgasfahnenüberhöhung angesetzt werden darf.

## 5.2 Bypass-Betrieb

Gemäß den Vorgaben der 27. BImSchV, § 3 Abs. 3 ist eine bereits begonnene Einäscherung zu Ende zu führen, auch wenn Hinweise auf eine Störung des ordnungsgemäßen Betriebs vorliegen. Hierzu ist primär die freie Abströmung der Abgase sicherzustellen. Aus diesem Grund ist ein Bypass vorgesehen, der unter Umgehung der Abgasreinigung eine direkte Verbindung zwischen Ofen und Schornstein herstellt.

Die Bypassklappe ist im normalen bestimmungsgemäßen Betrieb stets geschlossen. Der Bypass-Weg wird nur kurzzeitig im Falle einer Störung freigegeben.

Durch technische Maßnahmen ist sicherzustellen, dass Bypasszustände verhindert werden. Auf die Emissionen und Immissionen des Bypass-Betriebs wird in Kapitel 7.4 eingegangen.

## 6 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

### 6.1 Allgemeines

Die Ausbreitung der Luftschadstoffe wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben. Die Ausbreitungsklassen sind somit ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 6-1 beschrieben.

Tabelle 6-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

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

Für die Ausbreitungsrechnung sind die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Zeitreihe (AKTerm) oder einer Häufigkeitsverteilung (AKS) der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen erforderlich, die einen ganzjährigen Zeitraum repräsentieren. Bei Verwendung einer Zeitreihe ist es möglich, die zeitliche Verteilung der Emissionen und die daran gekoppelten meteorologischen Ausbreitungssituationen zu berücksichtigen. Dies ist im vorliegenden Fall erforderlich, da das Krematorium nur zwischen 06:00 und 22:00 Uhr in Betrieb ist.

### 6.2 Verwendete meteorologische Station

Entsprechend einer Expertise des meteorologischen Fachbüros argusim (siehe Anhang 2) werden die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet am besten von der Station ‚Trollenhagen‘ (DWD 5109) des Deutschen Wetterdienstes wiedergegeben. Die Station liegt 7,4 km nördlich des Krematoriums.

Die Expertise enthält ferner folgende Empfehlungen:

- Für Ausbreitungsrechnungen am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes wird empfohlen, das Anemometer (in AUSTAL2000) standortnah

zu positionieren und ggf. das Rechengitter zu vergrößern, d.h. an die zu erfassenden orografischen Strukturen anzupassen.

- Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten.

Für die Ausbreitungsrechnungen werden die Daten der Station Trollenhagen auf folgenden Standort übertragen (UTM-33-Koordinatensystem):

Rechtswert:	389 282
Hochwert:	5 9326 622
Höhe über NN:	ca. 91 m

Der Standort befindet sich etwa 560 m südöstlich des Krematoriums auf einer Kuppe.

### **6.3 Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen**

Ein für langjährige Verhältnisse repräsentatives Jahr wurde entsprechend den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) aus dem 5-Jahreszeitraum 01.10.2013 bis 31.12.2018 ermittelt<sup>2</sup>. Die Vorgehensweise zur Bestimmung des repräsentativen Jahres ist in Anhang 3 dargestellt. Die geringste Abweichung zum langjährigen Mittel weist das Jahr 2016 auf, so dass dieses Jahr für die Ausbreitungsrechnung verwendet wird. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in diesem Jahr 4,2 m/s.

Die Ausbreitungsklasse wurde gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) anhand der Bedeckungsdaten des Deutschen Wetterdienstes von der Station Trollenhagen ermittelt.

### **6.4 Darstellung der meteorologischen Daten**

Abbildung 6-1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der Station Trollenhagen. Die Länge der Strahlen gibt an, wie häufig der Wind aus der jeweiligen Richtung weht.

---

<sup>2</sup> Die Station Trollenhagen wird seit Oktober 2013 betrieben.

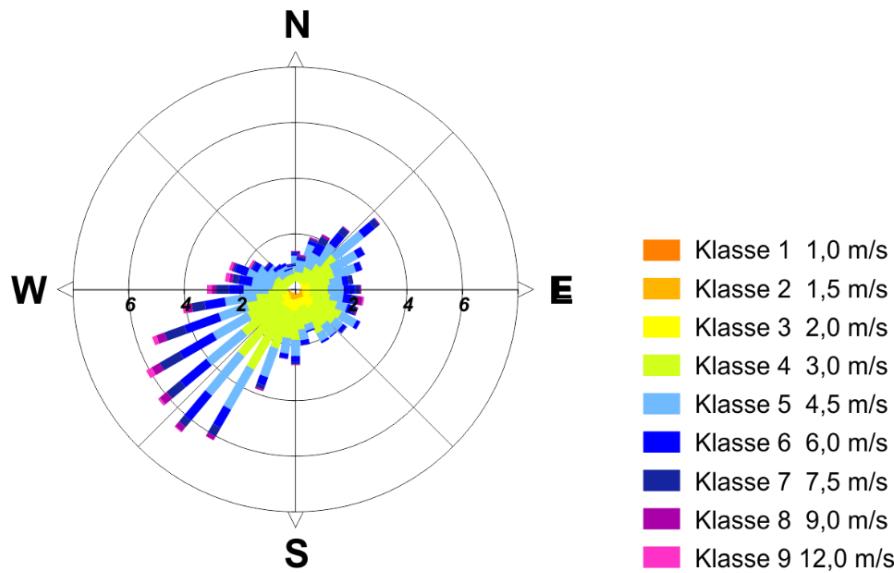


Abbildung 6-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der Station Trolenhagen

Die Verteilung zeichnet sich durch ein Maximum bei Windrichtungen aus Südwest und ein sekundäres Maximum bei nordöstlichen Windrichtungen aus.

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 6-2 dargestellt. Die neutralen Ausbreitungsklassen (III/1 + III/2) sind mit etwa 76 % am häufigsten vertreten, gefolgt von den stabilen Ausbreitungsklassen (I + II), deren Häufigkeit etwa 17 % beträgt. Labile atmosphärische Verhältnisse (IV + V) kommen mit ca. 7 % am seltensten vor.

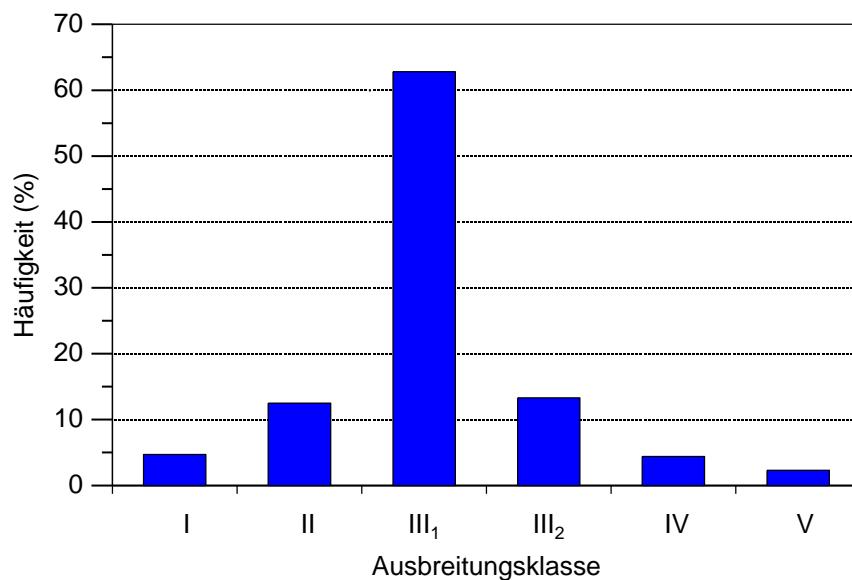


Abbildung 6-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

## 7 Immissionen

### 7.1 Ausbreitungsrechnungen

Die Immissionen der Gase und Stäube im Bebauungsplangebiet werden mit dem Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 ermittelt. Dieses Modell ist in der TA Luft vorgeschrieben und zeigt eine gute Übereinstimmung mit Messdaten.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (siehe Kapitel 5)
- Die meteorologischen Randbedingungen (siehe Kapitel 6)
- Die Geländekonfigurationen (siehe Abschnitt A1.5)
- Die Quellkonfigurationen (siehe Abschnitt A1.7)

Weitere Detailinformationen zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können Anhang 1 dieses Gutachtens entnommen werden.

### 7.2 Betrachtete Immissionsorte

Zur Beurteilung der Immissionen wird der Ort des maximalen Immissionsbeitrags des Krematoriums im Bebauungsplangebiet ausgewiesen. In den anderen Bereichen des Bebauungsplangebiets sind die Immissionen geringer (siehe Abbildungen in Kapitel 7.3).

Die Lage dieses Immissionsorts ist in der Liegenschaftskarte in Abbildung 7-1 und im Luftbild in Abbildung 7-2 dargestellt. Seine Koordinaten im UTM-33-Koordinatensystem betragen:

Rechtswert: 389 282  
Hochwert: 5 9326 622

Der Immissionsort steht repräsentativ für eine Rasterfläche mit der Ausdehnung von 16 m x 16 m.



Abbildung 7-1: Lage des Immissionsmaximums in der Liegenschaftskarte

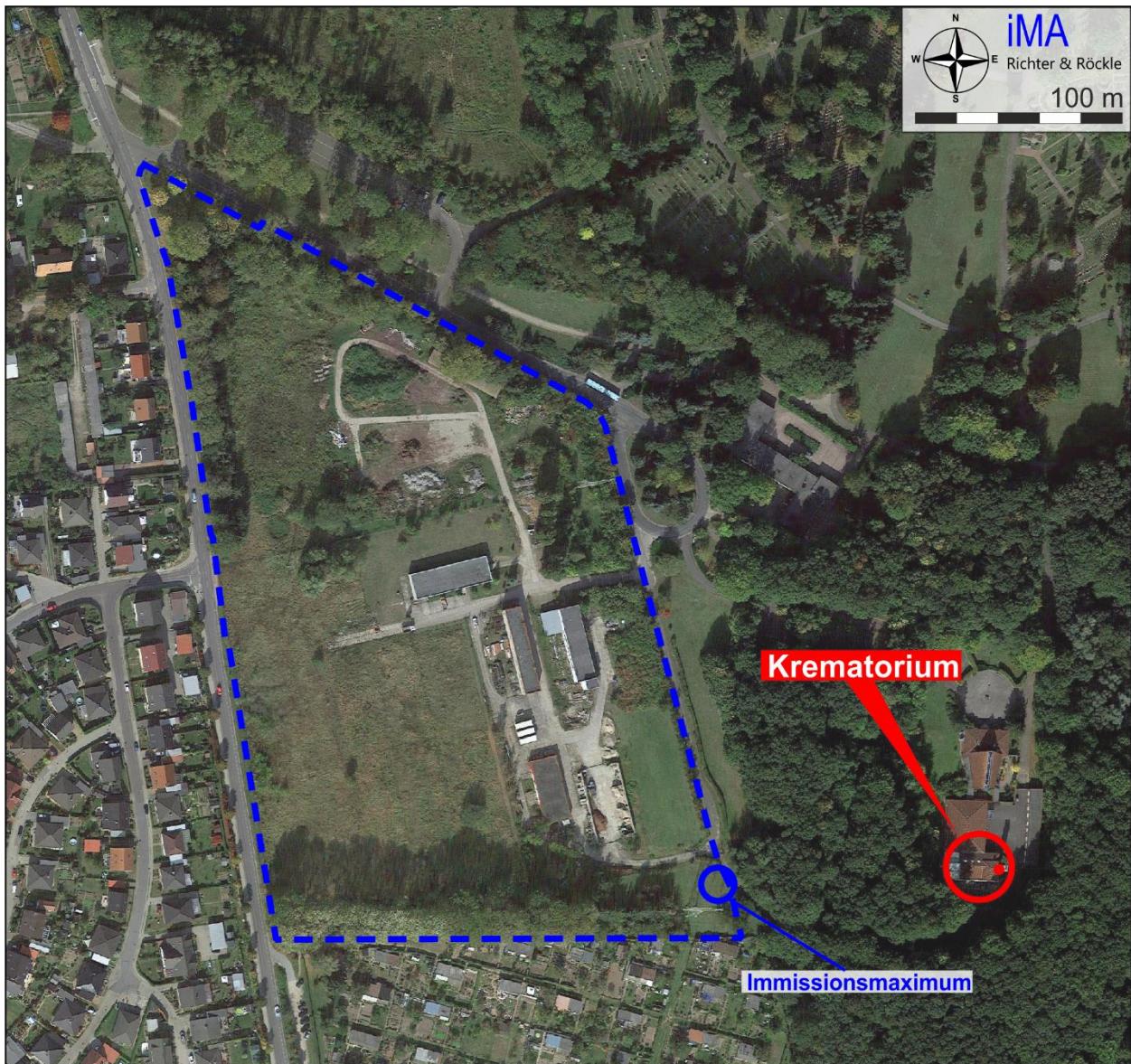


Abbildung 7-2: Lage des Immissionsmaximums im Luftbild (Luftbildgrundlage: Google)

Zusätzlich werden die Immissionen flächenhaft im Plangebiet dargestellt.

### 7.3 Immissionsbeitrag des Krematoriums im Bebauungsplangebiet

In Abbildung 7-3 ist der Immissionsbeitrag des Krematoriums beispielhaft für die Quecksilber-Deposition dargestellt. Diese stellt den kritischsten Stoff im Hinblick auf die Ausschöpfung des Immissionsgrenzwerts dar.

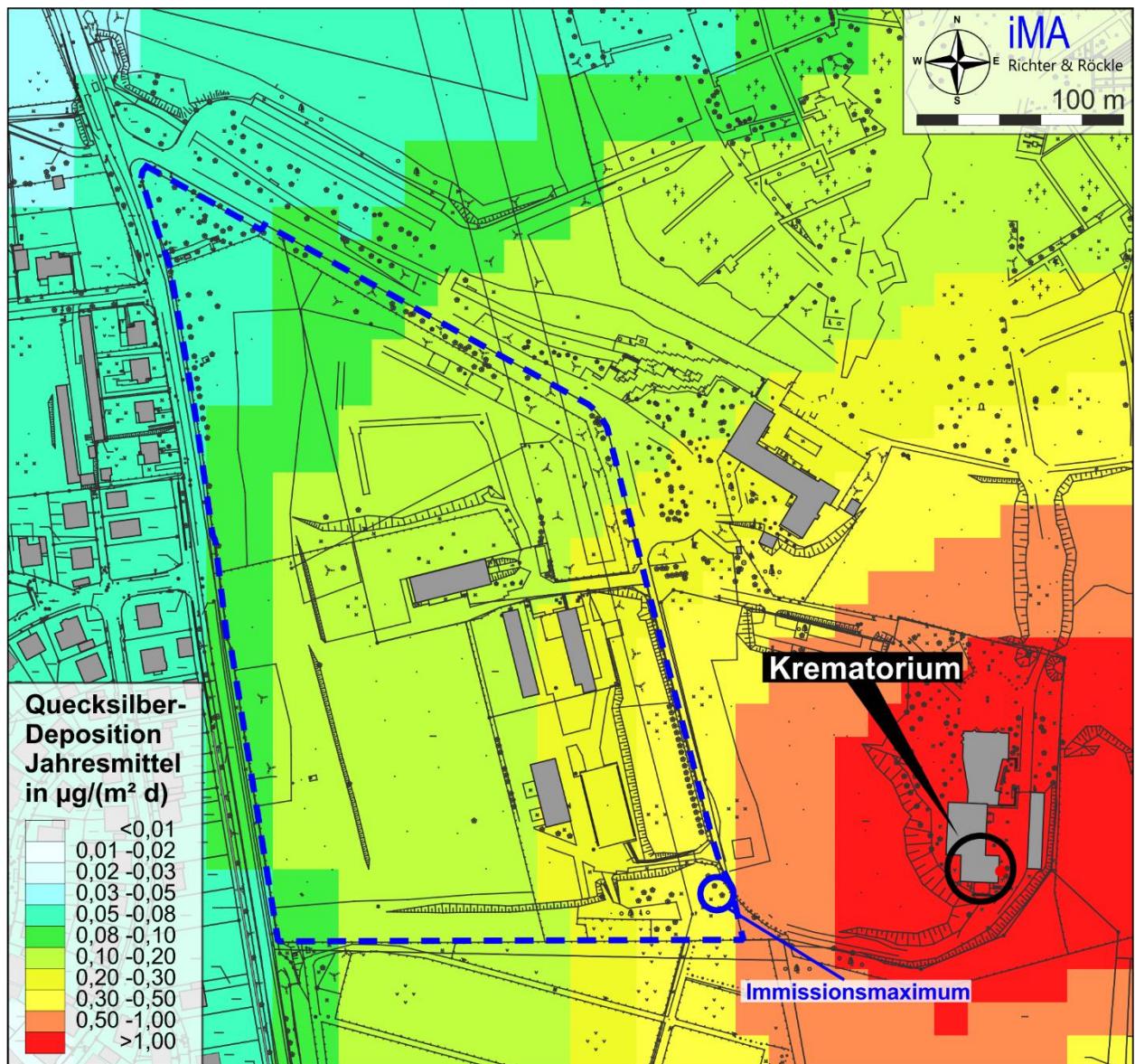


Abbildung 7-3: Immissionsbeitrag des Krematoriums: Jahresmittelwerte der Quecksilber-Deposition. Immissionsgrenzwert =  $1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{d})$ .

In Tabelle 7-1 und Tabelle 7-2 ist der Immissionsbeitrag des Krematoriums am Ort des Immissionsmaximums dargestellt, das sich im südöstlichen Teil des Plangebiets befindet. Die Immissionsbeiträge wurden um den Anteil der statistischen Unsicherheit des Ausbreitungsmodells erhöht. Weitere Berechnungsgrundlagen können Anhang 1 entnommen werden.

Die Ausbreitungsrechnung zeigt, dass die Schadstoffkonzentrationen (einatembare Gase und Stäube) die Irrelevanzschwellen (Definition siehe Kapitel 2 auf Seite 5) unterschreiten. Gemäß Nr. 4.1 TA Luft ist bei Unterschreitung der Irrelevanzschwelle sichergestellt, dass von der Anlage keine schädlichen Einwirkungen ausgehen.

Tabelle 7-1: Schadstoffkonzentrationen: Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung. In Klammern: Ausschöpfung des Immissionsbeurteilungswerts.

Schadstoff	Einheit	Maximaler Immissionsbeitrag	Immissionsbeurteilungswert	Irrelevanzschwelle
Staub PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0,23 (0,6 %)	40	1,2
Staub PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0,23 (0,9 %)	25	0,75
Kohlenmonoxid *	mg/m <sup>3</sup>	0,095 (1,0 %)	10	0,3
PCDD/F	fg/m <sup>3</sup>	2,3 (1,6 %)	150	4,5
Quecksilber	µg/m <sup>3</sup>	0,0012 (2,3 %)	0,05	0,0015

\* maximaler Stundenmittelwert.

Die Schadstoffdeposition, die ein Maß für den Eintrag der Schadstoffe in die Böden ist, ist in Tabelle 7-2 dargestellt. Hieraus geht hervor, dass sowohl die Quecksilber- als auch die Dioxin-Deposition die Irrelevanzschwelle überschreiten. Unsere Empfehlungen sind in Kapitel 8 aufgeführt.

Tabelle 7-2: Schadstoffdeposition: Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung. In Klammern: Ausschöpfung des Beurteilungswerts

Schadstoff	Einheit	Maximaler Immissionsbeitrag	Beurteilungswert	Irrelevanz
Staubniederschlag	mg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,06 (< 0,1 %)	350	10,5
PCDD/F	pg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,64 (7,1 %)	9	0,45
Quecksilber	µg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,457 (45,7 %)	1	0,05

#### 7.4 Immissionen beim Bypassbetrieb

Beim Bypassbetrieb können kurzzeitig erhöhte Emissionen auftreten. Um die Belastung beim Bypassbetrieb zu ermitteln, wird folgende Maximalbetrachtung durchgeführt:

- Es wird eine Ausbreitungsrechnung unter Zugrundelegung einer PCDD/F-Emissionskonzentration von 2 ng/m<sup>3</sup> durchgeführt. Diese Konzentration wurde bei einer Fachdienstbesprechung, die am 10.02.2011 vom Umweltministerium Baden-Württemberg durchgeführt wurde, als obere Grenze im Rohgas von Krematorien mitgeteilt.
- Aus dem Ergebnis der Ausbreitungsrechnung wird der *maximale* Stundenmittelwert der PCDD/F-Immissionskonzentration im Untersuchungsgebiet herangezogen. Tatsächlich ist die Zeitdauer eines Bypassbetriebs deutlich kürzer als 1 Stunde.

Die sonstigen Abgasrandbedingungen werden beibehalten. Insbesondere wird nicht berücksichtigt, dass beim Bypassbetrieb deutlich höhere Abgastemperaturen als beim Normalbetrieb

vorliegen. Dies führt zu einem größeren Fahnenaufstieg und geringeren Immissionen in der bodennahen Luftsicht.

Der maximale Stundenmittelwert im Untersuchungsgebiet beträgt unter den o.g. Randbedingungen 3811 fg/m<sup>3</sup>.

Um die Kurzzeiteinwirkungen zu beurteilen, wird der ADI-Wert (ADI = Acceptable Daily Intake, auch ETD = Erlaubte Tagesdosis) herangezogen. Der ADI-Wert gibt die Dosis an, die bei lebenslanger Einnahme verträglich ist. Für PCDD/F beträgt der ADI-Wert 1 pg/(kg · d), entsprechend einer Aufnahme von 1 pg PCDD/F pro Kilogramm Körpergewicht und pro Tag (siehe z.B. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/dioxine#textpart-3>).

Um die PCDD/F-Aufnahme konservativ abzuschätzen, wird folgender Ansatz durchgeführt:

- Während einer Stunde liegt die maximale PCDD/F – Konzentration von 3811 fg/m<sup>3</sup> vor,
- Ein durchschnittlicher Mensch befindet sich am Ort des Immissionsmaximums und atmet während einer Stunde 1 m<sup>3</sup> Luft ein<sup>3</sup>,
- Das Körpergewicht des Menschen beträgt 40 kg.

Hieraus errechnet sich eine PCDD/F-Masse von 3811 fg, die während einer Stunde eingeatmet wird. Geht man davon aus, dass die Konzentration in den restlichen Tagesstunden den üblichen Verhältnissen entspricht (z. B. 0,6 fg/m<sup>3</sup> an AP1), so werden pro Tag ca. 3830 fg eingeatmet. Bezogen auf das Körpergewicht von 40 kg errechnet sich eine Dosis von 96 fg/(kg · d), entsprechend ca. 10 % des ADI-Werts von 1000 fg/(kg · d) (= 1 pg/(kg · d)).

Diese Berechnung zeigt, dass der kurzzeitige Bypassbetrieb zu keiner Überschreitung der erlaubten Tagesdosis führt und damit als medizinisch unbedenklich angesehen werden kann.

## 8 Empfehlungen

Eine Überschreitung der Irrelevanzschwelle ist nicht gleichbedeutend mit einer Überschreitung des Immissionswerts, jedoch ist aus gutachtlicher Sicht eine Minderung der Immissionen zu empfehlen. Bei Unterschreitung der Irrelevanzschwelle ist sichergestellt, dass von der Anlage keine schädlichen Einwirkungen ausgehen. Bei Überschreitung der Irrelevanzschwelle wäre die Vorbelastung und die Gesamtbelastung abzuschätzen, was zu unvermeidbaren Unsicherheiten führt.

Eine effektive Minderung der Immissionen kann erreicht werden, wenn die Abgase in einer größeren Höhe abgeleitet werden. Aufgrund der Baumhöhen in der Umgebung empfehlen wir, die Schornsteine auf eine Höhe von 22 m über Grund zu erhöhen, was einer Verlängerung um etwa 8 m entspricht. Die beiden Abgasrohre sollten direkt nebeneinander hochgezogen werden, so dass sich ihre Wärme- und Impulsströme bei gleichzeitigem Betrieb überlagern. Dies führt zu

<sup>3</sup> Das 'Atemzeitvolumen' ist das Luftvolumen, das in einer bestimmten Zeitspanne eingeatmet und ausgeatmet wird. Es wird in l/min gemessen und definiert sich als Atmungsfrequenz multipliziert mit dem Atemzugvolumen. In Ruhe liegt es bei ungefähr 7,5 l/min (Quelle: Wikipedia). Dies entspricht 0,45 m<sup>3</sup>/h. Konservativ wird 1 m<sup>3</sup>/h angesetzt.

einem höheren Aufstieg der Abgasfahne. Eine mögliche Konfiguration ist in Abbildung 7-1 dargestellt.



*Abbildung 8-1: Mögliche Erhöhung der Abgasrohre*

Da bei einer Ableitung in dieser Höhe die Bäume kein massives Hindernis mehr darstellen und die Abgase oberhalb der Wirbelzone ausgeblasen werden, kann in der Ausbreitungsrechnung eine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt werden.

Zusätzlich empfehlen wir, die Mündungsdurchmesser der Abgasrohre auf etwa 30 cm einzutragen, damit auch bei Teillast eine Abgasaustrittsgeschwindigkeit von mehr als 7 m/s gewährleistet ist.

Führt man mit diesen Randbedingungen eine erneute Ausbreitungsrechnung durch, so errechnen sich am Ort des Immissionsmaximums folgende Schadstoffdepositionen:

*Tabelle 8-1: Schadstoffdeposition: Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung. In Klammern: Ausschöpfung des Beurteilungswerts*

Schadstoff	Einheit	Maximaler Immissionsbeitrag	Beurteilungswert	Irrelevanz
Staubniederschlag	mg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,01 (< 0,1 %)	350	<b>10,5</b>
PCDD/F	pg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,09 (1,0 %)	9	<b>0,45</b>
Quecksilber	µg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,063 (6,3 %)	1	<b>0,05</b>

Nur die Quecksilber-Deposition überschreitet die Irrelevanzschwelle noch geringfügig. In der Praxis ist von keiner Unterschreitung der Irrelevanzschwelle auszugehen, da die Anlage nicht an 6 Tagen pro Woche von 0:00 bis 24:00 Uhr betrieben wird.

Das zugehörige Immissionsfeld ist in Abbildung 8-2 dargestellt. Die Quecksilber-Deposition geht deutlich zurück.

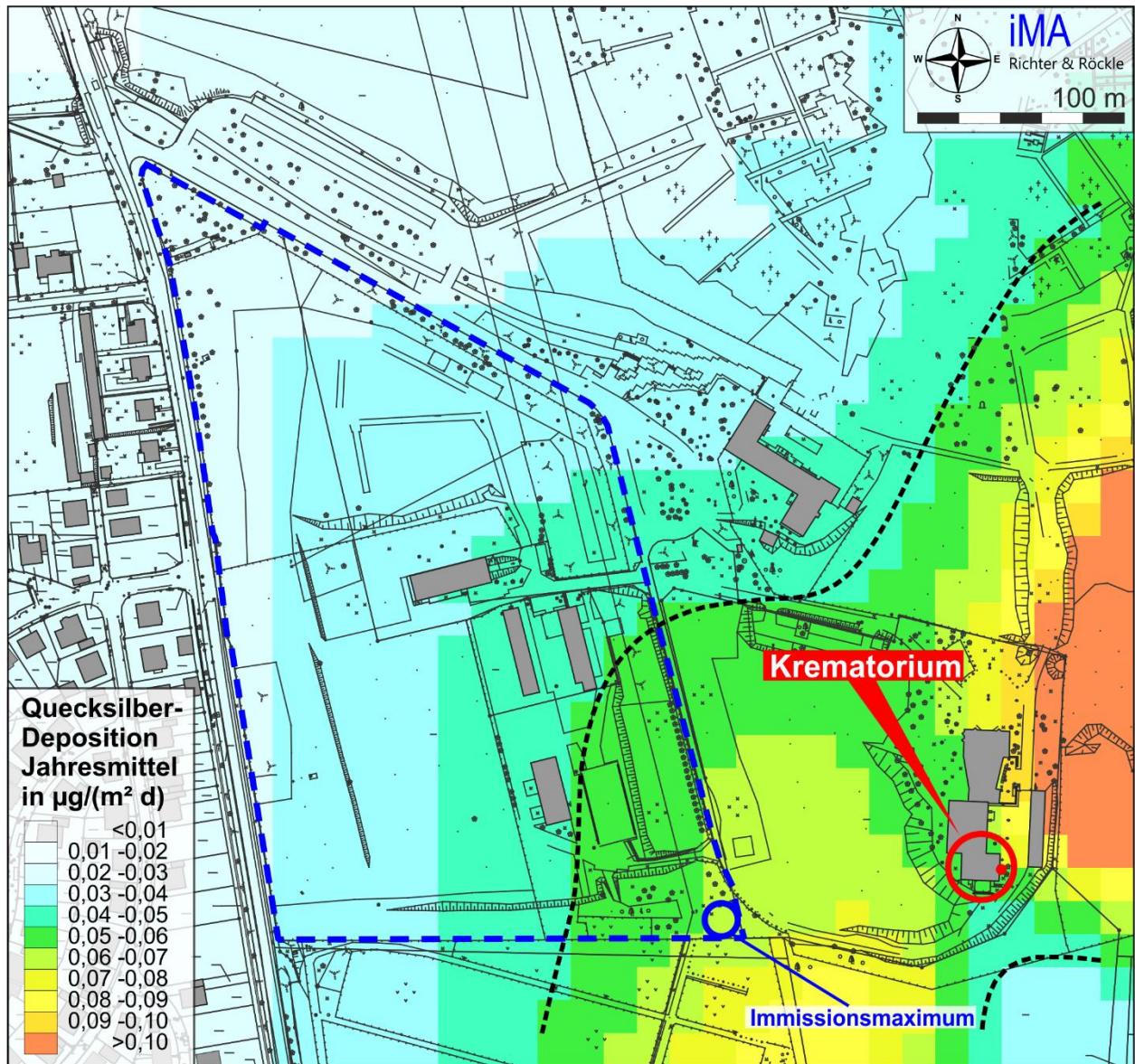


Abbildung 8-2: Immissionsbeitrag des Krematoriums bei Erhöhung der Schornsteine auf 22 m über Grund: Jahresmittelwerte der Quecksilber-Deposition. Immissionsgrenzwert =  $1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{d})$ . Die Isolinie  $0,05 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{d})$  (Irrelevanzschwelle bei kontinuierlichem 6-Tage-Betrieb) ist schwarz gestrichelt dargestellt. Die Farbskala unterscheidet sich von Abbildung 7-3.

## 9 Zusammenfassung und Diskussion

Die Stadt Neubrandenburg beabsichtigt, im Geltungsbereich des Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘ eine Wohnbaufläche zu entwickeln und die nicht mehr benötigten technischen Betriebsflächen des Bauhofs umzunutzen. Zusätzlich sollen im Randbereich nicht störende friedhofsaffine Nutzungsarten etabliert werden.

Da sich östlich des Plangebiets ein Krematorium befindet, soll geprüft werden, ob die geplanten Nutzungen mit dem Krematorium verträglich sind. Hierzu wurden die zu erwartenden Schadstoffimmissionen im Plangebiet ermittelt.

Der Immissionsbeitrag des Krematoriums überschreitet im Plangebiet die Irrelevanzschwelle, die in Anlehnung an die TA Luft mit 3 % des Immissionswerts festgelegt ist. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Schornsteinzüge des Krematoriums um etwa 8 m auf 22 m über Grund zu erhöhen und nebeneinander hochzuziehen. In diesem Fall gehen die Immissionen deutlich zurück und es ist in der Praxis von keiner Überschreitung der Irrelevanzschwelle auszugehen. Gemäß Nr. 4.1 TA Luft kann dann davon ausgegangen werden, dass von der Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen ausgehen.

Freiburg, den 06.12.2019



Claus-Jürgen Richter  
Diplom-Meteorologe



Dr. Frank J. Braun  
Diplom-Meteorologe

## Literatur

**17. BImSchV** (2013): Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV). Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (BGBl. I ). 1021, 1044, 3754S.

**27. BImSchV** (2013): Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung vom 19. März 1997 (BGBl. I S. 545), die zuletzt durch Artikel 10 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist).

**39. BImSchV** (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222) geändert worden ist.

**Janicke, L.** (2014): AUSTAL2000 - Programmbeschreibung zu Version 2.6. Stand 24.02.2014. Umweltbundesamt, Dessau und Ingenieurbüro Janicke, Überlingen.

**LAI** (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind – Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschatzstoffe. Bericht des Länderausschusses für Immissionschutz (LAI) vom 21. September 2004.

**LAI** (2010): Beschluss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) auf der 120. Sitzung, September 2010.

**Neue TA Luft** (2018): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), Stand 16.07.2018.

**TA Luft** (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissions-schutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) (GMBI Nr. 25-29 vom 30.07.2002). 511S.

**VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13** (2010): Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsprognose. Anlagenbezogener Immissionsschutz. Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft.

**VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20** (2017):(a): Umweltmeteorologie. Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft.

**VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20** (2017):(b): Umweltmeteorologie. Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft.

**VDI-Richtlinie 3891:** Emissionsminderung - Anlagen zur Humankremation, Juli 2015

**Anhang:**

**Anhang 1: Ausbreitungsrechnungen**

**Anhang 2: Expertise der Argusim Umwelt Consult (Auszug)**

**Anhang 3: Ermittlung des repräsentativen Jahres**

**Anhang 4: Protokolldatei von AUSTAL2000 und Berechnungsbeispiel**

## Anhang 1: Ausbreitungsrechnungen

### A1.1 Allgemeines

Die von der Anlage verursachten Immissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Diese werden entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) zur „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ durchgeführt. Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 5)
- Die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Ausbreitungsklassen-Zeitreihe (vgl. Kapitel 6)
- Die Geländestruktur in Form eines digitalen Höhenmodells (vgl. Abschnitt A1.5)
- Die Lage der Quelle und die Quellhöhe (vgl. Abschnitt A1.7)

### A1.2 Emissionsseitigen Eingangsdaten

Die emissionsseitigen Eingangsdaten sind in Kapitel 5 dargestellt.

Die Emissionen werden im Modell täglich von 0:00 bis 24:00 Uhr sowie an jedem Tag des Jahres freigesetzt. Für die Auswertung werden die Ergebnisse auf die tatsächliche maximale Betriebszeit von Montag bis Samstag skaliert (= Faktor 6/7).

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind gemäß Kapitel 4 des Anhangs 3 der TA Luft die trockene Deposition und die Sedimentation zu berücksichtigen. Die Berechnung ist für die in Tabelle 13 des Anhangs 3 der TA Luft angegebenen Größenklassen der Korngrößenverteilung der Stäube durchzuführen, wobei jeweils die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit und Sedimentationsgeschwindigkeit zu verwenden sind. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A1-1 zusammengefasst.

Tabelle A1-1: Korngrößenabhängige Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeit

	Korngröße der Stäube		
	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm <sup>4</sup>
Staub-Klasse nach Anhang 3 der TA Luft	pm-1	pm-2	pm-u
Depositionsgeschwindigkeit in m/s	0,001	0,01	0,07
Sedimentationsgeschwindigkeit in m/s	0	0	0,06

<sup>4</sup> Bei Fahrbewegungen der Radlader von 10 bis 30 µm

Zur Berechnung des Staubniederschlags werden die Depositionswerte der Korngrößenklassen addiert. Die PM<sub>10</sub>-Konzentration besteht aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2.

In die Berechnungen gehen ferner folgende Ansätze ein:

- Zur Berechnung der Konzentration der Staubinhaltsstoffe wird davon ausgegangen, dass sich Stäube wie Gase ausbreiten. Ein Massenverlust durch Sedimentation und Deposition wird konservativ nicht berücksichtigt.
- Zur Berechnung der Deposition von Staub und Staubinhaltsstoffen wird der Staubmassenstrom gemäß Neue TA Luft (2018) zu 30 % der Korngrößenklasse < 2,5 µm („pm-1“ nach Anhang 3 der TA Luft, vgl. Tabelle A1-1) und zu 70 % der Korngrößenklasse 2,5 µm bis 10 µm („pm-2“ nach Anhang 3 der TA Luft, vgl. Tabelle A1-1) zugeordnet.
- Die Berechnung der Quecksilber-Deposition erfolgt nach den Vorgaben der TA Luft mit einer Depositionsgeschwindigkeit von 0,005 m/s.

### **A1.3 Verwendetes Ausbreitungsmodell**

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL2000“ (Janicke (2014)), Version 2.6.11-WI-x vom 02.09.2014, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft.

Das Ausbreitungsmodell wird mit der Qualitätsstufe +4 betrieben.

Ein Maß für die Bodenrauigkeit im Beurteilungsgebiet ist die mittlere Rauigkeitslänge. Nach Nr. 5, Anhang 3 TA Luft soll die mittlere Rauigkeitslänge aus dem CORINE-Kataster des Statistischen Bundesamtes bestimmt werden. Das CORINE-Kataster weist eine mittlere gerundete Rauigkeitslänge von 1,5 m aus. Diese Rauigkeitslänge stimmt mit den realen Bedingungen vor Ort überein.

### **A1.4 Rechengebiet**

Die Dimensionierung des Rechengebiets und der Rechengitter wird automatisch von AUSTAL2000 erstellt und ist in Tabelle A1-2 dargestellt.

Um die statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens in größerer Entfernung zur Quelle zu reduzieren, wird das so genannte Nesting-Verfahren angewendet. Dazu wird das Beurteilungsgebiet in mehrere ineinander verschachtelte Rechengebiete aufgeteilt.

Tabelle A1-2: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	16 m	704 m x 704 m	44 x 44
2	32 m	1408 m x 1408 m	44 x 44
3	64 m	2048 m x 2048 m	32 x 32

### A1.5 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Nr. 11, Anhang 3 der TA Luft sind in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung soll dabei als Höhendifferenz über eine Strecke bestimmt werden, die dem 2-fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht. Im betrachteten Untersuchungsgebiet treffen die Kriterien nach TA Luft zu.

Als Grundlage zur Erzeugung eines digitalen Höhenmodells werden die Daten des Höhenmodells GlobDEM50 im 50-Meter-Raster verwendet. GlobDEM50 basiert auf Rohdaten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.

Gemäß Anhang 3, Nr. 11 der TA Luft können Geländeunebenheiten mit Hilfe des in AUSTAL2000 integrierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,2) nicht überschreitet. Die Geländesteigung ist in der Protokolldatei in Anhang 4 dokumentiert. Sie liegt bei maximal 0,16, so dass das diagnostische Windfeldmodell verwendet werden kann.

### A1.6 Berücksichtigung der Bebauung

Abhängig von der Anströmrichtung können sich an den Gebäuden Wirbel mit abwärts gerichteten Komponenten, Kanalisierungen, Düseneffekten und anderen strömungsdynamischen Effekten ergeben. Die Ausbreitung der Schadstoffe kann somit wesentlich von den umgebenden Gebäuden beeinflusst werden.

Entsprechend Anhang 3, Nr. 10 TA Luft müssen Gebäude explizit berücksichtigt werden, wenn sich diese in einer Entfernung von weniger als dem 6-fachen der Quellhöhe befinden und die Schornsteinbauhöhe weniger als das 1,7-fache der Gebäudehöhen aufweist. Aufgrund der maximalen Gebäudehöhe von weniger als 8 m und der Schornsteinhöhe von 14 m trifft dieses Kriterium nicht zu, so dass Gebäudeeinflüsse nicht explizit zu berücksichtigen sind.

### A1.7 Emissionsquelle

Die Lage des Schornsteins ist in den Abbildungen in Kapitel 3 dargestellt. Die Quellkoordinaten liegen am Koordinatenursprung der Ausbreitungsrechnung bei folgenden UTM-Koordinaten:

- RW: 33 388 879
- HW: 5 933 006

### A1.8 Abgasfahnenüberhöhung

Gemäß TA Luft, Abschnitt 5.5 kann eine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt werden, wenn ein ungestörter Abtransport in der freien Luftströmung gewährleistet ist. Dies ist im Allgemeinen der Fall wenn:

- die Quellhöhe mindestens 10 m über der Flur und 3 m über First beträgt und
- die Abluftgeschwindigkeit mindestens 7 m/s beträgt und
- keine wesentliche Beeinflussung durch andere Strömungshindernisse (Gebäude, Vegetation, usw.) im weiteren Umkreis um die Quelle zu erwarten ist.

Diese Kriterien werden im Planfall (Schornsteinhöhe 22 m) erfüllt, so dass für diesen Fall eine thermische Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt wird. Eine Überhöhung aufgrund des Austrittsimpulses wird konservativ nicht berücksichtigt.

Zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung wird der Wärmestrom anhand folgender Abgasrandbedingungen ermittelt:

Abgasvolumenstrom im Normzustand feucht: 5.000 m<sup>3</sup>/h

Abgastemperatur an der Schornsteinmündung: 100 °C

Der Wärmestrom wird unter Zugrundelegung dieser Werte entsprechend TA Luft Anhang 3 Abschnitt 6 zu **0,170 MW** berechnet.

## Anhang 2: Expertise der Argusim Umwelt Consult (Auszug)



### Eignungsprüfung

zur Übertragbarkeit von Daten  
der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen  
von einem vorgegebenen Messort auf den Anlagenstandort  
**Neubrandenburg (Mecklenburgische Seenplatte)**

im Auftrag von  
iMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG  
Eisenbahnstraße 43

79098 Freiburg

---

Proj. U19-1-782  
15.10.2019



Von der IHK Berlin öffentlich  
bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für die  
Berechnung der Ausbrei-  
tung von Gerüchen und  
Luftschadstoffen

**Dipl.-Met. André Förster**  
Weserstraße 17  
10247 Berlin

Tel.: +49 30 61621538 - Fax.: +49 30 61621543 - foerster@argusim.de - www.argusim.de

Auftraggeber: iMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG  
Prüfstandort: Neubrandenburg (Mecklenburgische Seenplatte)

**Technische Bemerkungen :**

- Die Schwachwindhäufigkeit der Messdaten ist als regional typisch einzustufen.
- vertretbare Geschwindigkeitsabweichungen unter Berücksichtigung der Rauigkeitsunterschiede / -korrektur
- Lokale Anpassung in AUSTAL 2000 über rauigkeitslängenabhängige Anemometerhöhe im AKTERM- Datensatz möglich [13]

**Fazit / Anwendungshinweise / Einschränkungen**

Die Windrichtungsverhältnisse der Station **Trollenhagen (DWD 5109)** sind im Sinne der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 hinreichend übertragbar. Station und Standort befinden sich nicht in den Niederungen NSG Birkbuschwiesen bzw. Datze sondern jeweils in erhöhtem Gelände. Der Abstand zueinander beträgt ca. 7 km. Vergleichbare Stationen haben deutlich größere Entfernung zum Standort. Aus struktureller Sicht ist Trollenhagen insgesamt der Vorzug zu gegeben.

Das Windspektrum der Station **Trollenhagen (DWD 5109)** ist im Sinne der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 hinreichend übertragbar [9]. Das vergleichsweise hohe Windgeschwindigkeitsniveau ist für freie Lagen regional typisch.

- Für Ausbreitungsrechnungen [2], [3], [4], am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes wird empfohlen, das Anemometer (in AUSTAL2000) standortnah zu positionieren und ggf. das Rechengitter zu vergrößern, d.h. an die zu erfassenden orografischen Strukturen anzupassen.
- Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten.

Das vollständige Gutachten kann auf Wunsch geliefert werden.

### Anhang 3: Ermittlung des repräsentativen Jahres

Um das für mehrjährige Verhältnisse repräsentative Jahr zu ermitteln, wird die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen in 12°-Sektoren und die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten in den 9 TA-Luft-Klassen für den vorliegenden Zeitraum 01.10.2013 bis 31.12.2018 gebildet.

Das Abweichungsmaß der Einzeljahre von den mittleren Verhältnissen ergibt sich gemäß Anhang A3.2 der aus folgenden Beziehungen:

$$A_{WR,n} = \sum_{j=1}^{12} (x_{WR,j,rel} - x_{WR,j,n,rel})^2$$

$$A_{WG,n} = \sum_{j=1}^9 (x_{WG,j,rel} - x_{WG,j,n,rel})^2$$

- wobei  $A_{WR,n}$ : Abweichungsmaß der Windrichtung für das Jahr  $n$   
 $A_{WG,n}$ : Abweichungsmaß der Windgeschwindigkeit für das Jahr  $n$   
 $x_{WR,j,rel}$ : relativer Anteil je Windrichtungssektor  $j$  an der Anzahl der klassierten Stundenwerte für den vieljährigen Zeitraum  
 $x_{WG,j,rel}$ : relativer Anteil je Windgeschwindigkeitsklasse  $j$  an der Anzahl der klassierten Stundenwerte für den vieljährigen Zeitraum  
 $x_{WR,j,n,rel}$ : relativer Anteil je Windrichtungssektor  $j$  an der Anzahl der klassierten Stundenwerte für das Einzeljahr  $n$   
 $x_{WG,j,n,rel}$ : relativer Anteil je Windgeschwindigkeitsklasse  $j$  an der Anzahl der klassierten Stundenwerte für das Einzeljahr  $n$   
 $j$ : Index des Windrichtungssektors oder der Windgeschwindigkeitsklasse  
 $n$ : Index des Einzeljahres

Bezogen auf das Einzeljahr mit dem geringsten Abweichungsmaß sollen anschließend die Abweichungsmaße der Einzeljahre auf den Wert 100 normiert werden. Zur Beurteilung der Parameter „Windrichtung“ und „Windgeschwindigkeit“ sollen die normierten Abweichungsmaße im Verhältnis 3:1 gewichtet addiert werden.

Somit ergibt sich für jedes Einzeljahr die Beurteilungsgröße  $BG_n$  zu:

$$BG_n = \frac{3}{4} \cdot A_{WR,n} + \frac{1}{4} \cdot A_{WG,n}$$

Aus dem Vergleich der Beurteilungsgrößen wird bestimmt, welches Einzeljahr dem vieljährigen Gesamtzeitraum am ähnlichsten ist.

In Tabelle A6-1 sind die normierten Abweichungen der Einzeljahre zum langjährigen Mittel der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit zusammengestellt. In Spalte 4 sind zusätzlich die mittleren Windgeschwindigkeiten der Einzeljahre aufgeführt. Spalte 5 enthält die Beurteilungsgröße  $BG_n$ .

*Tabelle A6-1: Abweichungen der Windrichtungen- und -geschwindigkeiten zum langjährigen Mittelwert und Beurteilungsgröße  $BG_n$*

Zeitraum (Jahr)	Windrichtung	Windgeschwindigkeit		Bewertung
	Abweichung	Abweichung	Mittelwert	rel. 3 WR + WG
2013	1678	1816	4.66	781
2014	271	100	4.26	104
2015	100	656	4.52	109
2016	183	327	4.17	<b>100</b>
2017	380	135	4.36	145
2018	378	499	4.11	186

Die geringste Abweichung bzgl. der mittleren Windrichtungsverteilung und der mittleren Windgeschwindigkeit (im Gewichtungsverhältnis 3:1) tritt im Jahr 2016 auf, so dass dieses Jahr als repräsentativ für langjährige Verhältnisse verwendet wird.

## Anhang 4: Protokolldatei von AUSTAL2000 und Berechnungsbeispiel

### Erläuterungen:

Die Berechnungen werden für einen durchgehenden Betrieb (8.760 h/a) mit einer Einheitsemision von 1 g/s berechnet und anschließend mit der tatsächlichen Anzahl an Betriebsstunden (= Faktor 6/7) und dem tatsächlichen Emissionsmassenstrom (siehe Tabelle 5-1 auf Seite 14) skaliert.

### Datei austal.log:

```
2019-11-20 14:30:53 -----
TalServer:.
```

```
Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014
```

```
Arbeitsverzeichnis: ./.
```

```
Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "NEXT".
```

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti      "Krematorium"
> gh      ".../DHM/Neubrandenburg.DHM"
> az      ".../.../4-Meteorologie/akterm_Trollenhagen_2016.akt"
> xa      403      'Lage des Anemometers
> ya      -384
> qs      4          'Qualitätsstufe
> qb      0
> os      NESTING+SCINOTAT
> z0      1.5
> ux      33388879
> uy      5933006
> dd      16         32         64
> x0      -352       -704       -1024
> nx      44         44         32
> y0      -352       -704       -1024
> ny      44         44         32
> xq      0.0
> yq      0.0
> aq      0.0
> bq      0.0
> hq      22.0
> cq      0.0
> wq      0.0
> so2     1.0
> pm-1    0.7
> pm-2    0.3
> hg      1.0
> qq      0.170
> xp      -136
> yp      -8
```

> hp 1.5  
===== Ende der Eingabe =====

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.06 (0.06).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.13 (0.12).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.19 (0.16).  
Existierende Geländedateien zg0\*.dmna werden verwendet.

AKTerm "./../../../../4-Meteorologie/akterm\_Trollenhagen\_2016.akt" mit 8784 Zeilen, Format 3  
Es wird die Anemometerhöhe ha=24.4 m verwendet.  
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.9 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f  
Prüfsumme TALDIA 6a50af80  
Prüfsumme VDISP 00000000  
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f  
Prüfsumme AKTerm 465a19bf

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"  
TMT: 366 Tagesmittel (davon ungültig: 0)  
TMT: Datei "././so2-j00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00i03" ausgeschrieben.  
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"  
TMT: 366 Tagesmittel (davon ungültig: 0)  
TMT: Datei "././pm-j00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "././pm-j00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps03" ausgeschrieben.  
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "hg"  
TMT: 366 Tagesmittel (davon ungültig: 0)  
TMT: Datei "././hg-depz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-deps01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-depz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-deps02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-depz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-deps03" ausgeschrieben.  
TMT: Dateien erstellt von AUStAL2000\_2.6.11-WI-x.  
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"  
TQL: Datei "././so2-s24z01" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s24s01" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s00z01" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s00s01" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s24z02" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s24s02" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s00z02" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s00s02" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s24z03" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s24s03" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s00z03" ausgeschrieben.  
TQL: Datei "././so2-s00s03" ausgeschrieben.  
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "so2"  
TMO: Datei "././so2-zbpz" ausgeschrieben.  
TMO: Datei "././so2-zbps" ausgeschrieben.  
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"  
TMO: Datei "././pm-zbpz" ausgeschrieben.  
TMO: Datei "././pm-zbps" ausgeschrieben.

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

Maximalwerte, Deposition

```
=====
PM      DEP : 2.180e-003 g/(m²*d) (+/- 0.2%) bei x= 72 m, y= 72 m (1: 27, 27)
HG      DEP : 2.996e+003 µg/(m²*d) (+/- 0.2%) bei x= 72 m, y= 72 m (1: 27, 27)
=====
```

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

```
=====
SO2      J00 : 7.096e+000 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 72 m, y= 72 m (1: 27, 27)
SO2      T03 : 2.997e+001 µg/m³ (+/- 1.2%) bei x= 72 m, y= 120 m (1: 27, 30)
SO2      T00 : 3.466e+001 µg/m³ (+/- 1.0%) bei x= -152 m, y= 40 m (1: 13, 25)
SO2      S24 : 4.234e+001 µg/m³ (+/- 5.8%) bei x= 104 m, y= 168 m (1: 29, 33)
SO2      S00 : 5.417e+001 µg/m³ (+/- 7.0%) bei x= 248 m, y= 296 m (1: 38, 41)
PM      J00 : 6.975e+000 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 72 m, y= 72 m (1: 27, 27)
PM      T35 : 1.977e+001 µg/m³ (+/- 1.5%) bei x= 72 m, y= 72 m (1: 27, 27)
PM      T00 : 3.394e+001 µg/m³ (+/- 1.0%) bei x= -152 m, y= 40 m (1: 13, 25)
=====
```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```
=====
PUNKT          01
xp            -136
yp            -8
hp            1.5
-----+
SO2      J00  2.475e+000 0.2%  µg/m³
SO2      T03  2.324e+001 1.1%  µg/m³
SO2      T00  3.091e+001 1.0%  µg/m³
SO2      S24  3.720e+001 6.3%  µg/m³
SO2      S00  4.265e+001 5.4%  µg/m³
PM      DEP   7.503e-004 0.3%  g/(m²*d)
PM      J00   2.420e+000 0.2%  µg/m³
PM      T35   8.625e+000 2.4%  µg/m³
PM      T00   3.043e+001 1.0%  µg/m³
HG      DEP   1.036e+003 0.3%  µg/(m²*d)
=====
```

2019-11-21 22:47:43 AUSTAL2000 beendet.

**Anlagenbetreiber:** **Stadt Neubrandenburg**  
**Stadtplanung**  
**Lindenstraße 63**  
**17033 Neubrandenburg**

**Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des  
Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘, verursacht durch  
ein benachbartes Krematorium**

**Ergebnisdarstellung, Stand 01.06.2022**

**Datum:** **01.06.2022**  
**Projekt-Nr.:** **21-12-24-FR**  
**Berichtsnummer:** **0.1**  
**Umfang:** **15 Seiten**  
**Bearbeiter:** **Dr. Frank J. Braun, Diplom-Meteorologe**  
Stellvertretender fachlich Verantwortlicher  
für Immissionsprognosen  
**Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe**  
Geschäftsführer  
**iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG**  
**Eisenbahnstraße 43**  
**79098 Freiburg**  
**Tel.:** **0761/ 202 3766**  
**Fax.:** **0761/ 202 1671**  
**E-mail:** [\*\*braun@ima-umwelt.de\*\*](mailto:braun@ima-umwelt.de)

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ausbreitungsrechnung .....</b>	<b>3</b>
2.1	Verwendetes Ausbreitungsmodell .....	3
2.2	Niederschlagsdaten .....	3
<b>3</b>	<b>Immissionen .....</b>	<b>4</b>
3.1	Ort des maximalen Depositionsbeitrags .....	4
3.2	Immissionsbeitrag .....	6
3.3	Emissionsbegrenzung zur Einhaltung der Irrelevanz .....	7
	<b>Literatur .....</b>	<b>9</b>
	<b>Anhang1: Ergebnisabbildung .....</b>	<b>10</b>
	<b>Anhang 2: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung .....</b>	<b>11</b>

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Neubrandenburg beabsichtigt, im Geltungsbereich des Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘ eine Wohnbaufläche zu entwickeln und die nicht mehr benötigten technischen Betriebsflächen des Bauhofs umzunutzen. Zusätzlich sollen im Randbereich nicht störende friedhofsaffine Nutzungsarten etabliert werden.

Da sich östlich des Plangebiets ein Krematorium befindet, soll geprüft werden, ob die geplanten Nutzungen mit dem Krematorium verträglich sind. Hierzu wurde von uns mit Datum vom 06.12.2019 eine Immissionsprognose erstellt.<sup>1</sup> Darin wurde festgestellt, dass die Quecksilber- und Dioxin-Deposition in Teilen des Plangebiets über der Irrelevanzschwelle der TA Luft liegt.

Nun soll geprüft werden, welche Emissionswerte durch das Krematorium einzuhalten sind, damit sichergestellt ist, dass in allen in Abbildung 2-1 markierten Bereichen (Nr. 1 bis 5) die Irrelevanzschwelle für den Staubniederschlag sowie die PCDD/PCDF- und Quecksilber-Deposition eingehalten wird.

Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

## 2 Ausbreitungsrechnung

Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können unserem Gutachten aus dem Jahr 2019 entnommen werden. Abweichend von den damaligen Ansätzen werden die Ausbreitungsrechnungen nun nach den Vorgaben der TA Luft (2021) durchgeführt.

### 2.1 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL“ (Janicke & Janicke (2021)), Version 3.1.2-WI-x vom 09.08.2021, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021).

### 2.2 Niederschlagsdaten

Zur Berücksichtigung der nassen Deposition soll entsprechend Anhang 2, Nr. 9.1 der TA Luft (2021) eine Zeitreihe der Niederschlagsintensität verwendet werden. Die für die Immissionsprognose 2019 verwendete Zeitreihe von 2016 wurde von uns mit den gemessenen Niederschlagsdaten ergänzt.

Die Niederschlagssumme soll repräsentativ für den Zeitraum 2006 bis 2015 des Umweltbundesamtes sein. Diese weist für den Standort des Krematoriums eine mittlere Jahressumme von

---

<sup>1</sup> Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘, verursacht durch ein benachbartes Krematorium, Projekt-Nr. 19-04-27-FR, 06.12.19, 40 Seiten

692 mm aus. Die gemessene Jahressumme des Jahres 2016 beträgt 499 mm. Die stündlichen Niederschlagssummen wurden entsprechend mit dem Faktor 1,386 skaliert.

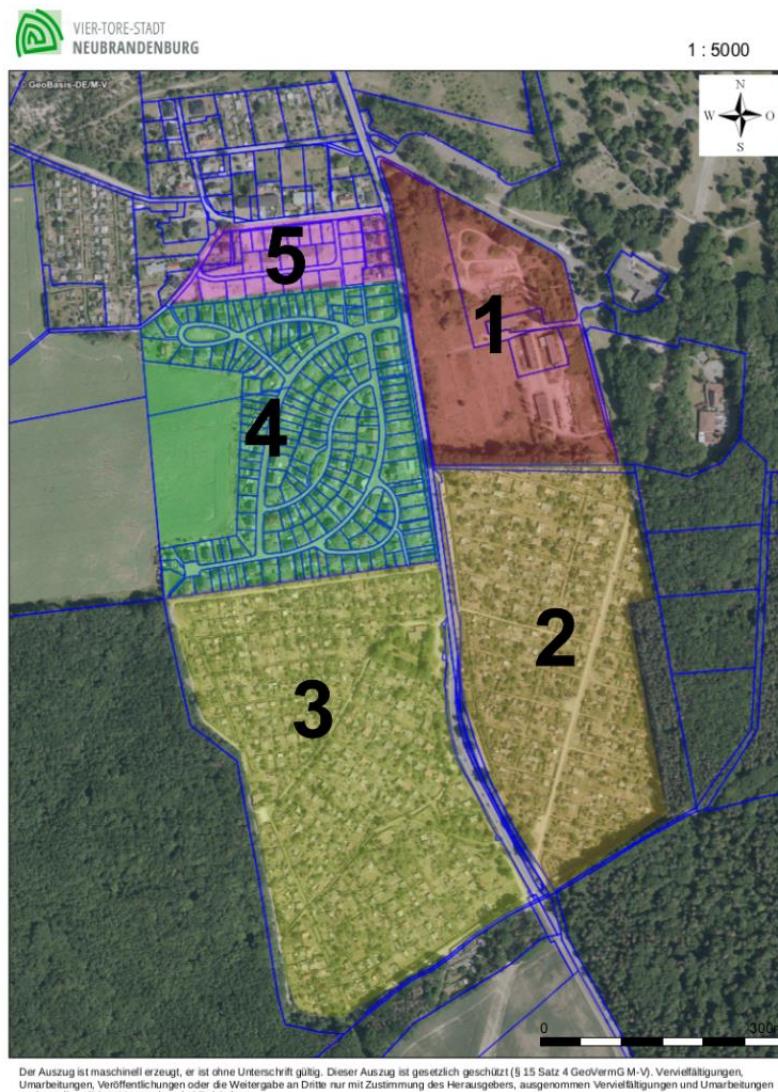


Abbildung 2-1: Lage des Planbereiche

### 3 Immissionen

#### 3.1 Ort des maximalen Depositionsbeitrags

Der Ort des maximalen Immissionsbeitrags der Staub-, Quecksilber- und Dioxine-Deposition ist in Abbildung 3-1 dargestellt. Der Ort ist für alle drei Stoffe identisch.

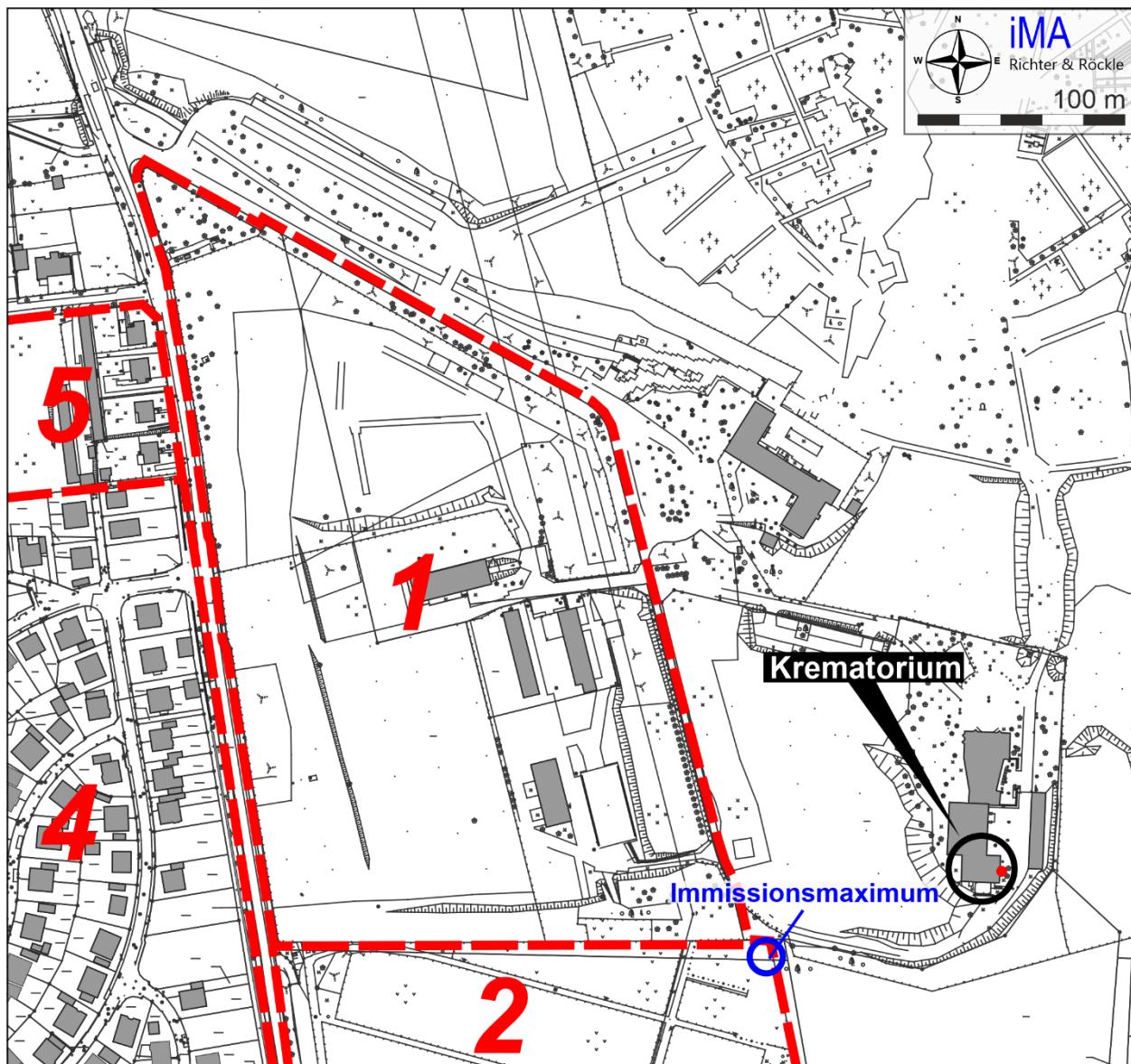


Abbildung 3-1: Lage des Immissionsmaximums der Deposition in der Liegenschaftskarte. Die benachbarten Planbereiche sind rot gekennzeichnet



Abbildung 3-2: Lage des Immissionsmaximums der Deposition im Luftbild. Die benachbarten Planbereiche sind rot gekennzeichnet. (Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2022 © Hexagon)

### 3.2 Immissionsbeitrag

Der Immissionsbeitrag der Anlage an der Schadstoffdeposition ist in Tabelle 3-2 dargestellt. Die Emissionskonzentrationen wurden entsprechend unserem Gutachten von 2019 angesetzt:

Tabelle 3-1: Emissionswerte und Massenströme bei Vollastbetrieb (aus Gutachten 2019)

Schadstoff	Emissionswert (mg/m³)	Massenstrom (kg/h)	Grundlage
Gesamtstaub	10	0,05	27. BImSchV (2013)
Dioxine und Furane PCDD/F als TE	$0,1 \cdot 10^{-6}$ (0,1 ng/m³)	$0,5 \cdot 10^{-9}$	27. BImSchV (2013)
Quecksilber	0,05	0,00025	17. BImSchV (2013)

Tabelle 3-2: Schadstoffdeposition: Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung. In Klammern: Ausschöpfung des Beurteilungswerts.

Schadstoff	Einheit	Maximaler Immissionsbeitrag	Beurteilungswert	Irrelevanz
Staubniederschlag	mg/(m²·d)	0,08 (< 0,1 %)	350	<b>10,5 (3 %)</b>
PCDD/F	pg/(m²·d)	0,80 (8,9 %)	9	<b>0,45 (5 %)</b>
Quecksilber	µg/(m²·d)	0,566 (56,6 %)	1	<b>0,05 (5 %)</b>

Die Gesamtstaub-Deposition unterschreitet die Irrelevanzschwelle. Die Quecksilber- und die Dioxin-Depositionen überschreiten die Irrelevanzschwelle.

Gegenüber dem Immissionsbeitrag in unserem Gutachten von 2019 nehmen die Beiträge geringfügig zu. Dies ist zum einen auf die geänderte Lage des Beurteilungspunkts (Immissionsmaximum) zurückzuführen. Im Jahr 2019 wurde ausschließlich der Bereich '1' betrachtet. Zum anderen können die Ansätze der TA Luft (2021), insbesondere die Berücksichtigung der nassen Deposition, zu anderen Ergebnissen führen.

### 3.3 Emissionsbegrenzung zur Einhaltung der Irrelevanz

Werden für PCDD/F und Quecksilber die Emissionskonzentrationen in Tabelle 3-3 eingehalten, so wird am Ort des maximalen Depositionsbeitrags und damit in allen in Abbildung 2-1 gekennzeichneten Bereichen die Irrelevanzschwelle eingehalten.

Bei Staubniederschlag kann in jedem Fall von einer Einhaltung der Irrelevanzschwelle ausgegangen werden.

Tabelle 3-3: Emissionswerte und Massenströme beim Vollastbetrieb zur Einhaltung der Irrelevanz

Schadstoff	Emissionswert (mg/m³)
Dioxine und Furane PCDD/F als TE	$0,056 \cdot 10^{-6}$ (0,056 ng/m³)
Quecksilber	0,0044

**Tabelle 3-4: Schadstoffdeposition: Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung, wenn die Emissionswerte in Tabelle 3-3 eingehalten werden. In Klammern: Ausschöpfung des Beurteilungswerts**

Schadstoff	Einheit	Maximaler Immissionsbeitrag	Irrelevanz
PCDD/F	pg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,45	<b>0,45 (5 %)</b>
Quecksilber	µg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,05	<b>0,05 (5 %)</b>

Gegenüber den im Gutachten von 2019 angesetzten Emissionswerten ist zur Einhaltung der Irrelevanz für PCDD/F ein um den Faktor 2 und für Quecksilber ein um den Faktor 11 geringerer Emissionswert erforderlich.

Das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung unter Berücksichtigung der Emissionsbegrenzung entsprechend Tabelle 3-4 ist beispielhaft für Quecksilber in Abbildung A-1 dargestellt.

Für den Inhalt

Dr. Frank J. Braun  
 Diplom-Meteorologe  
 Stellvertretender fachlich Verantwortlicher  
 für Immissionsprognosen

Claus-Jürgen Richter  
 Diplom-Meteorologe  
 Geschäftsführer

Freiburg, den 01.06.2022

## Literatur

**17. BImSchV** (2013): Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV). Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (BGBl. I ). 1021, 1044, 3754S.

**27. BImSchV** (2013): Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung vom 19. März 1997 (BGBl. I S. 545), die zuletzt durch Artikel 10 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist).

**Janicke, U. & L. Janicke** (2021): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.1. Stand 2021-08-09. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).

**TA Luft** (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.

## Anhang1: Ergebnisabbildung

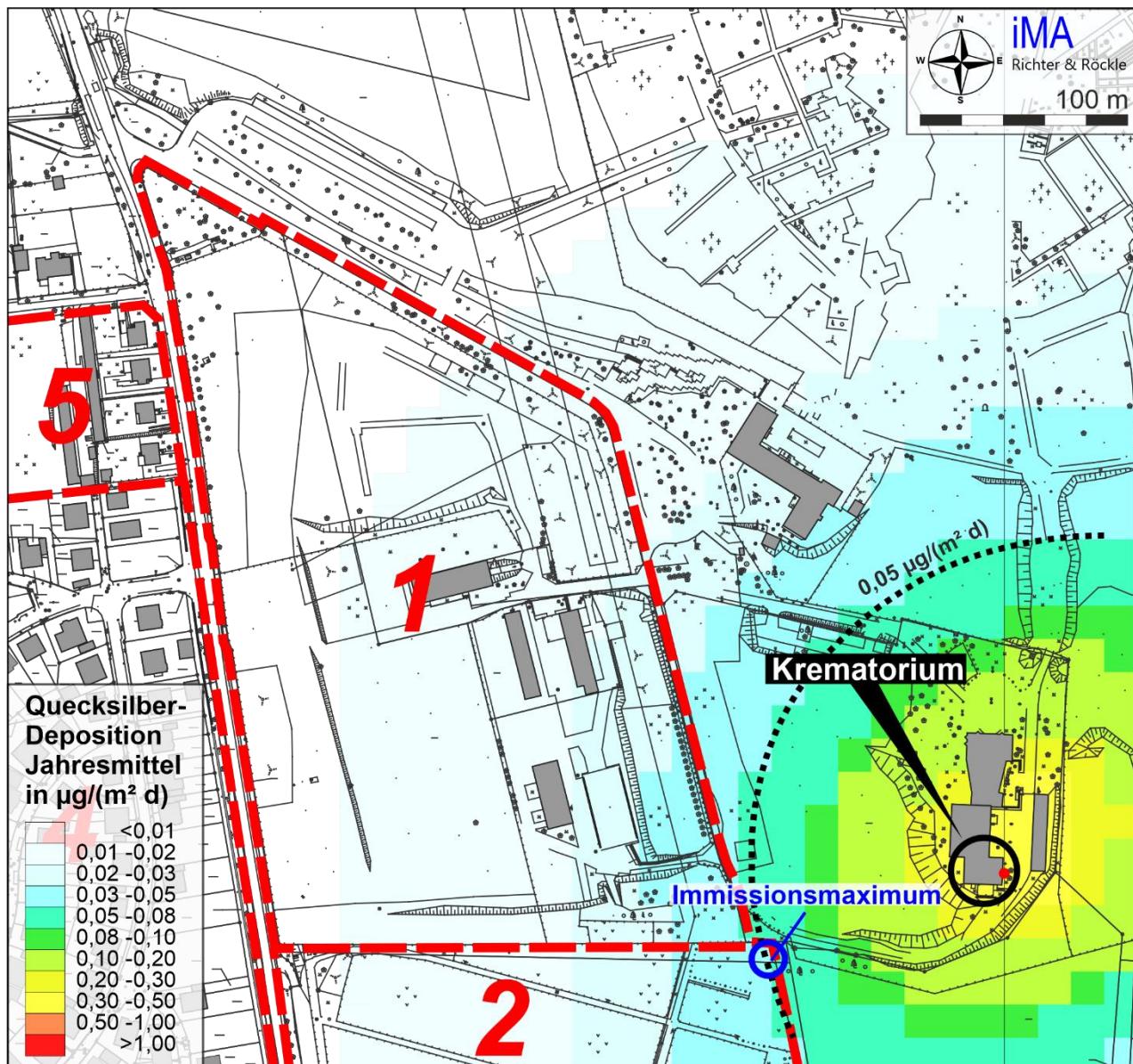


Abbildung A-1: Immissionsbeitrag des Krematoriums, wenn die Emissionsbegrenzung entsprechend Tabelle 3-3 in Kapitel 3.3 eingehalten wird.  
 Jahresmittelwerte der Quecksilber-Deposition.  
 Irrelevanzschwelle = 0,05  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ .

## Anhang 2: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung

2022-05-27 15:03:27 -----

TalServer:..

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

Arbeitsverzeichnis: ./.

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

===== Beginn der Eingabe =====  
> ti "Krematorium"  
> gh ".../DHM/Neubrandenburg.DHM"  
> az ".../4-Meteorologie/akterm\_Trollenhagen\_2016\_prec\_Trollenhagen.akt"  
> xa 403 'Lage des Anemometers  
> ya -384  
> qs 4 'Qualitätsstufe  
> qb 0  
> os NESTING+SCINOTAT  
> ri ?  
> z0 1.5  
> ux 33388879  
> uy 5933006  
> dd 16 32 64  
> x0 -352 -704 -1024  
> nx 44 44 32  
> y0 -352 -704 -1024  
> ny 44 44 32  
> xq 0.0  
> yq 0.0  
> aq 0.0  
> bq 0.0  
> hq 14.0  
> cq 0.0  
> wq 0.0  
> so2 1.0  
> pm-1 0.7  
> pm-2 0.3  
> hg 1.0  
> xp -136  
> yp -8  
> hp 1.5  
===== Ende der Eingabe =====

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.06 (0.06).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.13 (0.12).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.19 (0.16).  
Existierende Geländedateien zg0\*.dmna werden verwendet.

AKTerm ".../4-Meteorologie/akterm\_Trollenhagen\_2016\_prec\_Trollenhagen.akt" mit 8760 Zeilen,  
Format 3  
Es wird die Anemometerhöhe ha=24.4 m verwendet.  
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.9 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae  
Prüfsumme TALDIA abbd92e1  
Prüfsumme SETTINGS d0929e1c  
Prüfsumme AKTerm 1e97582c  
Gesamtniederschlag 715 mm in 721 h.

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"  
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)  
TMT: Datei "././so2-j00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-depz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-deps01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-wetz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-wets01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-dryz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-drys01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-depz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-deps02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-wetz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-wets02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-dryz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-drys02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-j00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t03i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-t00i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-depz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-deps03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-wetz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-wets03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-dryz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././so2-drys03" ausgeschrieben.  
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"  
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)  
TMT: Datei "././pm-j00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "././pm-t35s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wetz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wets01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-dryz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-drys01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wetz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wets02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-dryz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-drys02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wetz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wets03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-dryz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-drys03" ausgeschrieben.  
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "hg"  
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)  
TMT: Datei "././hg-depz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-deps01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-wetz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-wets01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-dryz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-drys01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-depz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-deps02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-wetz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-wets02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-dryz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-drys02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-depz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-deps03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-wetz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-wets03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-dryz03" ausgeschrieben.

```
TMT: Datei "./hg-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
TQL: Datei "./so2-s24z01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24s01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00z01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00s01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24z02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24s02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00z02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00s02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24z03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24s03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00z03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00s03" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "so2"
TMO: Datei "./so2-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "./so2-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "./pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "./pm-zbps" ausgeschrieben.
```

---

#### 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 :	6.186e+02 kg/(ha*a)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
SO2	DRY :	6.132e+02 kg/(ha*a)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
SO2	WET :	5.404e+00 kg/(ha*a)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
PM	DEP :	6.732e-02 g/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
PM	DRY :	6.290e-02 g/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
PM	WET :	4.421e-03 g/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
HG	DEP :	9.342e+04 µg/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
HG	DRY :	8.688e+04 µg/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
HG	WET :	6.539e+03 µg/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)

---

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

---

SO2	J00 :	1.987e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
SO2	T03 :	5.303e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.6%) bei x=	8 m, y=	24 m (1: 23, 24)
SO2	T00 :	6.788e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.4%) bei x=	24 m, y=	8 m (1: 24, 23)
SO2	S24 :	1.370e+03 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 2.0%) bei x=	-24 m, y=	24 m (1: 21, 24)
SO2	S00 :	2.323e+03 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 1.7%) bei x=	-40 m, y=	24 m (1: 20, 24)
PM	J00 :	2.060e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
PM	T35 :	3.500e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.5%) bei x=	8 m, y=	24 m (1: 23, 24)
PM	T00 :	7.299e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.4%) bei x=	24 m, y=	8 m (1: 24, 23)

---

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```
=====
PUNKT          01
xp            -136
yp             -8
hp              1.5
-----+-----
SO2    DEP   5.369e+01  0.1% kg/ (ha*a)
SO2    DRY   5.343e+01  0.1% kg/ (ha*a)
SO2    WET   2.612e-01  0.3% kg/ (ha*a)
SO2    J00   1.727e+01  0.1% µg/m³
SO2    T03   9.954e+01  0.8% µg/m³
SO2    T00   1.316e+02  0.8% µg/m³
SO2    S24   4.127e+02  2.2% µg/m³
SO2    S00   8.932e+02  1.6% µg/m³
PM     DEP   5.745e-03  0.1% g/ (m²*d)
PM     DRY   5.578e-03  0.1% g/ (m²*d)
PM     WET   1.671e-04  0.3% g/ (m²*d)
PM     J00   1.903e+01  0.1% µg/m³
PM     T35   6.386e+01  1.2% µg/m³
PM     T00   1.467e+02  0.8% µg/m³
HG     DEP   8.154e+03  0.1% µg/ (m²*d)
HG     DRY   7.919e+03  0.1% µg/ (m²*d)
HG     WET   2.348e+02  0.2% µg/ (m²*d)
=====
```

=====
2022-05-28 13:42:20 AUSTAL beendet.

**Anlagenbetreiber:** **Stadt Neubrandenburg**  
**Stadtplanung**  
**Lindenstraße 63**  
**17033 Neubrandenburg**

**Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des  
Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘, verursacht durch  
ein benachbartes Krematorium**

**Ergebnisdarstellung, Stand 09.05.2024**

**Datum:** **09.05.2024**  
**Projekt-Nr.:** **21-12-24-FR**  
**Berichtsnummer:** **0.1**  
**Umfang:** **14 Seiten**  
**Bearbeiter:** **Dr. Frank J. Braun, Diplom-Meteorologe**  
Stellvertretender fachlich Verantwortlicher  
für Immissionsprognosen  
**Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe**  
Geschäftsführer  
**iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG**  
**Eisenbahnstraße 43**  
**79098 Freiburg**  
**Tel.:** **0761/ 202 3766**  
**Fax.:** **0761/ 202 1671**  
**E-mail:** [\*\*braun@ima-umwelt.de\*\*](mailto:braun@ima-umwelt.de)

## Inhalt

<b>1 Situation und Aufgabenstellung .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Emissionen.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Ausbreitungsrechnung.....</b>	<b>4</b>
3.1 Verwendetes Ausbreitungsmodell .....	4
3.2 Niederschlagsdaten .....	5
<b>4 Immissionen .....</b>	<b>6</b>
4.1 Ort des maximalen Depositionsbeitrags.....	6
4.2 Immissionsbeitrag.....	7
4.2.1 Immissionsbeitrag bei bisheriger Betriebszeit.....	7
4.2.2 Immissionsbeitrag bei reduzierter Betriebszeit .....	8
<b>Literatur .....</b>	<b>9</b>
<b>Anhang1: Ergebnisabbildung .....</b>	<b>10</b>
<b>Anhang 2: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung.....</b>	<b>11</b>

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Neubrandenburg beabsichtigt, im Geltungsbereich des Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘ eine Wohnbaufläche zu entwickeln und die nicht mehr benötigten technischen Betriebsflächen des Bauhofs umzunutzen. Zusätzlich sollen im Randbereich nicht störende friedhofsaffine Nutzungsarten etabliert werden.

Da sich östlich des Plangebiets ein Krematorium befindet, soll geprüft werden, ob die geplanten Nutzungen mit dem Krematorium verträglich sind. Hierzu wurde von uns mit Datum vom 06.12.2019 eine Immissionsprognose erstellt.<sup>1</sup> Darin wurde festgestellt, dass die Quecksilber- und Dioxin-Deposition in Teilen des Plangebiets über der Irrelevanzschwelle der TA Luft liegt.

Nun soll geprüft werden, ob mit niedrigeren Emissionswerten für Dioxine und Furane sowie Quecksilber in allen in Abbildung 3-1 markierten Bereichen (Nr. 1 bis 5) die Irrelevanzschwelle für die PCDD/PCDF- und Quecksilber-Deposition eingehalten werden kann.

Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

## 2 Emissionen

Zur Prognose der Emissionen sollen in Abstimmung mit dem Krematoriumsbetreiber folgende Ansätze getroffen werden:

1. Das Krematorium verpflichtet sich, den Emissionswert für Dioxine und Furane laut § 4 Nr. 3 der 27. BlmSchV (2013) zu maximal 50 % auszuschöpfen. Dies entspricht **0,05 ng/m<sup>3</sup>** (der Emissionswert der 27. BlmSchV beträgt 0,1 ng/m<sup>3</sup>).

Der Emissionswert für Quecksilber und seine Verbindungen wird mit **0,01 mg/m<sup>3</sup>** festgelegt. Dies ist der Emissionswert laut neuer TA Luft 2021. (Der Grenzwert wurde gegenüber der TA Luft 2002 von 0,05 mg/m<sup>3</sup> um 80 % gesenkt).

Nach Betreiberangaben sind beide Annahmen durch die Messwerte aus 2021 gerechtfertigt.

2. Die bis dato dem Prognosegutachten zugrundeliegenden Betriebszeiten des Krematoriums (3-Schicht-Betrieb) werden praxisnah mit dem Betreiber abgestimmt auf **6.570 h/a** verringert.

Der Krematoriumsbetreiber hat sich bereit erklärt, die unter 1. aufgeführten Emissionswerte einzuhalten. Gegebenenfalls würde das Krematorium darüber hinaus den Betrieb, wie unter 2. beschrieben, einschränken.

---

<sup>1</sup> Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘, verursacht durch ein benachbartes Krematorium, Projekt-Nr. 19-04-27-FR, 06.12.19, 40 Seiten

Die Schadstoffemissionen sind in Tabelle 2-1 zusammenfassend dargestellt. Zur Berechnung der Massenströme wird ein trockener Abgasvolumenstrom von 2.500 m<sup>3</sup>/h i. N. je Ofenlinie analog dem Gutachten aus 2019 angesetzt.

Als Summe über beide Öfen ergibt sich somit ein Volumenstrom von 5.000 m<sup>3</sup>/h. Durch Multiplikation der Schadstoffkonzentrationen mit diesem Volumenstrom errechnen sich die Massenströme.

*Tabelle 2-1: Emissionswerte und Massenströme bei Vollastbetrieb*

Schadstoff	Emissionswert (mg/m <sup>3</sup> )	Massenstrom (kg/h)	Grundlage
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	$0,05 \cdot 10^{-6}$ (0,05 ng/m <sup>3</sup> ) TEQ*	$0,25 \cdot 10^{-9}$	Selbstbeschränkung des Betreibers (50 % des Emissionswerts der 27. BImSchV (2013))
Quecksilber (Hg)	0,01	0,00005	TA Luft (2021), Nr. 5.2.2 Klasse I

\* TEQ: Toxizitätsäquivalent entsprechend der in Anhang 2 der 27. BImSchV genannten Dioxine und dioxinähnlichen Substanzen, angegeben als Summenwert nach dem dort angegebenen Verfahren.

Ein Aufstieg der Abgasfahne (Abgasfahnenuberhöhung) wird in der Ausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt, da aufgrund der umgebenden Bäume keine Ableitung in die freie Luftströmung vorliegt.

### 3 Ausbreitungsrechnung

Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können unserem Gutachten aus dem Jahr 2019 entnommen werden. Abweichend von den damaligen Ansätzen werden die Ausbreitungsrechnungen nun nach den Vorgaben der TA Luft (2021) durchgeführt. Darüber hinaus wird die horizontale Verdriftung von Regentropfen ('Tropfenverdriftung'; siehe Kapitel 3.1) berücksichtigt.

#### 3.1 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL“ (Janicke (2024)), Version 3.3.0-WI-x vom 22.03.2024, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021).

Das Ausbreitungsmodell wird

- mit der Qualitätsstufe +4 und
- mit der NOSTANDARD-Option WETDRIFT zur Berücksichtigung der Tropfenverdriftung bei der Ausweisung der nassen Deposition

betrieben.

### 3.2 Niederschlagsdaten

Zur Berücksichtigung der nassen Deposition in der Ausbreitungsrechnung soll entsprechend Anhang 2, Nr. 9.1 TA Luft (2021) eine Zeitreihe der Niederschlagsintensität, die vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wird, verwendet werden. Die Zeitreihe soll für das Bezugsjahr der meteorologischen Daten und den Standort gültig sein.

Derzeit stellt das Umweltbundesamt nur für den Zeitraum 2006 bis 2015 Daten zur Verfügung, so dass für das repräsentative Jahr 2016 eine Niederschlagszeitreihe vorhanden ist. Der mittlere Gesamtniederschlag des verfügbaren Zeitraumes beträgt 715 mm/a. Der Niederschlag des repräsentativen Jahres wurde auf diesen Wert skaliert. Regenereignisse liegen während 721 Stunden vor.

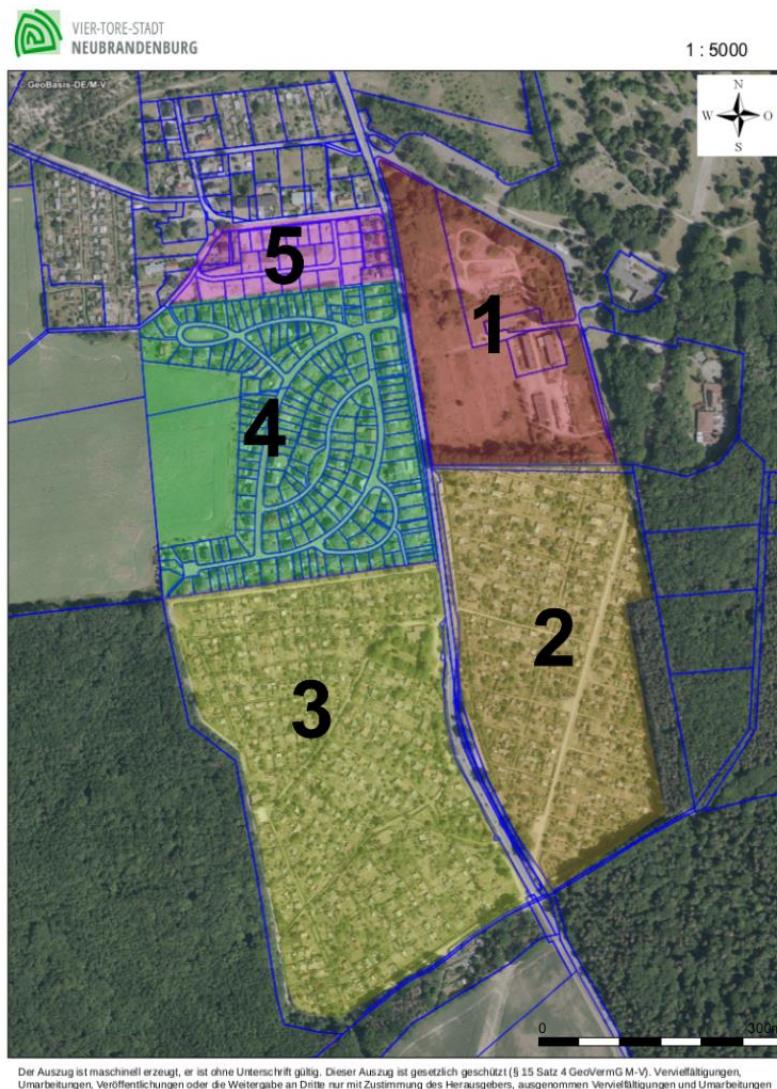


Abbildung 3-1: Lage des Planbereiche

## 4 Immissionen

### 4.1 Ort des maximalen Depositionsbeitrags

Der Ort des maximalen Immissionsbeitrags der Staub-, Quecksilber- und Dioxine-Deposition ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Der Ort ist für alle drei Stoffe identisch.

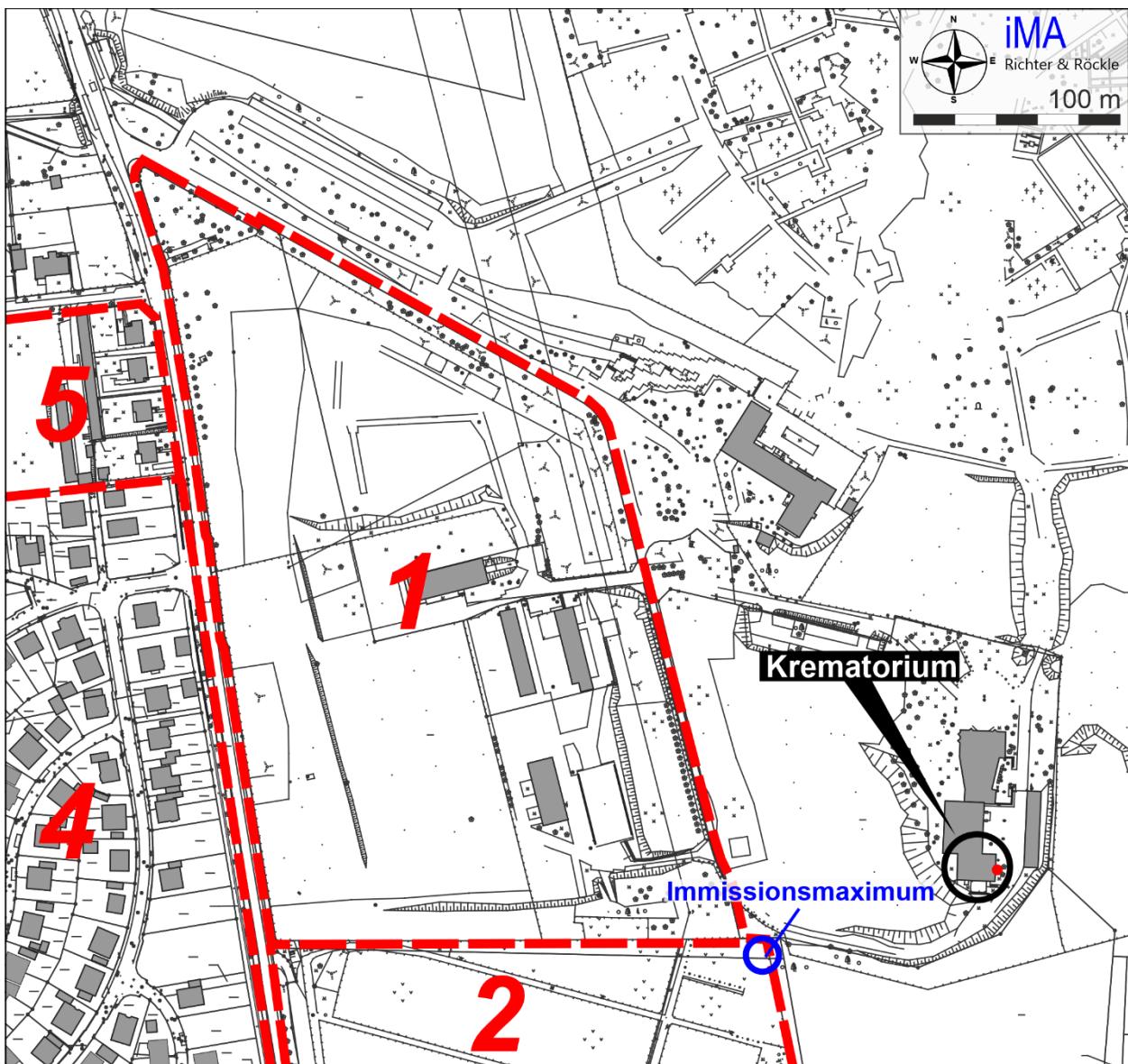


Abbildung 4-1: Lage des Immissionsmaximums der Deposition in der Liegenschaftskarte. Die benachbarten Planbereiche sind rot gekennzeichnet



Abbildung 4-2: Lage des Immissionsmaximums der Deposition im Luftbild. Die benachbarten Planbereiche sind rot gekennzeichnet. (Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2022 © Hexagon)

## 4.2 Immissionsbeitrag

### 4.2.1 Immissionsbeitrag bei bisheriger Betriebszeit

Setzt man konservativ einen 3-Schicht-Betrieb montags bis samstags (7.488 h/a) analog dem Gutachten aus 2019 an, so berechnet sich der Immissionsbeitrag der Anlage an der Schadstoffdeposition entsprechend Tabelle 4-1.

Tabelle 4-1: Schadstoffdeposition: Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung.

Betriebszeit: **7.488 h/a**

In Klammern: Ausschöpfung des Beurteilungswerts

Schadstoff	Einheit	Maximaler Immissionsbeitrag	Beurteilungswert	Irrelevanz
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	pg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,40 (4,4 %)	9	<b>0,45 (5 %)</b>
Quecksilber (Hg)	µg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,113 (11,3 %)	1	<b>0,05 (5 %)</b>

Die PCDD/F-Deposition unterschreitet die Irrelevanzschwelle. Die Quecksilberdeposition überschreitet die Irrelevanzschwelle.

#### 4.2.2 Immissionsbeitrag bei reduzierter Betriebszeit

Wird die Betriebszeit, praxisnah mit dem Krematoriumsbetreiber abgestimmt, auf 6.570 h/a verringert, so verringert sich der Immissionsbeitrag der Anlage analog dem Faktor 6.570/7.488 auf den in Tabelle 4-2 aufgeführten Beitrag.

Tabelle 4-2: Schadstoffdeposition: Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung.

Betriebszeit: **6.570 h/a**

In Klammern: Ausschöpfung des Beurteilungswerts

Schadstoff	Einheit	Maximaler Immissionsbeitrag	Beurteilungswert	Irrelevanz
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	pg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,35 (3,9 %)	9	<b>0,45 (5 %)</b>
Quecksilber (Hg)	µg/(m <sup>2</sup> ·d)	0,099 (9,9 %)	1	<b>0,05 (5 %)</b>

Die Quecksilberdeposition überschreitet weiterhin die Irrelevanzschwelle.

Für den Inhalt

Dr. Frank J. Braun  
 Diplom-Meteorologe

Stellvertretender fachlich Verantwortlicher  
 für Immissionsprognosen

Freiburg, den 09.05.2024

Claus-Jürgen Richter  
 Diplom-Meteorologe

Geschäftsführer

## Literatur

**27. BlmSchV** (2013): Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung vom 19. März 1997 (BGBl. I S. 545), die zuletzt durch Artikel 10 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist).

**Janicke, U.** (2024): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.3. Stand 2024-03-22. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).

**TA Luft** (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.

## Anhang1: Ergebnisabbildung

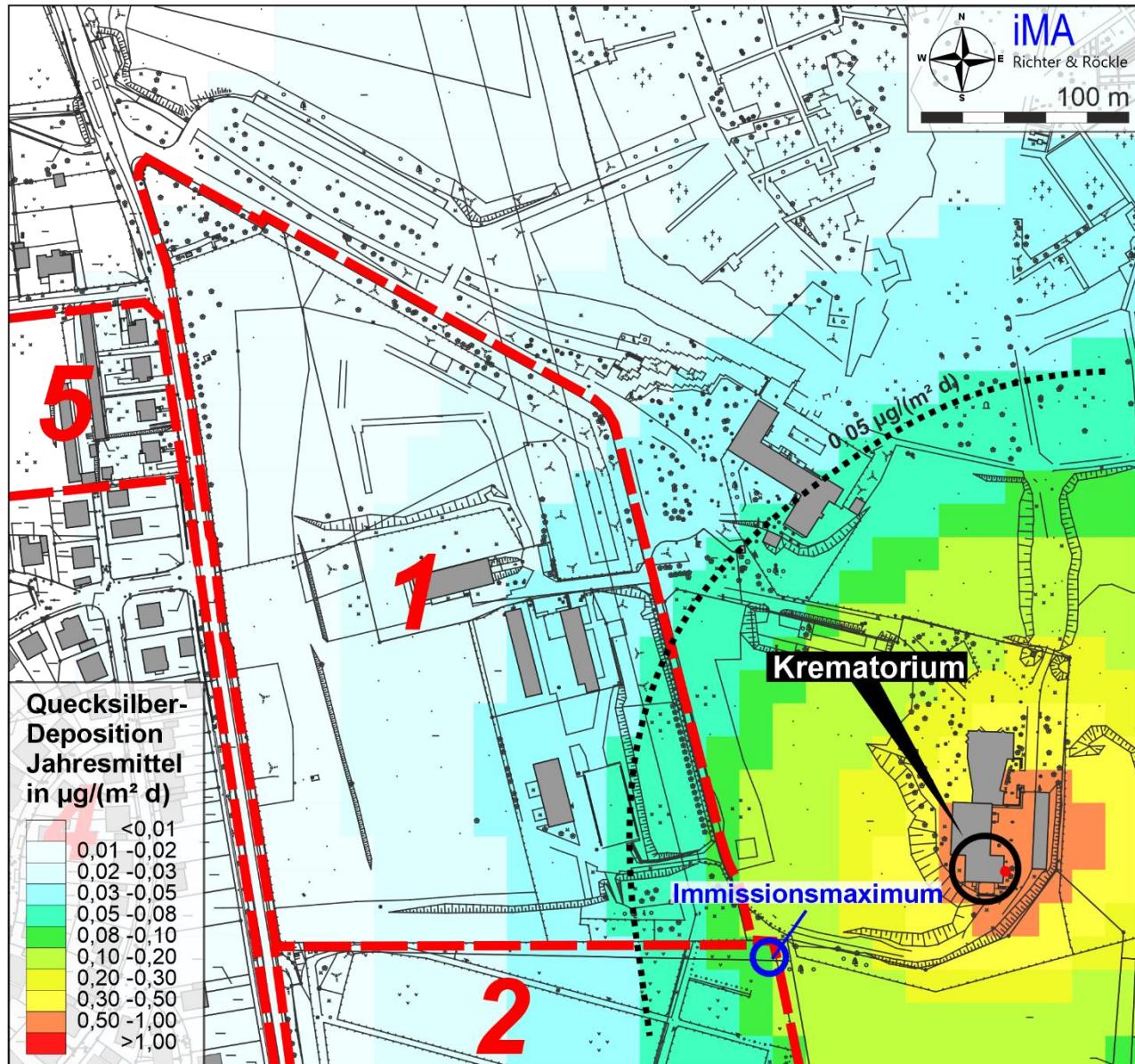


Abbildung A-1: Immissionsbeitrag des Krematoriums, bei reduzierter Betriebszeit entsprechend Kapitel 4.2.2.

Jahresmittelwerte der Quecksilber-Deposition.

Irrelevanzschwelle = 0,05  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ .

## Anhang 2: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung

2024-05-08 09:50:35 -----  
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x  
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024  
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

Arbeitsverzeichnis: ./.

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:21  
Das Programm läuft auf dem Rechner "FRANKFURT".

===== Beginn der Eingabe =====  
> ti "Krematorium"  
> gh ".../DHM/Neubrandenburg.DHM"  
> az ".../4-Meteorologie/akterm\_Trollenhagen\_2016\_prec\_Trollenhagen.akt"  
> xa 403 'Lage des Anemometers  
> ya -384  
> qs 4 'Qualitätsstufe  
> qb 0  
> os NESTING+SCINOTAT+NOSTANDARD+WETDRIFT  
> ri ?  
> z0 1.5  
> ux 33388879  
> uy 5933006  
> dd 16 32 64  
> x0 -352 -704 -1024  
> nx 44 44 32  
> y0 -352 -704 -1024  
> ny 44 44 32  
> xq 0.0  
> yq 0.0  
> aq 0.0  
> bq 0.0  
> hq 14.0  
> cq 0.0  
> wq 0.0  
> pm-1 0.7  
> pm-2 0.3  
> hg 1.0  
> xp -118 -136  
> yp -41 -8  
> hp 1.5 1.5  
===== Ende der Eingabe =====

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

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.06 (0.06).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.13 (0.12).  
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.19 (0.16).

AKTerm ".../4-Meteorologie/akterm\_Trollenhagen\_2016\_prec\_Trollenhagen.akt" mit 8760 Zeilen,  
Format 3  
Es wird die Anemometerhöhe ha=24.4 m verwendet.  
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.9 %.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663  
Prüfsumme TALDIA adcc659c  
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4  
Prüfsumme AKTerm 1e97582c  
Gesamtniederschlag 715 mm in 721 h.

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm".  
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0).  
TMT: Datei "././pm-j00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wetz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wets01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-dryz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-drys01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wetz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wets02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-dryz02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-drys02" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-j00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t35i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00z03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00s03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-t00i03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-depz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-deps03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wetz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-wets03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-dryz03" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././pm-drys03" ausgeschrieben.  
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "hg".  
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0).  
TMT: Datei "././hg-depz01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-deps01" ausgeschrieben.  
TMT: Datei "././hg-wetz01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "./hg-wets01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-dryz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-drys01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-depz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-deps02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-wetz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-wets02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-dryz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-drys02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-depz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-deps03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-wetz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-wets03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-dryz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "./hg-drys03" ausgeschrieben.  
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL\_3.3.0-WI-x.  
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"  
 TMO: Datei "./pm-zbpz" ausgeschrieben.  
 TMO: Datei "./pm-zbps" ausgeschrieben.

---

#### 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

---

PM	DEP :	6.622e-02 g/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
PM	DRY :	6.290e-02 g/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
PM	WET :	3.322e-03 g/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
HG	DEP :	9.175e+04 µg/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
HG	DRY :	8.688e+04 µg/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
HG	WET :	4.869e+03 µg/(m <sup>2</sup> *d)	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)

---

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

---

PM	J00 :	2.060e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.0%) bei x=	8 m, y=	8 m (1: 23, 23)
PM	T35 :	3.500e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.5%) bei x=	8 m, y=	24 m (1: 23, 24)
PM	T00 :	7.299e+02 µg/m <sup>3</sup>	(+/- 0.4%) bei x=	24 m, y=	8 m (1: 24, 23)

---

#### Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

---

PUNKT	01	02		
xp	-118	-136		
yp	-41	-8		
hp	1.5	1.5		
<hr/>				
PM	DEP	6.715e-03 0.1%	5.741e-03 0.1%	g/(m <sup>2</sup> *d)
PM	DRY	6.541e-03 0.1%	5.578e-03 0.1%	g/(m <sup>2</sup> *d)
PM	WET	1.741e-04 0.2%	1.632e-04 0.3%	g/(m <sup>2</sup> *d)

PM	J00	2.209e+01	0.1%	1.903e+01	0.1%	µg/m³
PM	T35	7.258e+01	0.8%	6.386e+01	1.2%	µg/m³
PM	T00	1.811e+02	0.8%	1.467e+02	0.8%	µg/m³
HG	DEP	9.498e+03	0.1%	8.148e+03	0.1%	µg/(m²*d)
HG	DRY	9.249e+03	0.1%	7.919e+03	0.1%	µg/(m²*d)
HG	WET	2.489e+02	0.2%	2.291e+02	0.2%	µg/(m²*d)

---

---

2024-05-09 08:34:03 AUSTAL beendet.

**Auftraggeber:** **Stadt Neubrandenburg**  
**Stadtplanung**  
**Lindenstraße 63**  
**17033 Neubrandenburg**

**Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des  
Bebauungsplans ‚Carlshöhe Ost‘, verursacht durch  
ein benachbartes Krematorium**

**Ergebnisdarstellung, Stand 21.11.2024**

**Datum:** **21.11.2024**  
**Projekt-Nr.:** **24-10-13-FR**  
**Berichtsnummer:** **0.1**  
**Umfang:** **8 Seiten**  
**Bearbeiter:** **Dr. Frank J. Braun, Diplom-Meteorologe**  
Stellvertretender fachlich Verantwortlicher  
für Immissionsprognosen  
**Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe**  
Geschäftsführer  
**iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG**  
**Eisenbahnstraße 43**  
**79098 Freiburg**  
**Tel.:** **0761/ 202 3766**  
**Fax.:** **0761/ 202 1671**  
**E-mail:** **[braun@ima-umwelt.de](mailto:braun@ima-umwelt.de)**

## Inhalt

<b>1 Situation und Aufgabenstellung .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Beurteilungsgrundlagen.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Emissionsmassenströme .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Ausbreitungsrechnung.....</b>	<b>4</b>
<b>5 Ort des maximalen Depositionsbeitrags .....</b>	<b>4</b>
<b>6 Emissionswerte.....</b>	<b>7</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>8</b>

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Neubrandenburg beabsichtigt, im Geltungsbereich des Bebauungsplans „Carlshöhe Ost“ eine Wohnbaufläche zu entwickeln und die nicht mehr benötigten technischen Betriebsflächen des Bauhofs umzunutzen. Zusätzlich sollen im Randbereich nicht störende friedhofsaffine Nutzungsarten etabliert werden.

Da sich östlich des Plangebiets ein Krematorium befindet, soll geprüft werden, ob die geplanten Nutzungen mit dem Krematorium verträglich sind. Hierzu wurde von uns mit Datum vom 06.12.2019 eine Immissionsprognose erstellt.<sup>1</sup> Darin wurde festgestellt, dass die Quecksilber- und Dioxin-Deposition in Teilen des Plangebiets über der Irrelevanzschwelle der TA Luft liegt.

Im Mai 2024 wurden weitere Prognosen mit niedrigeren Emissionswerten für Dioxine und Furane sowie Quecksilber durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass die PCDD/F-Deposition die Irrelevanzschwelle unterschreitet, die Quecksilberdeposition die Irrelevanzschwelle aber weiterhin überschreitet. Die Ergebnisse sind im Kurzbericht vom 09.05.2024 dargestellt<sup>2</sup>.

Nun soll geprüft werden, mit welchen maximalen Emissionswerten die Irrelevanzschwellen für die Deposition von PCDD/F und Quecksilber eingehalten werden bzw. um 30 % unterschritten werden.

Die Berechnungen erfolgen entsprechend der in der „Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des Bebauungsplanes Nr. 126 „Carlshöhe Ost“, verursacht durch ein benachbartes Krematorium“ vom 09.05.2024 dargestellten Eingangsdaten. Es werden die Betriebszeiten des Krematoriums von 6.570 h/a und von 7.488 h/a betrachtet.

Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

---

<sup>1</sup> Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des Bebauungsplans „Carlshöhe Ost“, verursacht durch ein benachbartes Krematorium, Projekt-Nr. 19-04-27-FR, 06.12.19, 40 Seiten.

<sup>2</sup> Prognose der Immissionen im Geltungsbereich des Bebauungsplans „Carlshöhe Ost“, verursacht durch ein benachbartes Krematorium; Ergebnisdarstellung, Projekt-Nr. 21-12-24-FR, 09.05.2024, 14 Seiten.

## 2 Beurteilungsgrundlagen

In der TA Luft sind in Nr. 4.5.1, Tabelle 6 Immissionswerte zum Schutz schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen aufgeführt. Gemäß Nr. 4.5.2 der TA Luft gilt ein Wert von 5 % des Jahresimmissionswerts als irrelevanter Immissionsbeitrag.

*Tabelle 2-1: Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen (Jahresmittelwerte)*

Schadstoff	Einheit	Immissionswert	Irrelevanzschwelle
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	pg WHO-TEQ/(m <sup>2</sup> ·d)	9	0,4949
Quecksilber (Hg)	µg/(m <sup>2</sup> d)	1	0,0549

## 3 Emissionsmassenströme

Zur Prognose der Emissionen wird ein trockener Abgasvolumenstrom von 2.500 m<sup>3</sup>/h i. N. je Ofenlinie analog zu unserem Gutachten aus dem Jahr 2019 angesetzt. Als Summe über beide Öfen ergibt sich somit ein Volumenstrom von 5.000 m<sup>3</sup>/h. Durch Multiplikation der Emissionswerte (siehe Kapitel 0) mit diesem Volumenstrom errechnen sich die Massenströme.

## 4 Ausbreitungsrechnung

Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können unserem Gutachten aus dem Jahr 2019 und dem Ergebnisbericht vom 09.05.2024 entnommen werden.

Ein Aufstieg der Abgasfahne (Abgasfahnenüberhöhung) wird in der Ausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt, da aufgrund der umgebenden Bäume keine Ableitung in die freie Luftströmung vorliegt.

## 5 Ort des maximalen Depositionsbeitrags

Der Ort des maximalen Immissionsbeitrags der Quecksilber- und Dioxine-Deposition ist in Abbildung 5-1 dargestellt. Der Ort ist für beide Stoffe identisch.

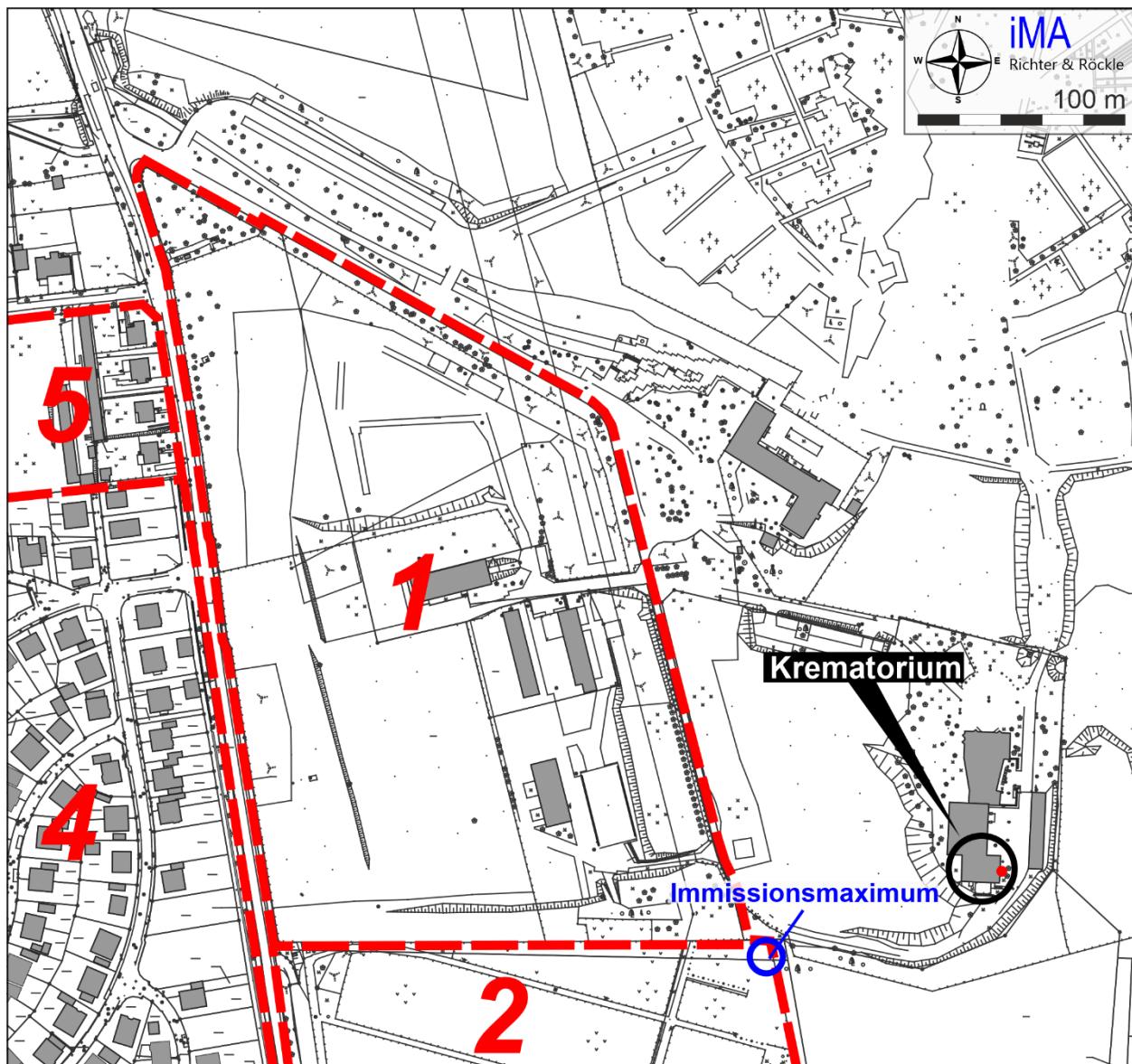


Abbildung 5-1: Liegenschaftskarte mit Lage des Immissionsmaximums der Deposition in den Plangebieten. Die Plangebiete sind rot gekennzeichnet.



Abbildung 5-2: Luftbild mit Lage des Immissionsmaximums der Deposition in den Plangebieten. Die benachbarten Plangebiete sind rot gekennzeichnet. (Luftbildgrundlage: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG 2022 © Hexagon)

## 6 Emissionswerte

Die maximalen Emissionswerte, die gerade zu einer Einhaltung der Irrelevanzschwelle führen, sind in Tabelle 6-1 für eine praxisnahe Betriebszeit von 6.570 h/a sowie für einen 3-Schicht-Betrieb (7.488 h/a) aufgeführt.

*Tabelle 6-1: Schadstoffdeposition: Maximale Emissionswerte, die zu einer Einhaltung der Irrelevanzschwelle führen*

Schadstoff	Maximaler Emissionswert		Irrelevanzschwelle*
	Betriebszeit 6.570 h/a	Betriebszeit 7.488 h/a	
PCDD/F + dIPCB	0,070 ng/m <sup>3</sup>	0,061 ng/m <sup>3</sup>	0,45 pg/(m <sup>2</sup> ·d) (5 %)
Quecksilber (Hg)	0,0050 mg/m <sup>3</sup>	0,0048 mg/m <sup>3</sup>	0,05 µg/(m <sup>2</sup> d) (5 %)

\* in Klammern: Ausschöpfung des Immissionswerts

Die Emissionswerte, die zu einer Unterschreitung der Irrelevanzschwelle um 30 % führen, sind in Tabelle 6-1 dargestellt.

*Tabelle 6-2: Schadstoffdeposition: Maximale Emissionswerte, die zu einer Unterschreitung der Irrelevanzschwelle um 30 % führen.*

Schadstoff	Maximaler Emissionswert		70 % der Irrelevanzschwelle*
	Betriebszeit 6.570 h/a	Betriebszeit 7.488 h/a	
PCDD/F + dIPCB	0,045 ng/m <sup>3</sup>	0,039 ng/m <sup>3</sup>	0,315 pg/(m <sup>2</sup> ·d) (3,5 %)
Quecksilber (Hg)	0,0035 mg/m <sup>3</sup>	0,0031 mg/m <sup>3</sup>	0,035 µg/(m <sup>2</sup> d) (3,5 %)

\* in Klammern: Ausschöpfung des Immissionswerts

Für den Inhalt

Dr. Frank J. Braun  
 Diplom-Meteorologe

Stellvertretender fachlich Verantwortlicher  
 für Immissionsprognosen

Freiburg, den 21.11.2024

Claus-Jürgen Richter  
 Diplom-Meteorologe

Geschäftsführer

## Literatur

**27. BlmSchV** (2013): Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung vom 19. März 1997 (BGBl. I S. 545), die zuletzt durch Artikel 10 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist).

**Janicke, U.** (2024): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.3. Stand 2024-03-22. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).

**TA Luft** (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.