

**Deponie Haus Forst  
Änderung der Kubatur, Einrichtung und  
Betrieb als DK I- und DK II-Deponie  
Antrag auf Planfeststellung gemäß §35 Abs. 2 KrWG**

## **Anlage 3**

# **Staubprognose**

**Ermittlung und Beurteilung**  
der  
**Luftqualitätsdaten von Partikel (PM10), Partikel (PM2.5) und Staubbiederschlag**  
**sowie deren Inhaltsstoffe**  
**im Umfeld**  
der  
**geplanten DKI- und DKII-Deponie Haus Forst**  
in  
**Kerpen**

<b>Auftraggeber:</b>	REMEX GmbH Betriebsstätte Deponie Kerpen Haus Forst 50170 Kerpen
<b>Bestell-Nr. / -datum:</b>	- / 14. März 2019
<b>ANECO-Auftrags-/Berichts-Nr.:</b>	18892-001
<b>Projektbearbeiter:</b>	Uwe Hartmann Nicole Borcharding
<b>Seitenanzahl:</b>	59 + Anhang
<b>Datum:</b>	24. Januar 2024

---

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seiten
<b>1 Allgemeines und Aufgabenstellung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Orts- und Anlagenbeschreibung</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Emissionsrelevante Angaben</b> .....	<b>7</b>
3.1 Allgemeines.....	7
3.2 Berechnungsgrundlagen der VDI 3790 Blätter 3 und 4.....	7
3.3 Ermittlung von Emissionsfaktoren.....	11
<b>4 Durchführung der Ausbreitungsrechnung</b> .....	<b>20</b>
4.1 Ausbreitungsrechnung für Stäube.....	20
4.2 Ermittlung der Deposition.....	21
4.3 Quellen.....	22
4.4 Inhaltsstoffe.....	25
4.5 Meteorologie.....	27
4.6 Rechengebiet.....	29
4.7 Aufpunkte.....	30
4.8 Bodenrauigkeit.....	30
4.9 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.....	31
4.10 Berücksichtigung von Bebauung.....	31
4.11 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten.....	31
<b>5 Ergebnisse der Immissionsprognose</b> .....	<b>35</b>
<b>6 Bewertung der Ergebnisse</b> .....	<b>46</b>
6.1 Immissionswerte.....	46
6.2 Vorbelastung.....	49
6.3 Messungen im Umfeld der Deponie Haus Forst.....	51
6.4 Beurteilung anhand des Irrelevanzkriteriums.....	54



18892-001

ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon (02161) 3 01 69-0 Telefax (02161) 3 01 69-22  
Wehnerstraße 1-7 41068 Mönchengladbach

---

6.5	Beurteilung von Benzo(a)pyren (Deposition) .....	55
7	Literaturverzeichnis .....	58

## 1 Allgemeines und Aufgabenstellung

Die Deponie Haus Forst wurde erstmalig am 11.07.1977 als Deponie der Klasse II planfestgestellt und von 1979 bis 2005 als Hausmülldeponie des Rhein-Erft-Kreises zur Ablagerung von Siedlungsabfällen genutzt. Mit Inkrafttreten des Ablagerungsverbotes für nicht vorbehandelte Siedlungsabfälle zum 1. Juni 2005 wurden die bis zu diesem Zeitpunkt betriebenen alten Deponieabschnitte im Mai 2005 stillgelegt und zunächst keine weiteren Abfälle mehr abgelagert.

Mit Planfeststellungsbeschluss vom 29.06.2018 wurde die Wiederinbetriebnahme der Deponie Haus Forst und der Betrieb als DK I-Deponie durch die Bezirksregierung Köln genehmigt (Az. 52.03.09-0010/16/3.8/PF-Be). Im Vorfeld des Planfeststellungsverfahrens wurden u. a. Staub- und Staubinhaltsstoff gemessen und Immissionsprognosen erstellt, um den Nachweis zu führen, dass der geplante Betrieb der DK I-Deponie mit den Luftqualitätszielen verträglich ist. Zur Beurteilung der Immissionen staubförmiger Stoffe wurden die Immissionswerte der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, [1]) herangezogen.

Die Einrichtung des im Rahmen des Planfeststellungsbeschlusses ersten Deponieabschnitts DA4a u. a. mit der Basisabdichtung ist inzwischen abgeschlossen. Der Deponieabschnitt DA4a wurde am 17.04.2020 in Betrieb genommen. Die Erweiterung im angrenzenden Deponieabschnitt DA4b wurde im Jahr 2022 hergestellt und am 14. Dezember 2022 in Betrieb genommen.

Die REMONDIS GmbH & Co. KG Region Rheinland, vertreten durch die REMEX GmbH beabsichtigt aufgrund veränderter abfallwirtschaftlicher Rahmenbedingungen die möglichst umfassende Nutzung des Altdeponiestandortes. Es ist vorgesehen, die Kubatur der Deponie Haus Forst durch eine Anpassung / Versteilung der geplanten Oberflächenböschungen sowie durch eine Anhebung des bisherigen Hochpunktes zu vergrößern und zusätzlich zu der bisher genehmigten DK I-Ablagerung einen getrennten DK II-Bereich einzurichten und zu betreiben.

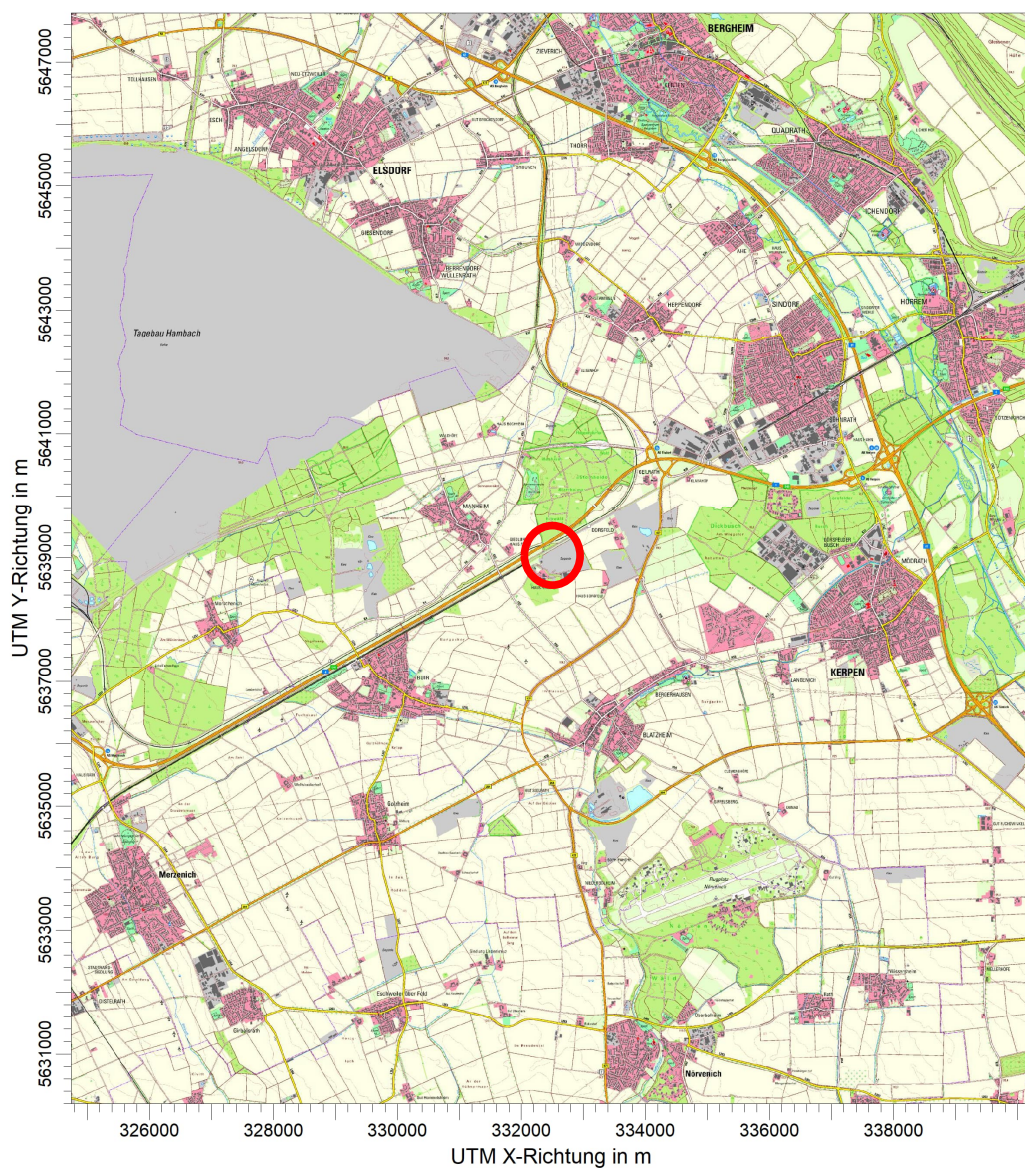
Dieses Vorhaben hat Auswirkungen auf die Emissionen staubförmiger Stoffe sowie deren Inhaltsstoffe. Im Rahmen des erforderlichen Genehmigungsverfahrens sind die Ermittlung und Beurteilung von staubförmigen Emissionen und Immissionen erforderlich. Hierzu beauftragte die REMEX GmbH die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit der Aktualisierung der Vorbelastungsdaten durch Immissionsmessungen und mit der Erstellung einer Immissionsprognose.

Die Staubemissionen werden für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Deponie, die als eine Anlage im Sinne des immissionsschutzrechtlichen Anlagenbegriffs betrachtet wird, ermittelt. Die Staubemissionen werden mithilfe der Emissionsfaktoren der Richtlinien VDI 3790 Blätter 3 und 4 [2,3] berechnet. Es werden die Anlieferungsprozesse, Abgabe von Deponat auf die Deponie sowie die Einbautätigkeiten betrachtet. Zudem werden die motorbedingten Staubemissionen der auf der Deponie betriebenen Fahrzeuge über die Richtlinie EU 2016/1628 [4] berücksichtigt. Die Auswirkungen auf die Umgebung werden mit rechnerischer Immissionsprognose ermittelt. Grundlage der Untersuchungen sind die Regelungen der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) sowie die einschlägigen DIN- und VDI-Normen.

Die Beurteilung der ermittelten Immissionen von Partikel (PM10;PM2.5), Staubbiederschlag und deren Inhaltsstoffe erfolgt anhand des Beurteilungssystems der TA Luft (Nr. 4).

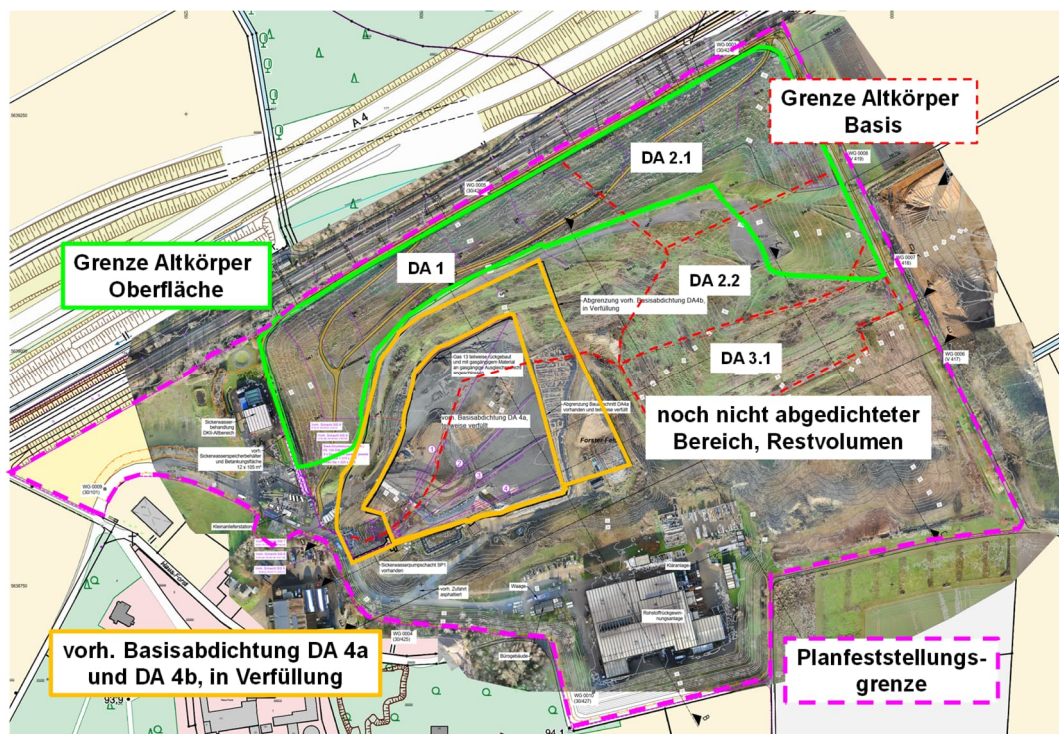
## 2 Orts- und Anlagenbeschreibung

Der Standort der Deponie Haus Forst liegt ca. 5 km westlich der Stadt Kerpen. Die Kolping-Stadt Kerpen gehört zum Rhein-Erft-Kreis, liegt in der Kölner Bucht und im rheinischen Braunkohlerevier (Abbildung 1). Die Deponie befindet sich unmittelbar südlich der Bahntrasse Köln-Aachen. Der Braunkohle-Tagebau Hambach wird in seiner geplanten und genehmigten Ausbreitung mit seiner Südgrenze bis auf wenige hundert Meter an die Deponie heranreichen.



**Abbildung 1:** Lage der Deponie Haus Forst, © GeobasisNRW.

Die Umgebung ist wellig und ländlich durch landwirtschaftliche Nutzflächen und Grünflächen geprägt. Im Norden der Deponie liegt der Wald Steinheide und in unmittelbar nördlicher Richtung verläuft die Autobahn A 4, die RWE-eigene Hambachbahn sowie die Bahnverbindung Köln-Aachen. In direkte Nachbarschaft liegen das Gut Haus Forst, die Siedlung Haus Forst und mehrere Streusiedlungen.



**Abbildung 2:** Derzeitiger Deponie. © REMEX GmbH.

Die Deponie Haus Forst befindet sich auf dem Standort einer ehemaligen Kiesgrube und erstreckt sich auf insgesamt ca. 37.8 ha mit einer maximalen Ausdehnung von ca. 1000 m in Ost-West-Richtung und ca. 750 m in Nord-Süd-Richtung. Der nördliche Bereich des Deponiealtkörpers (siehe Abbildung 2) ist bis auf die genehmigte Endhöhe verfüllt und auf einer Fläche von ca. 5.9 ha mit einem Oberflächenabdichtungssystem endabgedeckt und rekultiviert.

Nachdem die Deponie Haus Forst als DK I-Deponie wie dargestellt seit rund zwei Jahren in Betrieb ist und im Zuge der Inbetriebnahme einige Rahmenbedingungen hinsichtlich der Deponieaufstandsfläche angepasst wurden, werden nun folgende Änderungen in der aktualisierten Planung berücksichtigt:

- Erhöhung der Oberfläche von bisher maximal 120 m NHN auf nun 135 m NHN (jeweils Oberkante Rekultivierung).
- Vergrößerung des nutzbaren Deponiegesamtvolumens wird von bisher ca. 4.4 Mio. m<sup>3</sup> auf ca. 6.8 Mio. m<sup>3</sup>
- Aufteilung der Deponie in einen Ablagerungsbereich für DK I- und einen DK II-Abfälle
- Aufteilung des Deponienutzvolumens: ca. 3.5 Mio. m<sup>3</sup> DK I, ca. 3.3 Mio. m<sup>3</sup> DK II

- Erweiterung des Abfallkatalogs um einige gefährliche Abfälle gemäß AVV für den DK I-Bereich und Neuaufstellung eines Abfallkatalogs für den DK II-Bereich.

Der reguläre Deponiebetrieb erfolgt an nachfolgenden Öffnungszeiten:

- Montag – Freitag von 07:00 Uhr bis 16:00 Uhr
- An Samstagen, Sonn- und Feiertagen ist die Deponie geschlossen.

Nur in Ausnahme-/Notfällen sollte die Möglichkeit der Abfallanlieferung über diese Zeiträume bestehen. Die maximalen Anlieferzeiten sind wie folgt festgelegt:

- Montag – Freitag von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr
- Samstag von 06:00 bis 14:00 Uhr.

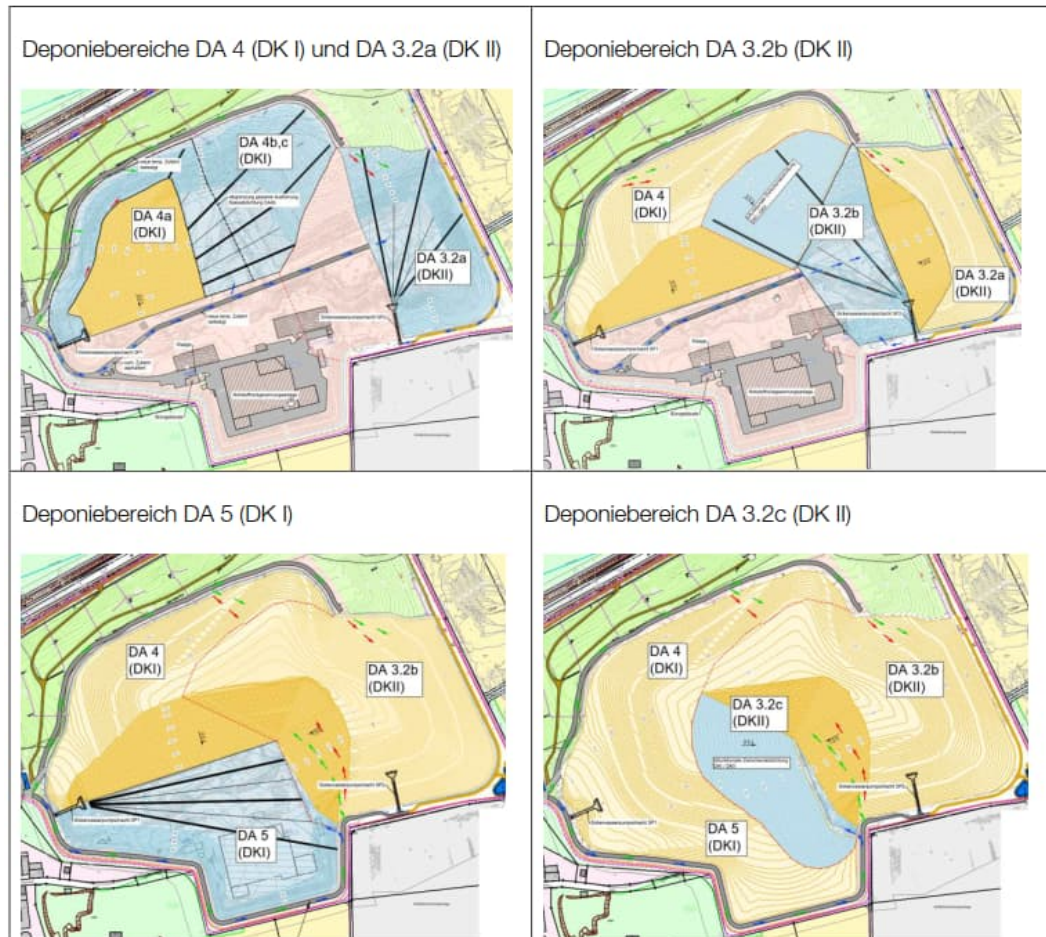
Außerhalb der oben genannten Betriebszeiten ist die Deponie für die Abfallanlieferung geschlossen.

Die Einbaumenge pro Jahr (DK I und DK II zusammen) wird unverändert mit durchschnittlich 250.000 t/a bis 300.000 t/a und maximal 350.000 t/a angesetzt, so dass sich die resultierende Verkehrsbelastung für die Anlieferung nicht verändert. Die Anlieferung der mineralischen Abfälle erfolgt überwiegend mit Sattel-LKW, die nach allen Erfahrungen des Deponiebetreibers eine Zuladung von 24 t aufweisen.

Der Einbaubetrieb beider Deponien DK I und DK II von regulär 9 h/d erfolgt in der Regel durch Einschleppen der Abfälle mit einer Planieraupe (für 6-8 h/d) sowie – während der Standzeiten der Raupe - für einen setzungsarmen Einbau der mineralischen Abfälle durch die Verdichtung mittels Walze (für 2-4 h/d).

Zur Staubbindung wird temporär ein Wasserwagen mit Traktor an 2 h/d eingesetzt. Die asphaltierte Betriebsstraße wird an 2h/d arbeitstäglich gereinigt.





**Abbildung 3:** Übersicht über die Lage der Deponie- und Bauabschnitte. © REMEX GmbH

Die Umsetzung der hier beantragten Maßnahme erfolgt in mehreren Bauabschnitten. Hierbei wird die Gesamtfläche – in Anlehnung an die bestehende Planfeststellung - in drei Hauptabschnitte geteilt. Die Einrichtung dieser drei Deponiebetriebsabschnitte DA 4, DA 3.2 und DA 5 erfolgt darüber hinaus ebenfalls abschnittsweise. Eine Übersicht über die Deponie- und Bauabschnitte zeigt Abbildung 3.

Nach vollständiger Verfüllung eines Teilabschnittes erfolgt mit zeitlichem Vorlauf die Herrichtung der Basis- und bifunktionalen Zwischenabdichtung des nächsten Teilabschnittes und sukzessive die Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems der verfüllten Abschnitte. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass zu jedem Zeitpunkt möglichst kleinräumige Ablagerungsbereiche offen liegen, so dass der Sickerwasseranfall und die Emissionen, die vom Ablagerungsbereich ausgehen können, minimiert werden.

Die Zufahrt auf die eigentliche Deponiefläche erfolgt ausschließlich von Westen her. Diese Zufahrt dient sowohl dem Baustellenverkehr, als auch dem Deponiebetrieb. Bei diesem Logistikkonzept werden temporäre Baustraßen notwendig, die allerdings aus verdichteten, definierten Deponieersatzbaustoffen hergestellt werden können und Teil des Deponiekörpers werden. Eine Straße im Süden um den Deponiekörper herum wird erst mit Einrichtung des Deponieabschnittes DA 5 erforderlich, wenn also die Abfallbehandlungsanlage nicht mehr in



18892-001

ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon (02161) 3 01 69-0 Telefax (02161) 3 01 69-22  
Wehnerstraße 1-7 41068 Mönchengladbach

---

Betrieb bzw. vorhanden ist. Über diese Zufahrt wird die Beschickung des DK II-Bereiches DA 3.2c gewährleistet.

### 3 Emissionsrelevante Angaben

#### 3.1 Allgemeines

Die Entstehung von Staubemissionen bei Lagerung, Umschlag und Transport von Materialien wird von den Einflussgrößen Materialeigenschaft, Umgebungsbedingungen / Meteorologie, Anlageneinflüsse und Minderungsmaßnahmen bestimmt. Die Berechnung der Emissionen erfolgt auf Basis der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 [2] für die Umschlagvorgänge und mithilfe der Emissionsfaktoren der Richtlinie VDI 3790 Blatt 4 [3] für die Transporte. Mit Hilfe der in der Richtlinie genannten Emissionsfaktoren können Staubemissionsmassenströme in Abhängigkeit der individuellen Einflussgrößen berechnet werden. Nach allen Erfahrungen sind diese Massenströme konservativ, da Umschlagsstoffe hinsichtlich ihres Staubfreisetzungsverhaltens stark variieren, d. h. in der Regel werden die tatsächlichen Verhältnisse überschätzt.

Beim Umschlag von Materialien verursacht jeder einzelne Verfahrensschritt, wie z. B. Abgabe von Deponat auf Deponie, eine mehr oder weniger starke Freisetzung von Stäuben. Sofern der Umschlag in nicht völlig geschlossenen Räumen stattfindet, haben schwebfähige Teilchen die Möglichkeit, über die Öffnungen als Emission auszutreten. Bei Transportvorgängen ist die Aufwirbelung von Staub auf den Straßen maßgeblich für die Ermittlung der Staubemission.

Es werden folgende Prozesse berücksichtigt:

Prozesse
Abgabe des Deponats
Einbau und Verdichten des Deponiekörpers mittels Raupe /Walze
Transporte auf unbefestigten Fahrwegen

Zudem werden die zur Staubemissionen führenden Prozesse bei der Abgabe von Boden zur Rekultivierung berücksichtigt.

Die Berechnung der Staubemissionen zur Immissionsprognose erfolgt für die maximale Anliefermasse von 350000 t/a.

#### 3.2 Berechnungsgrundlagen der VDI 3790 Blätter 3 und 4

##### 3.2.1 Abwurf

Die rechnerische Ermittlung eines normierten Emissionsfaktors  $q_{norm}$  erfolgt bei diskontinuierlichen Abwurfverfahren über

$$q_{AB} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0.5 \cdot k_{Gerät} \cdot \rho_S \cdot k_U$$
$$k_H = \left( \frac{H_{frei}}{2} \right)^{1.25}$$

Der normierte Emissionsfaktor  $q_{norm}$  beträgt bei diskontinuierlichen Abwurfverfahren

$$q_{norm} = a \cdot 2.7 \cdot M^{-0.5}$$

Hierbei gibt  $a$  als Gewichtungsfaktor den Grad der Staubeentwicklung des Materials wieder. Er nimmt gemäß Tabelle 3, Kapitel 7.2.3 der VDI 3790 Blatt 3 folgende Werte an:

Materialeigenschaft	<i>a</i>
stark staubend	$\sqrt{10^5}$
(mittel) staubend	$\sqrt{10^4}$
schwach staubend	$\sqrt{10^3}$
Staub nicht wahrnehmbar	$\sqrt{10^2}$
außergewöhnlich feuchtes / staubarmes Gut	$\sqrt{10^0}$

M ist die Abwurfmenge in t/Abwurf bei diskontinuierlichen Verfahren (Abwurf von Lkw).  $\rho_s$  ist die Schüttdichte (t/m<sup>3</sup>) des Deponats,  $k_U$  ein Umfeldfaktor,  $k_H$  der Auswirkungsfaktor,  $k_{Gerät}$  Korrekturfaktor und  $H_{frei}$  die freie Fallhöhe in m.

### 3.2.2 Transport

#### Unbefestigte Fahrwege

Die durch das Fahren von Fahrzeugen auf unbefestigten Fahrwegen verursachten Staubemissionen  $q_T$  können gemäß [3] nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$q = k_{KGV} \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2.7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \cdot (1 - k_M)$$

mit:

$q_T$  Emissionsfaktor in g/(m·Fzg)

$k_{KGV}$  Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung

a korngößenabhängiger Exponent

b korngößenabhängiger Exponent

S Feinkornanteil des Straßenmaterials in %

W mittlere Masse der Fahrzeugmasse in t

p Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm Niederschlag

$k_M$  Kennzahl für die Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen

Der Faktor  $k_{KGV}$  und die Exponenten a und b werden korngößenverteilt gemäß folgender Tabelle angesetzt:

Korngröße in $\mu\text{m}$	PM2.5	PM10	PM30
$k_{KGV}$	42	422	1381
a	0.9	0.9	0.7
b	0.45	0.45	0.45

Für die Korngrößenklassen des Ausbreitungsmodells ergeben sich dann die folgenden Faktoren:

Korngröße in µm	PM2.5	PM10	PM30
$k_{Kgv}$	42	380	959

Für den Feinkornanteil des Fahrwegs werden in der Richtlinie VDI 3790 Blatt 4 folgende Werte genannt:

Industriebetrieb	Mittlerer Feinkornanteil S in %
Eisen- und Stahlproduktion	6
Sand- und Kiesverarbeitung (Werkstraße)	4.8
Steinbruch (Werkstraße)	10
Steinbruch (Transportweg von/zur Grube)	8.3
Siedlungsabfalldeponie	6.4

Für unbefestigte Fahrwege wird in den meisten Fällen ein mittlerer Feinkornanteil von 5 bis 10 % angegeben. Gemäß VDI 3790 Blatt 4 wird ein Konventionswert von 5.2 % empfohlen.

#### Befestigte Fahrwege

Die durch das Fahren von Fahrzeugen verursachten Staubemissionen  $q_T$  können nach folgender Gleichung für befestigte Fahrwege berechnet werden [3].

$$q = k_{KGV} \cdot sL^{0.91} \cdot \left(\frac{W}{1.1}\right)^{1.02} \cdot \left(1 - \frac{p}{3 \cdot 365}\right) \cdot (1 - k_M)$$

mit:

$q_T$  Emissionsfaktor in g/(m·Fzg)

$k_{Kgv}$  Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung

sL Feinkornbeladung der Straßen in g/m<sup>2</sup>

W mittlere Masse der Fahrzeugmasse in t

p Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Regenniederschlag

$k_M$  Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Der Faktor  $k_{Kgv}$  wird je nach Staubkorngröße gemäß folgender Tabelle angesetzt:

Korngröße	PM2.5	PM10	PM30
$k_{Kgv}$ in g/km	0.15	0.62	3.23

Für die Korngrößenklasse des Ausbreitungsmodells ergeben sich die folgenden Faktoren:

Korngröße	PM2.5 pm-1	PM10 pm-2	PM30 pm-u
$k_{Kgv}$ in g/km	0.15	0.47	2.61

Für die Flächenbeladung gibt es folgende Anhaltswerte [3]:

Verschmutzung sL	Konventionswert in g/m <sup>2</sup>
gering (kein sichtbare Staubentwicklung durch Fahrzeuge auf trockenem Fahrweg)	1
mäßig	5
hoch	60

Die Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Regenniederschlag kann Anhang 1 der VDI 3790 Blatt 4 entnommen werden.

Die Befestigung von Fahrwegen und damit die Möglichkeit der regelmäßigen Reinigung durch Kehren kann zu einer wesentlichen Reduktion der Staubemission beitragen.

Während die Befeuchtung unbefestigter Fahrwege über längere Zeiträume wirksam bleibt, trocknen befestigte Fahrwege in der Regel deutlich schneller ab. Somit versteht sich die Befeuchtung von befestigten Fahrwegen primär als eine Maßnahme zum Abspülen von Verschmutzungen. Die Wirksamkeit der Maßnahme resultiert somit aus einer Reduzierung der Flächenbeladung sL.

Bei Kombination von  $n$  verschiedener Maßnahmen mit den Kennzahlen  $k_{m,i}$  ( $i = 1$  bis  $n$ ) ergibt sich die Kennzahl als Summe aller Maßnahmen zu:

$$(1 - k_{m \text{ Gesamt}}) = \prod_{i=1}^n (1 - k_{m,i})$$

und somit :

$$k_{m \text{ Gesamt}} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - k_{m,i})$$

Zudem spielt die Fahrgeschwindigkeit bei der Aufwirbelung durch Fahrbewegungen eine wesentliche Rolle. Dieser Parameter ist in den angegebenen Formeln nicht enthalten. Die Emissionsfaktoren wurden für eine Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h hergeleitet. Die Kennzahl der Maßnahmenwirksamkeit kann um 0.2 je Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit um 10 km/h erhöht werden.

### 3.2.3 Lagerung

Die Staubabtragung von der Oberfläche einer Schüttung mit einer hinreichenden Anzahl von Feinpartikeln ist nach VDI 3790 Blatt 3 [2] durch die dimensionslose Kennzahl  $C_A$

$$C_A = \frac{F'_w}{F'_K} = 0.1 \cdot \frac{v_w^2}{d_{50} \cdot k_f \cdot p_k \cdot \tan \alpha} = \text{const.} \cdot v_w^2$$

bestimmt, die als das Verhältnis der auf das Korn beim Böschungswinkel  $\alpha$  einwirkenden Windkraft  $F'_w$  zur Haftkraft des Kornes in der Schüttung  $F'_K$  definiert ist. Diese Kennzahl  $C_A$  ist von dem Quadrat der Windgeschwindigkeit  $v_w$  (in m/s), der mittleren Korngröße  $d_{50}$  (in mm) einem dimensionslosen Korrekturfaktor  $k_f$  für die Materialfeuchte zwischen 1 (trocken) und 3 (z.B. Eisenerz, Kohle, sofern Feuchtigkeit > 3%) und der Korndichte  $p_k$  (in g/cm<sup>3</sup>) des Schüttungsgutes sowie dem Tangens des Böschungswinkel  $\alpha$  der Schüttung abhängig.

Je nach Oberflächenbeschaffenheit, Zusammensetzung und geometrischer Form der Schüttung ist die Kennzahl  $C_A$  bei gleicher Windgeschwindigkeit unterschiedlich groß und demgemäß auch der Staubabtrag am Lagergut. Bei  $C_A \leq 1$  ist die Haftkraft des Korns in der Schüttung größer oder gleich der Windkraft, und es wird kein Feingut abgetragen. Dies ist nur bei  $C_A > 1$  der Fall, wobei dann vom angreifenden Wind Feingut bestimmter Korngröße und Dichte aufgenommen wird.

Für den technisch realen Bereich der Kennzahl  $C_A \leq 7$  konnte durch Windkanalversuche zur Abtragung durch Windangriff an kegeligen Schüttungen für den flächenbezogenen Staubabtrag für  $q_L$  (in  $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ) die Gleichung

$$q_L = 5 \cdot (C_A - 1)^{1.6}$$

aufgestellt werden.

### 3.2.4 Motorbedingte Emissionen

Die motorbedingten Staubemissionen der sog. Offroadfahrzeuge werden mithilfe der maximalen Emissionsfaktoren der europäischen Verordnung EU 1628/2016 [4] ermittelt. Die Verordnung legt Höchstmengen an Schadstofffrachten für verschiedene Fahrzeugtypen in Abhängigkeit des Leistungsbereichs des Fahrzeugs fest.

Die im Rahmen des Deponiebetriebs eingesetzten Fahrzeuge Radlader, Walze und Raupe werden der Klasse „NRE Stufe V“ zugeordnet. Danach ergibt sich ein Emissionsfaktor für Staub von 0.015 g/kW.

### 3.3 Ermittlung von Emissionsfaktoren

Nachfolgend werden die für die Deponie Haus Forst relevanten Emissionsfaktoren und Emissionsraten bestimmt. Die Emissionsraten ergeben sich auf Grundlage der maximalen jährlichen Anliefermasse von 350000 t/a. Zur Berechnung der für die Ausbreitungsrechnungen erforderlichen stündlichen Emissionsraten der einzelnen Staubfraktionen wird von den Öffnungszeiten der Deponie ausgegangen. Arbeitstäglich öffnet die Deponie für 9 Stunden (7:00 Uhr bis 16 Uhr von Montag bis Freitag). Insgesamt ergeben sich 2340 h/a.

Es wird der Deponieabschnitt DA 4 (DK I) DA 3.2 (DK II) betrachtet. In diesem Abschnitt liegen die Quellen am nächsten an der Deponiegrenze und führen somit zu tendenziell höheren Immissionen außerhalb des Deponiegeländes.

#### 3.3.1 Umschlagvorgänge

Zur Festlegung der Staubneigung liegen weitreichende Erfahrungen vor. Abbildung 4 zeigt beispielhaft einen Abkippvorgang von Deponat aus einem Sattelaufliieger. Durch Kippen des Aufliegers rutscht das Deponat auf die Deponie. Die freie Fallhöhe beträgt, dadurch dass das Deponat angehäuft wird, nur wenige Zentimeter. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass wahrnehmbare Staubemissionen nicht zu erkennen sind. Während des Abkippvorgangs wurden keinerlei Maßnahmen zur Staubminderung eingesetzt.



**Abbildung 4:** Abkippen von Deponat aus einem Sattelaufleger. © ANECO

Trotz dieser Erkenntnisse wird Staubeigenschaft der Deponate gemäß VDI 3790 Blatt 3 als „schwach staubend“ angenommen:

Parameter	Deponat
Materialeigenschaft	schwach staubend
Gewichtungsfaktor a	32
mittlere Schüttdichte des Materials $\rho_s$ [t/m <sup>3</sup> ]	1.65
Anliefermenge [t/a]	350000

Die Schüttdichte des Deponats entspricht der Schüttdichte von Böden und beruht auf Betreiberangaben. Es wird davon ausgegangen, dass ein Anlieferfahrzeug 24 t Material transportiert. Die freie Fallhöhe beträgt 1 m. Diese Wahl führt zu sehr konservativen Staubemissionen. Die räumliche Zuordnung der ermittelten korngößenverteilten Emissionsraten erfolgt anhand der in der Tabelle benannten Quellenbezeichnung.

Zur Bestimmung der quellenbezogenen Staubmassenströme wird davon ausgegangen, dass jeweils zur Hälfte der maximalen Anliefermassen von 350000 t Deponat auf den DK I- und DK II-Abschnitt angeliefert wird.

Aus diesen Annahmen ergeben sich die folgenden Staubmassenströme:



Nr.	Prozess	Gerät / Ort	Material	Abwurfmenge	Staubneigung	Gerät*	Abwurfhöhe	kH	kGerät	kUmfeld	Schüttdichte	Emissionsfaktor	Umschlagmenge	Staubfracht	Emissionszeit	Quelle	pm-1	pm-2	pm-u
				t/Fzg.	-		m	-	-	-	t/m <sup>3</sup>	g/t	t/a	kg/a	h/a	-	kg/h	kg/h	kg/h
D01	Abgabe	LKW	DK I	24	3	sonstige diskontinuierliche Abwurfverfahren (z.B. LKW, Schaufellader, Becherwerk)	1	0.42	1.50	0.90	1.65	8.2	175000	1428	2340	D01	6.10E-02	6.10E-02	4.88E-01
D02	Abgabe	LKW	DK II	24	3	sonstige diskontinuierliche Abwurfverfahren (z.B. LKW, Schaufellader, Becherwerk)	1	0.42	1.50	0.90	1.65	8.2	175000	1428	2340	D02	6.10E-02	6.10E-02	4.88E-01

\* Bezeichnung aus der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3

### 3.3.2 Transport auf befestigten Straßen

Die Zufahrt zur Deponie erfolgt zum Teil auf befestigten Fahrwegen. Zur Bestimmung der Staubemissionen auf den befestigten Fahrwegen der Deponie bei Anlieferung werden die Anlieferfahrzeuge betrachtet.

Zur Erfassung der Staubemissionen werden Linienquellen mit definierten Längen festgelegt. Die Summe aller Längen der Quellen ergibt die Fahrleistung. Für die Berücksichtigung des Hin- und Rückwegs wird die Fahrleistung verdoppelt.

Die Emissionsrate jeder Korngröße ergibt sich wie folgt:

$$E_{KG} = E_{f_{KG}} \cdot L \cdot A$$

mit  $E_{KG}$  = Emissionsrate einer Korngrößenklasse,  $E_{f_{KG}}$  Emissionsfaktor einer Korngrößenklasse,  $L$  = Länge des Fahrwegs und  $A$  = Anzahl der Fahrzeugbewegungen im Jahr. Die Anzahl der Fahrbewegungen ergibt sich bei den Anlieferfahrzeugen aus der Gesamtanliefermasse und der Zuladung von 24 t.

Das mittlere (Mittelwert aus Gewicht eines beladenen und unbeladenen Fahrzeugs gemäß VDI 3940 Blatt 4) Gewicht eines LKW mit einer Zuladung von 24 t beträgt gemäß Abbildung 10-1 aus [5] 27.3 t.

Es wird von mäßiger Staubbeladung (5 g/m<sup>2</sup>) ausgegangen. Die Anzahl von Tagen mit mehr als 1 mm Niederschlag beträgt lt. Anhang der VDI 3790 Blatt 3 121 d/a. Für die Berechnung der Emissionsfaktoren bei Anlieferung mittels LKW wird aufgrund der maximalen Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h die Kennzahl für die Maßnahmenwirksamkeit  $k_m = 0.4$  gesetzt.

Nr.	Gerät	Anzahl	k <sub>Kgv</sub>			sL	W	p	km	Emissionsfaktor g/(km Fzg)			Fahr- länge	Emis- si- ons- zeit	Quelle	pm-1	pm-2	pm-u
			Fzg/a	pm-1	pm-2					pm-u	g/m <sup>2</sup>	t						
T01	An- trans- port DKI	7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.150	2340	L01	5.20E-03	1.63E-02	9.05E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.090	2340	L02	3.12E-03	9.78E-03	5.43E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.130	2340	L03	4.51E-03	1.41E-02	7.85E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.180	2340	L04	6.24E-03	1.96E-02	1.09E-01
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.130	2340	L05	4.51E-03	1.41E-02	7.85E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.060	2340	L06	2.08E-03	6.52E-03	3.62E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.540	2340	L07	1.87E-02	5.87E-02	3.26E-01
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.070	2340	L08	2.43E-03	7.61E-03	4.22E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.150	2340	L09	5.20E-03	1.63E-02	9.05E-02
T02	An- trans- port DKII	7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.150	2340	L01	5.20E-03	1.63E-02	9.05E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.090	2340	L02	3.12E-03	9.78E-03	5.43E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.080	2340	M01	2.77E-03	8.69E-03	4.83E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.100	2340	M02	3.47E-03	1.09E-02	6.04E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.060	2340	M03	2.08E-03	6.52E-03	3.62E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.100	2340	M04	3.47E-03	1.09E-02	6.04E-02
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.180	2340	M05	6.24E-03	1.96E-02	1.09E-01
		7292	0.15	0.47	2.61	5	27.3	121	0.4	11.1	34.9	193.7	0.700	2340	M06	2.43E-02	7.61E-02	4.22E-01

### 3.3.3 Transport auf unbefestigten Straßen und Einbringen in Deponie

Die Anlieferfahrzeuge fahren zum Anlieferort auf der Deponie auf unbefestigten Fahrwegen. Zudem entstehen Staubemissionen beim Einbringen des Deponats in Deponie durch die Walze und die Raupe.

Für das Einarbeiten und zum Verdichten des Deponats kommen eine Planierraupe (8 h/d) und eine Verdichterwalze (4 h/d) zum Einsatz. Die Raupe hat eine Arbeitsbreite von  $B = 3.2$  m und ein Gewicht von 16 t, die Walze 2.3 m und 26 t.

Zur Berechnung der Fahrleistungen werden folgende Annahmen getroffen: zur Verdichtung wird davon ausgegangen, dass die Maschinen  $L = 30$  m/Bewegung zurücklegen. Die Lagenstärke (verdichtet) beträgt  $D = 0.4$  m. Die Walze fährt je Bewegung  $a = 4$  Übergänge, die Raupe  $a = 2$  Übergänge. Die Anzahl der Fahrzeuge ergibt sich wie folgt:

$$A = \frac{V}{D \cdot B} \cdot \frac{a}{L}$$

wobei  $V$  das eingebrachte Deponatvolumen ist.

Die jährliche Fahrlänge der Fahrzeuge ergibt sich aus dem Produkt:

$$F = A \cdot L$$

Somit ergeben sich die Fahrleistungen wie folgt:

Fahrzeug	Weglänge L	Übergang a	Lagenstärke D	Lagenbreite B	Masse	Volumen V	Fahrlänge F	Anzahl A
	m/Bewegung	-	m	m	t/a	m³/a	km/a	Fzg/a
V01-Raupe	30	2	0.4	3.2	175000	288750	451	15040
V01-Walze	30	4	0.4	2.3	175000	288750	1225	41850
V02-Raupe	30	2	0.4	3.2	175000	288750	451	15040
V02-Walze	30	4	0.4	2.3	175000	288750	1225	41850

Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren wird auf Grundlage des Wertes für eine Siedlungsabfalldeponie der VDI 3790 Blatt 4 der mittlere Feinkornanteil des Fahrwegs auf 6.4 % gewählt. Wegen der deutlich reduzierten Fahrgeschwindigkeit der Raupe und der Walze wird eine Kennzahl für die Maßnahmenwirksamkeit von 0.4 angesetzt.

Hiermit ergeben sich die Faktoren wie folgt:

Nr.	Gerät	Anzahl	k <sub>KgV</sub>			S	W	p	km	Emissionsfaktor g/(km Fzg)			Fahr- länge	Emissions- zeit	Quelle	pm-1	pm-2	pm-u
			Fzg/a	pm-1	pm-2					pm-u	%	t						
T01	An- trans- port DKI	7292	42	380	959	6.4	27.3	121	0.4	25.2	228.3	653.4	0.280	2340	L10	2.36E-02	2.14E-01	6.12E-01
T02	An- trans- port DKII	7292	42	380	959	6.4	27.3	121	0.4	25.2	228.3	653.4	0.140	2340	M07	1.18E-02	1.07E-01	3.06E-01
V01	Einbau mit Raupe DK1	15040	42	380	959	6.4	16	121	0.4	21.3	192.8	551.7	0.030	2080	D01R	4.62E-03	4.18E-02	1.20E-01
V01	Einbau mit Walze DK1	41850	42	380	959	6.4	26	121	0.4	26.5	239.9	686.4	0.030	1040	D01W	3.20E-02	2.90E-01	8.29E-01
V02	Einbau mit Raupe DKII	15040	42	380	959	6.4	16	121	0.4	21.3	192.8	551.7	0.030	2080	D02R	4.62E-03	4.18E-02	1.20E-01
V02	Einbau mit Walze DKII	41850	42	380	959	6.4	26	121	0.4	26.5	239.9	686.4	0.030	1040	D02W	3.20E-02	2.90E-01	8.29E-01

### 3.3.4 Motoremissionen

Die Motoremissionen der dieselbetriebenen Fahrzeuge werden über die Emissionsfaktoren der Richtlinie 2016/1628 angesetzt. Die Fahrzeuge fahren in der Betriebszeit mit 50 % ihrer jeweiligen Motorleistung während der gesamten Betriebszeit. Dieser Ansatz ist sehr konservativ.

Staub Fahrzeug	Motorleistung*	Emissionsfaktor	Quelle	Laufzeit	Staubfracht	Massenstrom pm-1
	kW	g/kWh		h/a	kg/a	kg/h
Raupe	121.5	0.015	D01RM	2080	3.8	1.82E-03
Walze	95	0.015	D01WM	1040	1.5	1.43E-03
Raupe	121.5	0.015	D02RM	2080	3.8	1.82E-03
Walze	95	0.015	D02WM	1040	1.5	1.43E-03

\* es wird 50 % der tatsächlichen Motorleistung angesetzt.

Die Staubemissionen werden gesamthaft der Korngrößenklasse 1 zu geordnet (Korngrößen < 2.5 µm).

### 3.3.5 Abwehung

Wie in Abschnitt 3.2.3 gezeigt finden Abwehungen von Staub vom Deponiekörper nur bei  $C_A > 1$  statt, wobei

$$C_A = \frac{F'_W}{F'_K} = 0.1 \cdot \frac{v_w^2}{d_{50} \cdot k_f \cdot p_k \cdot \tan \alpha} = const. \cdot v_w^2$$

gilt.

Relevante Abwehungsprozesse können vom Deponiekörper ausgehen, wenn die Deponieoberfläche nach fehlenden Niederschlagsereignissen austrocknet und abwehungsfähiges Material an der Oberfläche vorhanden ist.

Um diesen Effekt zu modellieren, werden die für die Emissionen aus Abwehungsprozessen relevanten Parameter wie folgt gesetzt:

- $d_{50}$  = 2 mm      mittlere Korngröße aus [6]
- $k_f$  = 1      Korrekturfaktor für trockenes Material
- $p_k$  = 2.7 t/m<sup>3</sup>      Korndichte [6]
- $\alpha$  = 20°      Böschungswinkel

Die mittlere Korngröße und die Korndichte werden auf Grundlage von [6] geschätzt. Der Korrekturfaktor für feuchtes Material wird auf den niedrigsten Wert 1 gesetzt. Die stündlichen Emissionsmassenströme werden über den flächenbezogenen Staubabtrag  $q_L$  (in g/(m<sup>2</sup>·h)

$$q_L = 5 \cdot (C_A - 1)^{1.6}$$

bestimmt. Da die Ausbreitungsrechnungen mit einer meteorologischen Zeitreihe durchgeführt werden, kann zu jeder meteorologischen Ausbreitungssituation ein Staubmassenstrom aufgrund von Abwehungsprozessen ermittelt werden. Dies ist nur bei  $C_A > 1$  der Fall.

Der stündliche Emissionsfaktor wird daher über:

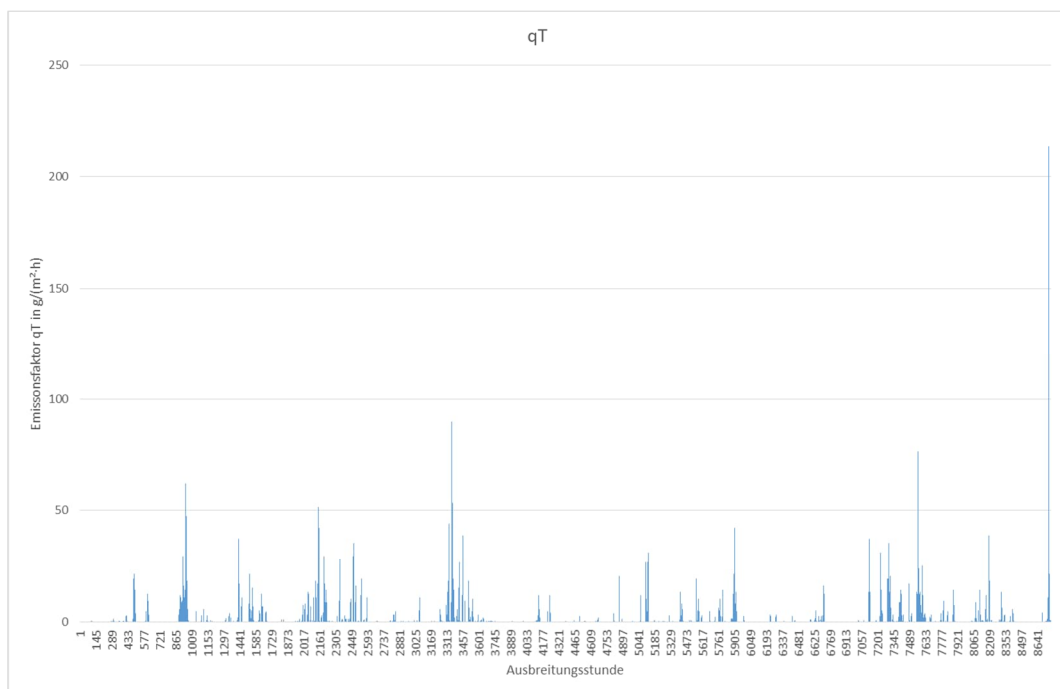
falls  $C_A > 1$  oder stündliche Niederschlagsmenge = 0, dann:

$$q_T = 5 \cdot \left( 0.1 \cdot \frac{v_w^2}{d_{50} \cdot k_f \cdot \rho_k \cdot \tan \alpha} - 1 \right)$$

sonst  $q_T = 0$

bestimmt. Hierbei wird bei jeder meteorologischen Situation der flächenbezogene Staubabtrag in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit berechnet. Der Massenstrom, der sich bei einer definierten Windgeschwindigkeit ergibt, beruht auf der Annahme, dass in dieser Stunde Material von einer Fläche von 600 m<sup>2</sup> abgeweht wird. Die stündliche Niederschlagsmenge und die Windgeschwindigkeit werden der meteorologischen Zeitreihe entnommen.

Die zeitliche Verteilung der stündlichen Emissionsfaktoren  $q_T$  für die Abwehung zeigt Abbildung 5:



**Abbildung 5:** stündlicher Emissionsfaktor für die Bestimmung der Staubemissionen durch Abwehungsprozesse.

Insgesamt ergeben sich 1306 h/a mit einem stündlichen Wert von  $C_A > 1$  und einer Niederschlagsmenge von 0 mm. Die abgewehrte Gesamtmasse an Staub beträgt 4.4 t/a.

#### 4 Durchführung der Ausbreitungsrechnung

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Modell LASAT [7] durchgeführt. Dieses Modell ermöglicht u. a. die Berücksichtigung instationärer Emissionsvorgänge und ihre Kopplung mit den meteorologischen Bedingungen. Es beruht auf den Qualitätsstandards der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 [8]. Hiermit werden die Vorgaben an die Durchführung von Ausbreitungsrechnungen zur Immissionsprognose nach den Regelungen der TA Luft [1] umgesetzt. Im Folgenden werden die für die Ausbreitungsrechnung festzulegenden Modellparameter beschrieben.

##### 4.1 Ausbreitungsrechnung für Stäube

Die Ausbreitungsrechnung für eine Korngrößenklasse ist mit dem Emissionsmassenstrom der betreffenden Korngrößenklasse durchzuführen. Für die Berechnung der Deposition des gesamten Staubes sind die Depositionswerte der Korngrößenklassen zu addieren. Die Einzelwerte der Konzentration für PM-10 (aerodynamischer Durchmesser kleiner als 10  $\mu\text{m}$ ) bestehen aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklassen 1 und 2. Somit wird Partikel (PM10) durch die Korngrößenklassen 1 und 2 und Partikel (PM2.5) durch die Korngrößenklasse 1 repräsentiert. Die Korngrößenverteilung der einzelnen Quellen ist nicht bekannt. Für die diffusen Quellen (Abgabe) wird auf Grundlage von [9,10,11] die folgende Korngrößenverteilung angesetzt:

Klasse	Korngröße [ $\mu\text{m}$ ]	Depositions- geschwindigkeit [m/s]	Sedimentations- geschwindigkeit [m/s]	Anteil [%]
1	kleiner 2.5	0.001	0.00	10
2	2.5 bis 10	0.01	0.00	10
3	10 bis 50	0.05	0.04	0
4	größer 50	0.20	0.15	0
unbekannt		0.6	0.7	80

Diese Verteilung wird für die Modellierung des Umschlagprozesses verwendet. Für die Abwehungsprozesse wird von folgender Verteilung ausgegangen, da tendenziell eine größerer Masse feiner Partikel abgeweht wird [5].

Klasse	Korngröße [ $\mu\text{m}$ ]	Depositions- geschwindigkeit [m/s]	Sedimentations- geschwindigkeit [m/s]	Anteil [%]
1	kleiner 2.5	0.001	0.00	7
2	2.5 bis 10	0.01	0.00	43
3	10 bis 50	0.05	0.04	0
4	größer 50	0.20	0.15	0
unbekannt		0.6	0.7	50



Für die Aufteilung der Staubemissionen der Transportprozesse wird die Korngrößenverteilung der VDI 3790 Blatt 4 angesetzt. Die motorbedingten Emissionen werden gesamthaft der Korngrößenklasse 1 zugeordnet werden.

#### 4.2 Ermittlung der Deposition

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube ist die Deposition und Sedimentation zu berücksichtigen. Zur Modellierung der Depositionseigenschaften für die Immissionsprognose gemäß Anhang 2 der TA Luft werden die Depositionsparameter der Tabelle 12 und 13 des Anhangs 2 der TA Luft verwendet (vgl. VDI 3782 Blatt 5 [12]). Die Berechnungsergebnisse basieren auf der Modellierung der trockenen und nassen Deposition.

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

$$F_d = v_d \cdot c_0.$$

Die nasse Deposition  $F_w$  wird proportional zur gesamten Spurenstoffmasse in der Luftsäule über dem Ort (x,y) gesetzt (in der Gleichung werden zur Vereinfachung der Lesbarkeit die Orts- und Zeitvariablen weggelassen) [12]:

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

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

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

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

Die Depositionsparameter für Stäube betragen wie folgt:

Klasse	Korngröße µm	Sedimentationsgeschwindigkeit m/s	Depositionsgeschwindigkeit m/s	Auswaschfaktor $c_w$ 1/s	Auswaschexponent $\alpha_w$ -
1	kleiner 2.5	0.00	0.001	$0.3 \cdot 10^{-4}$	0.8
2	2.5 bis 10	0.00	0.01	$1.5 \cdot 10^{-4}$	0.8
3	10 bis 50	0.04	0.05	$4.4 \cdot 10^{-4}$	0.8
4	größer 50	0.15	0.20	$4.4 \cdot 10^{-4}$	0.8
unbekannt		0.06	0.07	$4.4 \cdot 10^{-4}$	0.8

Die (Gesamt-) Deposition  $d$  ergibt sich aus der Summe der nassen und trockenen Deposition. Für die Berechnung der Umwandlung von Stickstoffmonoxid nach Stickstoffdioxid sind

gemäß TA Luft Anhang 2 die in der Richtlinie VDI 3782 Blatt 1 angegebenen Umwandlungsraten zu verwenden.

#### **4.3 Quellen**

Die zuvor berechneten und den einzelnen aus den betrieblichen Vorgängen der Deponie Prozesse zugeordneten Staubmassenströme werden in folgenden Quellen modelliert (s. nachfolgende Tabelle und Abbildungen).

18892-001

Quelle	UTM-Koordinate m		Unterkante m	Länge m	Breite m	vert. Aus- dehnung m	Drehwinkel ° gegen N	pm-1 kg/h	pm-2 kg/h	pm-u kg/h	Emis- sions- zeit h/a
	West-Ost	Nord-Süd									
L01	332319	5638841	0.5	75	0	0	336	0.0104	0.0326	0.1811	2340
L02	332388	5638811	0.5	45	0	0	62	0.0062	0.0196	0.1086	2340
L03	332409	5638851	0.5	65	0	0	71	0.0045	0.0141	0.0785	2340
L04	332432	5638915	0.5	90	0	0	80	0.0062	0.0196	0.1086	2340
L05	332447	5639004	0.5	65	0	0	45	0.0045	0.0141	0.0785	2340
L06	332494	5639051	0.5	30	0	0	21	0.0021	0.0065	0.0362	2340
L07	332522	5639062	0.5	270	0	0	24	0.0187	0.0587	0.3259	2340
L08	332769	5639171	0.5	35	0	0	356	0.0024	0.0076	0.0422	2340
L09	332804	5639169	0.5	75	0	0	307	0.0052	0.0163	0.0905	2340
L10	332849	5639109	0.5	140	0	0	223	0.0236	0.2139	0.6122	2340
M01	332388	5638811	0	40	0	0	329	0.0028	0.0087	0.0483	2340
M02	332422	5638790	0.5	50	0	0	292	0.0035	0.0109	0.0604	2340
M03	332441	5638744	0.5	30	0	0	337	0.0021	0.0065	0.0362	2340
M04	332468	5638732	0.5	50	0	0	26	0.0035	0.0109	0.0604	2340
M05	332510	5638752	0.5	90	0	0	41	0.0062	0.0196	0.1086	2340
M06	332577	5638810	0.5	350	0	0	22	0.0243	0.0761	0.4225	2340

18892-001

Quelle	UTM-Koordinate m		Unterkante m	Länge m	Breite m	vert. Aus- dehnung m	Drehwinkel ° gegen N	pm-1 kg/h	pm-2 kg/h	pm-u kg/h	Emis- sions- zeit h/a
	West-Ost	Nord-Süd									
M07	332902	5638941	0.5	70	0	0	360	0.0118	0.1070	0.3061	2340
D01	332702	5638976	0.5	10	10	2.5	115	0.0610	0.0610	0.4883	2340
D01W	332702	5638976	0.5	10	10	2.5	115	0.0320	0.2896	0.8287	1040
D01R	332702	5638976	0.5	10	10	2.5	115	0.0046	0.0418	0.1197	2080
D01WM	332702	5638976	0.5	10	10	2.5	115	0.0014	0.0000	0.0000	1040
D01RM	332702	5638976	0.5	10	10	2.5	115	0.0018	0.0000	0.0000	2080
D02	332987	5638938	0.5	10	10	2.5	115	0.0610	0.0610	0.4883	2340
D02W	332987	5638938	0.5	10	10	2.5	115	0.0320	0.2896	0.8287	1040
D02R	332987	5638938	0.5	10	10	2.5	115	0.0046	0.0418	0.1197	2080
D02WM	332987	5638938	0.5	10	10	2.5	115	0.0014	0.0000	0.0000	1040
D02RM	332987	5638938	0.5	10	10	2.5	115	0.0018	0.0000	0.0000	2080
ABWII	332950	5638960	1	25	25	0	34	*	*	*	*
ABWI	332723	5638970	1	25	25	0	34	*	*	*	*

\* windgeschwindigkeit-- und niederschlagsabhängig

Die ermittelten Emissionsraten werden die nachfolgend dargestellten Quellen zu geordnet.

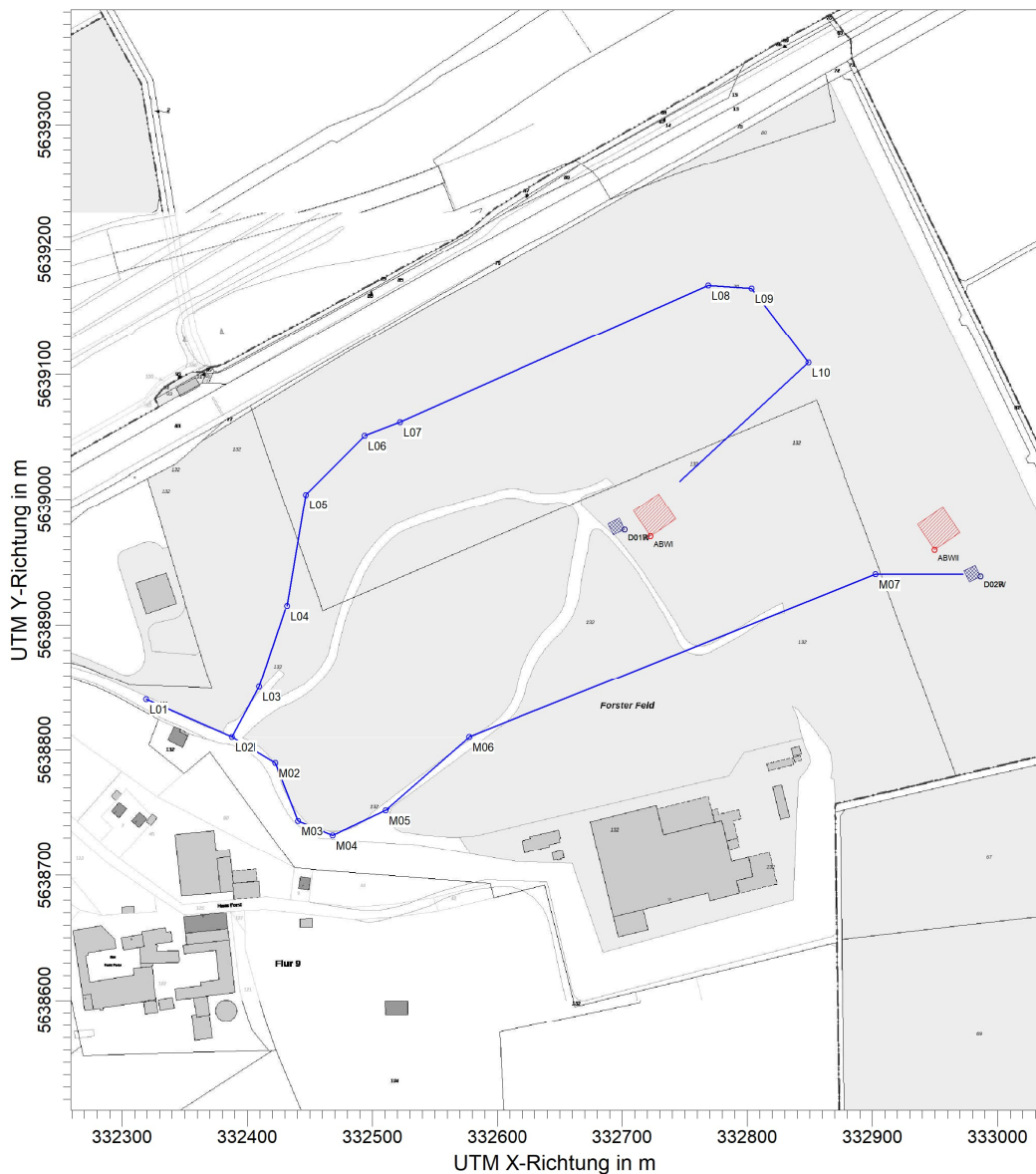


Abbildung 6: Lage der Quellen.

#### 4.4 Inhaltsstoffe

In den vorhergehenden Untersuchungen zur Deponieplanung spielte die Betrachtung von Staubinhaltsstoffen noch keine Rolle. Nunmehr sollen neben HMV-Aschen und nicht gefährlichen Abfällen auch gefährliche Abfälle angenommen werden. Der Anteil von Staubinhaltsstoffen in diesen Abfällen ist entsprechend höher.

Um zu einer Einschätzung über die Emissionen der relevanten Staubinhaltsstoffe Arsen, Cadmium, Nickel, Blei, Thallium und Benzo(a)pyren zu kommen, erfolgt folgende Abschätzung: im Jahr 2021 wurden auf der Deponie Haus Forst ca. 7.5 % Abfälle mit der AVV-

Nummer 17 03 02 (Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301 fallen, angenommen. Bezogen auf die Annahmemasse von 175000 t/a ergibt dies eine Masse von 13125 t/a.

Hinsichtlich der Ablagerungsmengen an kohlenteehaltigen Bitumengemischen (gefährlicher Abfall mit der Abfallschlüssel-Nr. 17 03 01) können nur Annahmen getroffen werden. Sofern in dem jährlich zur Verfügung stehenden DK II-Volumen (175000 t) tatsächlich rund 20 % durch kohlenteehaltige Bitumengemische abgelagert würden, ergäbe sich eine Gesamtmasse von 35000 t/a.

Die Anteile der jeweiligen Staubinhaltsstoffe werden der Abfalldatenbank (ABANDA) entnommen. Für die relevanten Stoffe enthält die Datenbank folgende 80-Perzentile:

Abfall	As	Cd	Ni	Pb	Tl	BaP
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
170301	12	0.57	42	59	0.5	2300
170302	17	0.45	44	121	0	5.5

Dies ergibt die folgenden Massenströme:

Quelle	D01	D02	D01R	D01W	D02R	D02W
Stoff	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h
as-1	2.62E-07	2.62E-07	1.99E-08	1.38E-07	1.99E-08	1.38E-07
as-2	2.62E-07	2.62E-07	1.80E-07	1.25E-06	1.80E-07	1.25E-06
as-u	2.10E-06	2.10E-06	5.15E-07	3.56E-06	5.15E-07	3.56E-06
cd-1	8.10E-09	8.10E-09	6.14E-10	4.25E-09	6.14E-10	4.25E-09
cd-2	8.10E-09	8.10E-09	5.55E-09	3.84E-08	5.55E-09	3.84E-08
cd-u	6.48E-08	6.48E-08	1.59E-08	1.10E-07	1.59E-08	1.10E-07
ni-1	7.29E-07	7.29E-07	5.52E-08	3.82E-07	5.52E-08	3.82E-07
ni-2	7.29E-07	7.29E-07	5.00E-07	3.46E-06	5.00E-07	3.46E-06
ni-u	5.83E-06	5.83E-06	1.43E-06	9.90E-06	1.43E-06	9.90E-06
pb-1	1.75E-06	1.75E-06	1.32E-07	9.16E-07	1.32E-07	9.16E-07
pb-2	1.75E-06	1.75E-06	1.20E-06	8.29E-06	1.20E-06	8.29E-06
pb-u	1.40E-05	1.40E-05	3.43E-06	2.37E-05	3.43E-06	2.37E-05
tl-1	2.29E-09	2.29E-09	1.73E-10	1.20E-09	1.73E-10	1.20E-09
tl-2	2.29E-09	2.29E-09	1.57E-09	1.09E-08	1.57E-09	1.09E-08
tl-u	1.83E-08	1.83E-08	4.49E-09	3.11E-08	4.49E-09	3.11E-08
bap-1	1.06E-05	1.06E-05	8.02E-07	5.56E-06	8.02E-07	5.56E-06
bap-2	1.06E-05	1.06E-05	7.26E-06	5.03E-05	7.26E-06	5.03E-05
bap-u	8.48E-05	8.48E-05	2.08E-05	1.44E-04	2.08E-05	1.44E-04

#### 4.5 Meteorologie

Zur Immissionsprognose soll eine vierdimensionale meteorologische Zeitreihe aus Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier und eine Regenrate verwendet werden, die für das Untersuchungsgebiet charakteristisch ist. Zudem sollen Daten eines Jahres gewählt werden, die zeitlich repräsentativ zu einem Referenzzeitraum sind.

Der Ausbreitungsrechnung wird eine meteorologische Zeitreihe der synoptischen Wetterstation Nörvenich zugrunde gelegt, die für den Standort der Anlage charakteristisch ist. Aufgrund der räumlichen Nähe und der Lage der synoptischen Station in der Kölner Bucht sowie in Anlehnung an die vorhergehenden Untersuchungen an der Deponie Haus Forst werden mittels der Daten von Nörvenich die meteorologischen Verhältnisse in Kerpen gut wiedergegeben. Zudem liegt der Messort des Deutschen Wetterdienstes innerhalb des Rechengebiets mit der Koordinate 335051 m / 5633552 m.

Aus diesem Datenpool sind Daten eines Jahres auszuwählen, die zeitlich repräsentativ im Vergleich zu einem Referenzzeitraum sind. Hierzu wird das Prüfschema der Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 [13] verwendet. Es werden die Daten aus dem Zeitraum 2006 bis 2015 betrachtet.

Zur Erstellung einer meteorologischen Zeitreihe, die Eingang in eine Ausbreitungsrechnung findet, ist die Angabe der Klug-/Manier-Ausbreitungsklasse als ein Stabilitätsmaß der Atmosphäre erforderlich. Hierzu wird das Auswerteschema der Richtlinie VDI 3782 Blatt 6 [14] verwendet. Hiermit lässt sich für jede Ausbreitungssituation anhand der Tageszeit, Windgeschwindigkeit und Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken die aktuelle Ausbreitungsklasse bestimmen. Stündliche Daten des Bedeckungsgrads werden der Station Nörvenich entnommen.

Aus den mit diesen Daten erstellten meteorologischen Zeitreihen aus den Jahren 2006 bis 2015 wird das Jahr ausgewählt, welches repräsentativ für einen längeren Auswertzeitraum ist. Für diesen Vergleich wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung des gesamthaft betrachteten Zeitraums von 10 Jahren aus Nörvenich (Referenzzeitraum) verwendet.

Zur Festlegung der zeitlichen Repräsentativität werden die Abweichungen der Werte Windrichtung und Windgeschwindigkeit des konkreten Jahres von den mittleren Verhältnissen wie folgt berechnet:

$$A_J = \sum_{i=1}^N (p_i - p_{J,i})^2$$

mit:

$A_J$	=	Wert der Abweichung aus dem Jahr J
$N$	=	Anzahl der Windrichtungssektoren (12) oder Windgeschwindigkeitsklassen (9)
$p$	=	Häufigkeit je Sektor / Klasse aus dem langjährigen Mittel
$p_J$	=	Häufigkeit je Sektor / Klasse aus dem Jahr J

Es wird das Jahr mit den niedrigsten Abweichungen vom langjährigen Mittel ausgewählt. Zur Beurteilung der Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit werden die normierten Abweichungsmaße im Verhältnis 3:1 gewichtet addiert. Die Summe ergibt die Beurteilungsgröße BG:

$$BG = \frac{3}{4} A_{WR} + \frac{1}{4} A_{WG} .$$

Die Auswahl des repräsentativen Jahres zeigt die nachfolgende Tabelle.

Hier wurde gemäß [13] die niedrigste Abweichung mit dem Wert 100 belegt und alle anderen Werte hierzu ins Verhältnis gesetzt.

Jahr	Windrichtung Abweichung (normiert auf 100)	Windgeschwindigkeit Abweichung (normiert auf 100)	Beurteilungs- größe BG
2006	75	56	<b>131</b>
2007	497	38	534
2008	264	25	289
2009	133	39	173
2010	654	819	1473
2011	221	37	258
2012	345	345	690
2013	486	431	917
2014	606	441	1047
2015	1537	1764	3302

Die Werte der Tabelle belegen, dass die Daten aus dem Jahr 2006 die niedrigsten Abweichungen der Auftrittshäufigkeiten der Windrichtungssektoren aufweist.

Die Windrichtungsverteilung des Jahres 2006 zeigt die nachfolgende Abbildung.

Die Auswertung der Niederschlagsdatenbank des Umweltbundesamts ergibt eine Jahresniederschlagsmenge von 727.4 mm. Die Auswertung der UBA-Daten ergibt folgende Protokolldatei:

```
- Niederschlagszeitreihe erstellt aus RESTNI II Niederschlagsdatensatz fuer:  
- Jahr = 2006  
- Koordinaten = UTM 332653 5638932  
- Koordinaten = DHDN3 3332659.00 5640747.00  
- Masche i=54 j=479 x 3332000.00-3333000.00 y 5640000.00-5641000.00  
- Jahr 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015  
- Regensumme 701.9 865.8 770.1 746.1 798.4 612.4 694.4 630.9 782.6 671.8  
- Skalierung auf mittleren Jahresniederschlag 2006-2015 = 727.4 mm  
-----
```



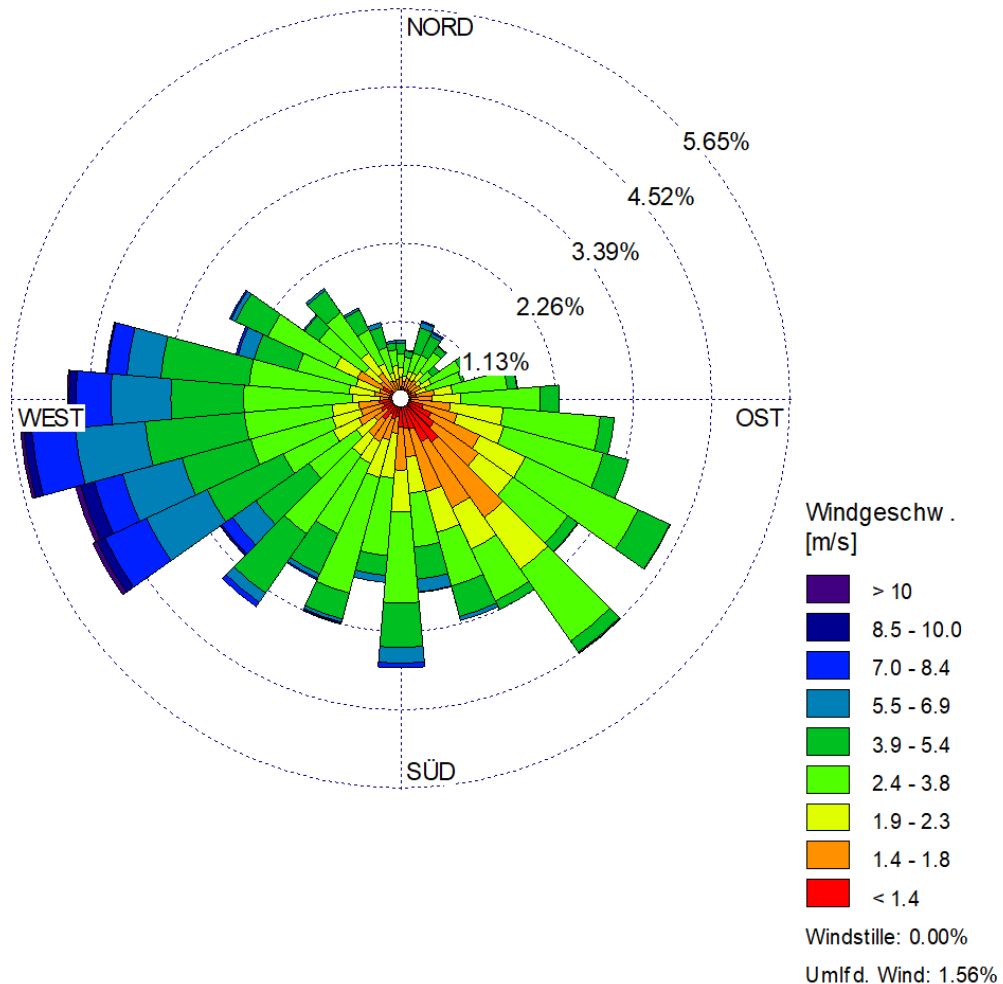


Abbildung 7: Windrichtungs- und Wingschwindigkeitsverteilung.

#### 4.6 Rechengebiet

Das Rechengebiet für eine einzelne Emissionsquelle ist das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50fache der Quellhöhe ist. Tragen mehrere Quellen zur Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen.

Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition ist so zu wählen, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die horizontale Maschenweite die Quellhöhen nicht überschreitet. In Quellentfernungen größer als das 10fache der Quellhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.

Für die Immissionsprognose wird ein Rechengitter mit einer Seitenlänge von ca. 14·14 km<sup>2</sup> gewählt. Im vorliegenden Fall wird ein geschachteltes Gitter verwendet. Die Maschenweite

beträgt im Inneren des Rechengbietes 16 m und nimmt zu den Rändern in drei Schritten auf 512 m zu.

#### 4.7 Aufpunkte

Die Konzentration an den Aufpunkten ist als Mittelwert über ein Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden zu berechnen und ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1.5 m über Flur. Die so für ein Volumen oder eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte.

#### 4.8 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge  $z_0$  beschrieben. Sie ist aus den Landnutzungsklassen des Landbeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) zu bestimmen (siehe Tabelle).

$z_0$ in m	Landbeckungsmodell Deutschland
0.01	Strände, Dünen und Sandflächen; Wasserflächen
0.02	Flächen mit spärlicher Vegetation; Salzwiesen; in der Gezeitenzone liegende Flächen; Gewässerläufe; Mündungsgebiete
0.05	Abbauflächen; Deponien und Abraumhalden; Sport- und Freizeitanlagen; Gletscher und Dauerschneegebiete; Lagunen
0.10	Flughäfen; nicht bewässertes Ackerland; Wiesen und Weiden; Brandflächen; Sümpfe; Torfmoore; Meere und Ozeane
0.20	Straßen, Eisenbahn; städtische Grünflächen; Weinbauflächen; natürliches Grünland; Heiden und Moorheiden; Felsflächen ohne Vegetation
0.50	Hafengebiete; Obst- und Beerenobstbestände; Wald-Strauch-Übergangsstadien
1.00	Nicht durchgängig städtische Prägung, Industrie- und Gewerbeflächen; Baustellen;
1.50	Nadelwälder; Mischwälder
2.00	Durchgängig städtische Prägung; Laubwälder

Die Rauigkeitslänge wird für ein kreisförmiges Gebiet um die Quellen festgelegt, dessen Radius das 15fache der Bauhöhe der Quelle beträgt. Zur Bestimmung der mittleren Rauigkeitslänge wird ein aus dem LBM-DE mit den in der Tabelle aufgeführten Klassenzuordnungen verwendet.

Für den Standort der Deponie wird eine Rauigkeitslänge  $z_0$  von 0.164 m bestimmt. Somit werden die Berechnungen mit einer mittleren Rauigkeitslänge von 0.2 m und einer Verdrängungshöhe von 1.2 m durchgeführt. Die Höhe des Anemometers beträgt 19.5 m (vgl. Abschnitt 4.5).

#### 4.9 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Die mit dem Lagrangeschen Partikelmodell ermittelten Immissionszusatzbelastungswerte besitzen aufgrund der statistischen Natur des Verfahrens eine statistische Unsicherheit. Gemäß Anhang 3, Nr. 9, des Anhangs 3 der TA Luft ist darauf zu achten, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, bei der Immissionsjahreszusatzbelastung 3 % des Immissionsjahreswertes nicht überschreitet.

Die in diesen Untersuchungen beschriebenen Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung werden um den Wert des Stichprobenfehlers erhöht.

#### 4.10 Berücksichtigung von Bebauung

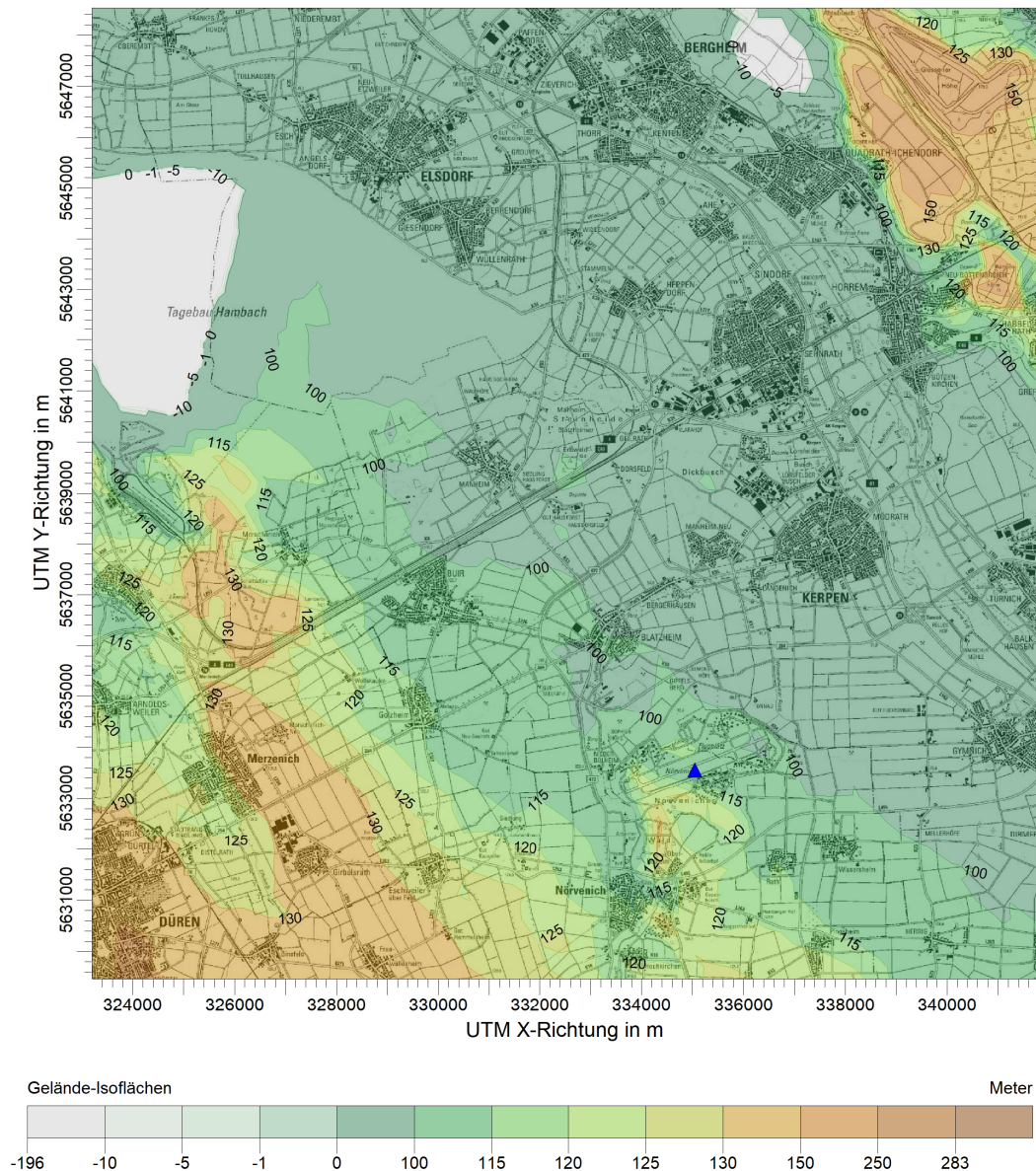
Einflüsse von Bebauung auf die Immission im Rechengebiet sind zu berücksichtigen. Für die folgende Betrachtung können Gebäude, deren Entfernung vom Schornstein größer als das Sechsfache ihrer Höhe und größer als das Sechsfache der Schornsteinbauhöhe ist, vernachlässigt werden. Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7-fache der Gebäudehöhen, ist die Berücksichtigung der Bebauung durch eine geeignet gewählte Rauiglänge und Verdrängungshöhe ausreichend. Bei geringerer Quellhöhe kann folgendermaßen verfahren werden: Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des im Abschlussbericht zum UF-OPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden. Anderenfalls sollte hierfür der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung, das den Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (Ausgabe Mai 2017) genügt, geprüft werden.

Gemäß diesen Vorgaben sind die Gebäude, die sich im Bereich der Deponie befinden, zu berücksichtigen. Relevante Gebäude in der Nähe der Staubquellen sind allerdings nicht vorhanden.

#### 4.11 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Unebenheiten des Geländes sind in der Regel nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebiets Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung den Wert 1:5 nicht überschreitet.

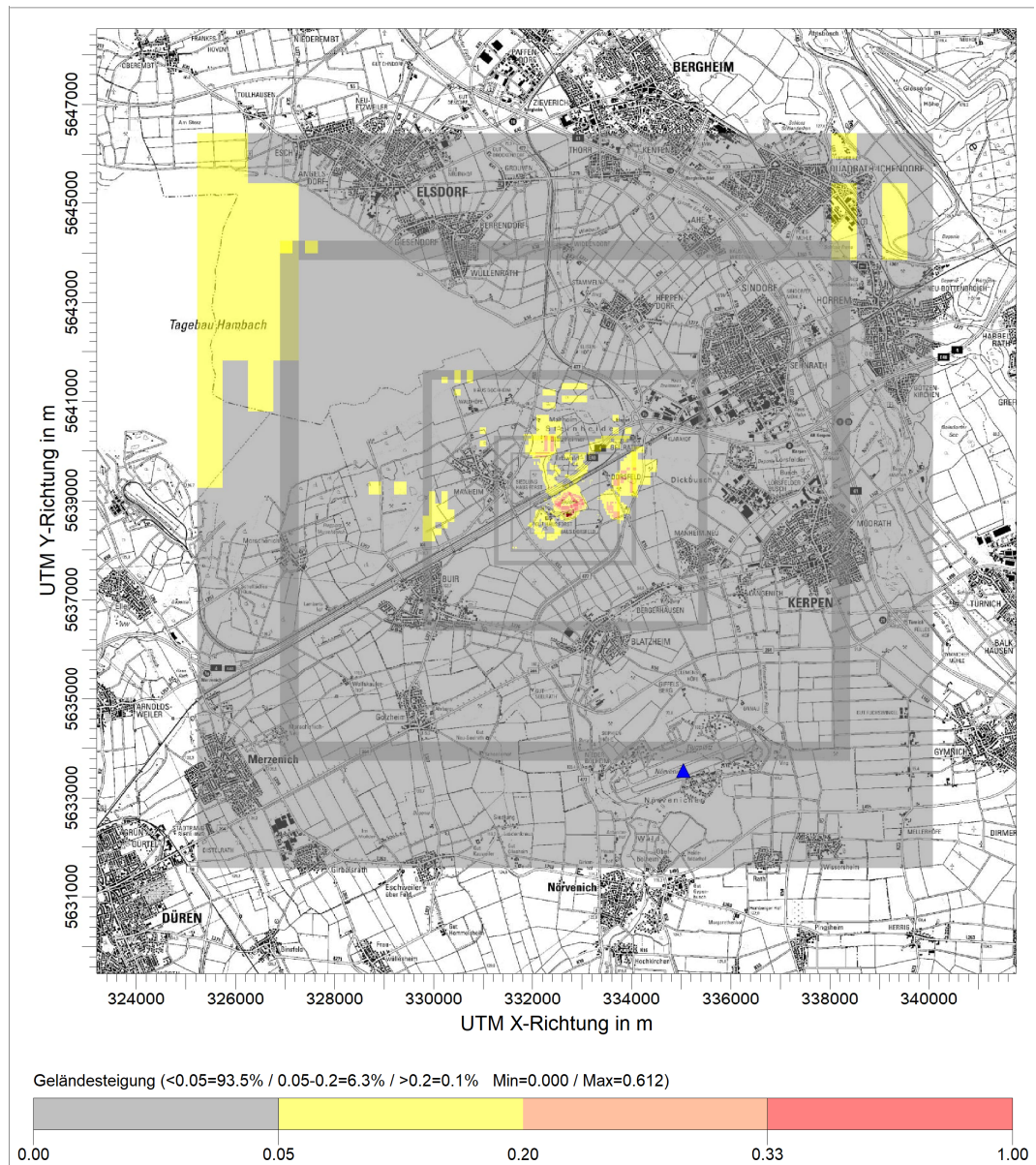
Der großräumige Bereich um die Deponie ist weitestgehend uneben, so dass ein relevanter Einfluss durch Geländeunebenheiten auf die berechneten Immissionen angenommen werden kann (Abbildung 8). Abbildung 9 zeigt die Geländesteigungen im Rechengebiet. Danach ist formal gemäß Nr. 11 des Anhangs 3 der TA Luft der Einfluss von Geländeunebenheiten auf die Immissionen zu berücksichtigen. In ca. 0.1 % des Rechengebiets ist das Kriterium der Geländesteigung von 1:5 überschritten.



**Abbildung 8:** Geländehöhen im Rechengebiet. In blau: Lage der Windmessung des Deutschen Wetterdienstes.

Die Einflüsse der Geländeunebenheiten werden trotz der Überschreitung des Steigungskriterium mit dem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell des Programmpakets AUSTAL (TALDIA) berücksichtigt, da der Flächenanteil mit einer zu hohen Steigung deutlich geringer ist als die Fläche, auf der eine Anwendung möglich ist. Darüber hinaus konnte im Zuge der Entwicklung von TALDIA gezeigt werden, dass dieses Modell grundsätzlich auch bei Steigungen von 1:3 verwendet werden kann [15]. D. h., strenggenommen weisen nur die in Abbildung 9 rot markierten Flächen Steigungen auf, die die Anwendung des Modells formal nicht zulassen.

Daher ist die Eignung des Modells nicht eingeschränkt, so dass die Einflüsse mithilfe des diagnostischen mesoskaligen Windfeldmodells TALDIA des Programmpakets LASAT (LPRWND, [7]) berechnet werden.



**Abbildung 9:** Geländesteigung im Rechengebiet.

Lokale Windsysteme spielen bei der Ausbreitung der staubförmigen Stoffe aufgrund der fehlenden Geländeneigungen keine Rolle.

Zur Berücksichtigung der Windverhältnisse durch die veränderte Orographie der Deponie werden die Geländehöhen der fertiggestellten Deponie berücksichtigt. Abbildung 10 zeigt die entsprechenden Geländehöhen.

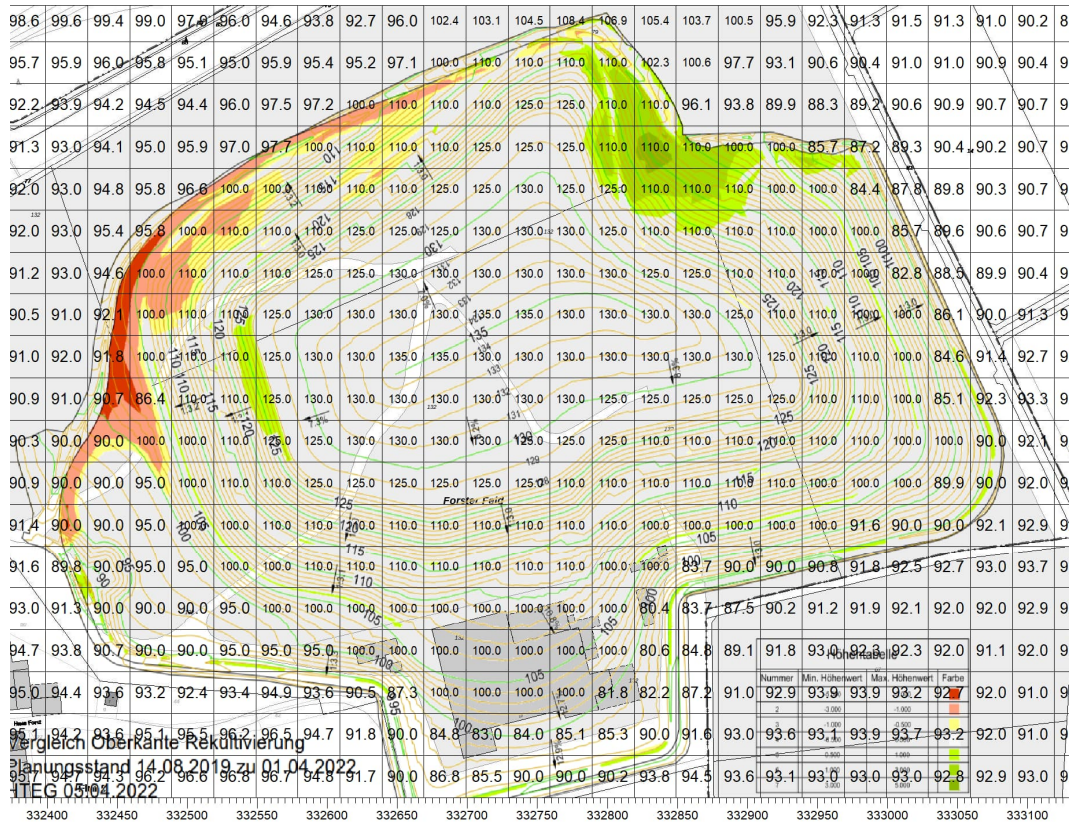
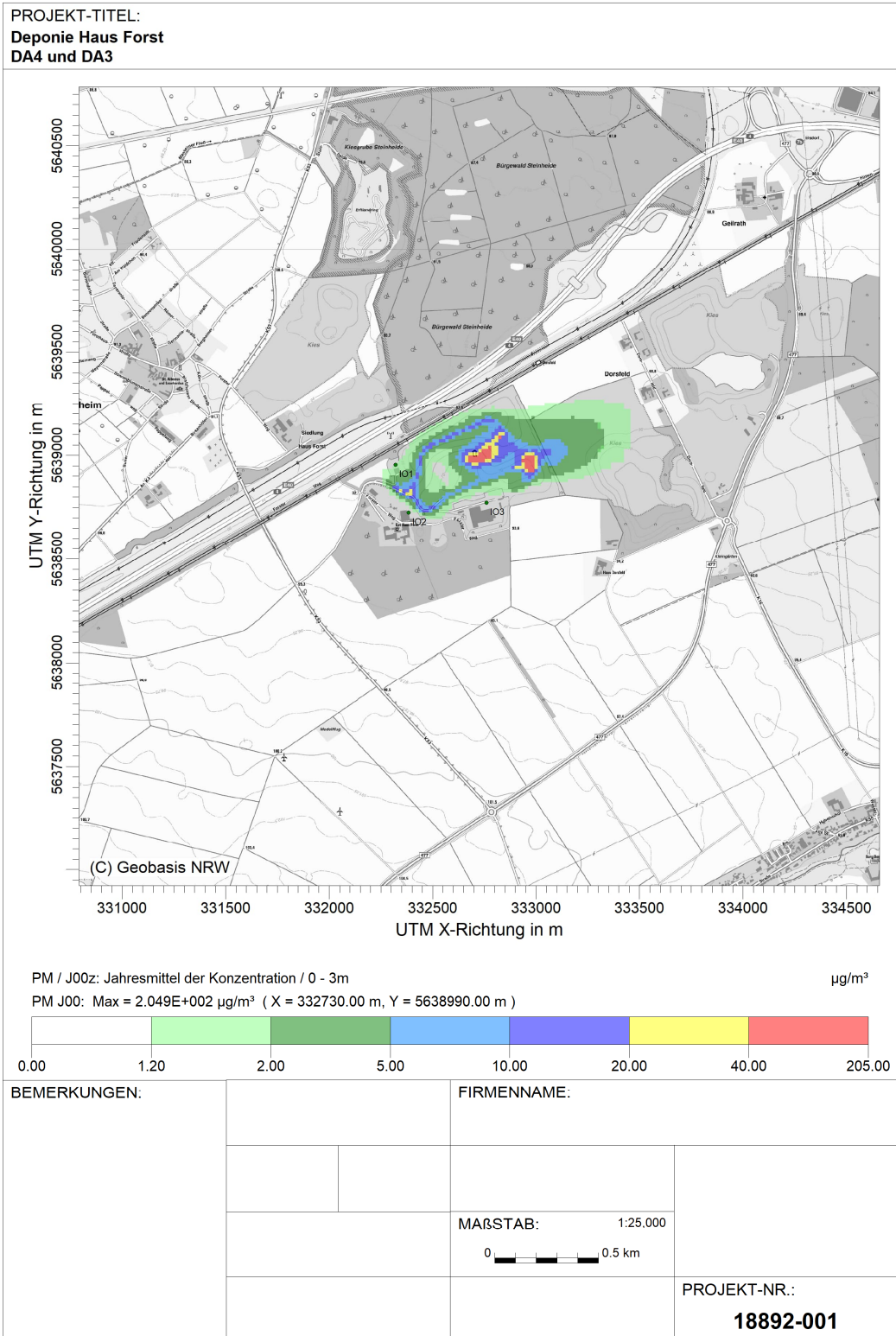


Abbildung 10: Geländehöhen der Deponie Haus Forst.

## 5 Ergebnisse der Immissionsprognose

In den folgenden Abbildungen werden die ermittelten Konzentrations- und Depositionswerte kartographisch dargestellt:

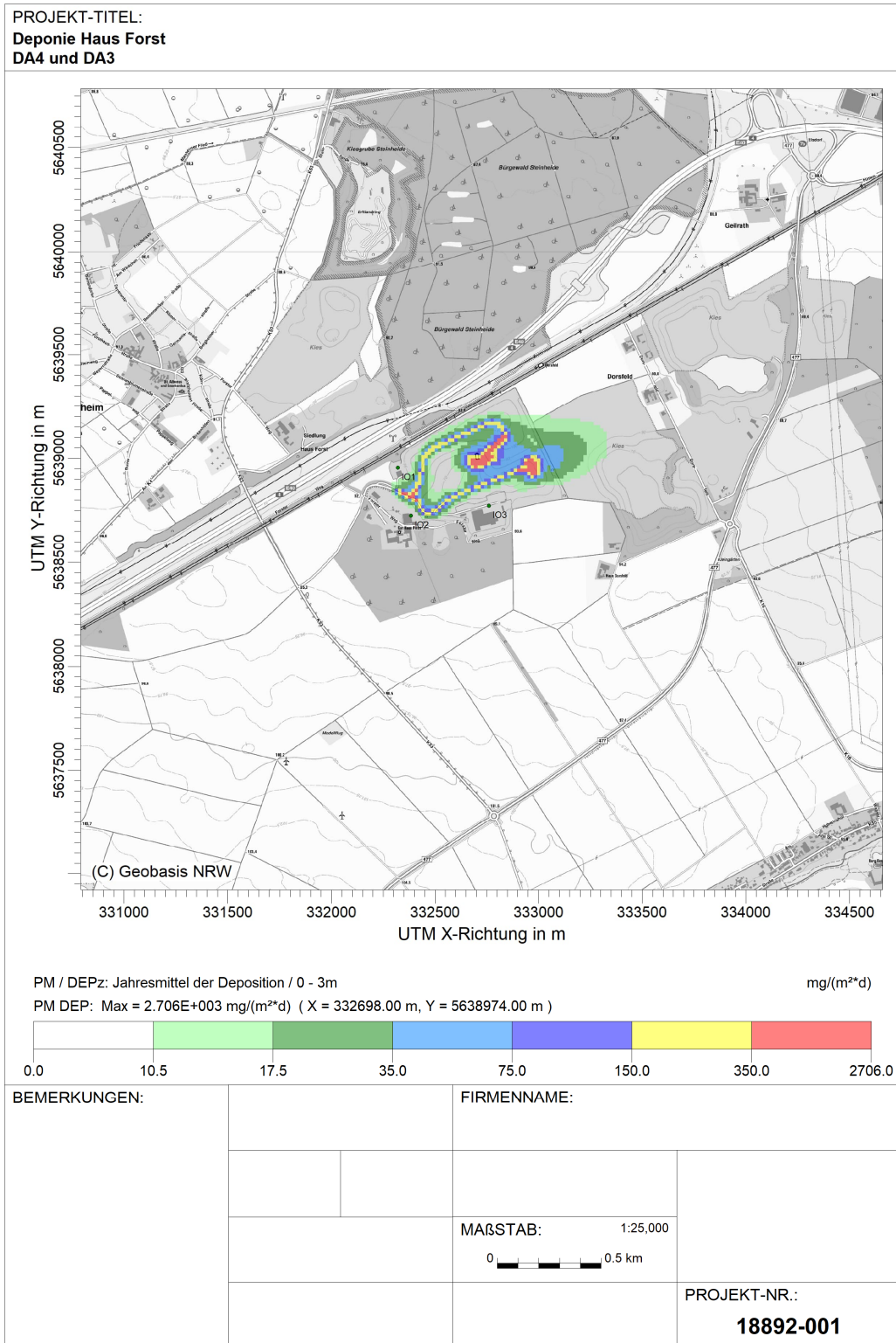


AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

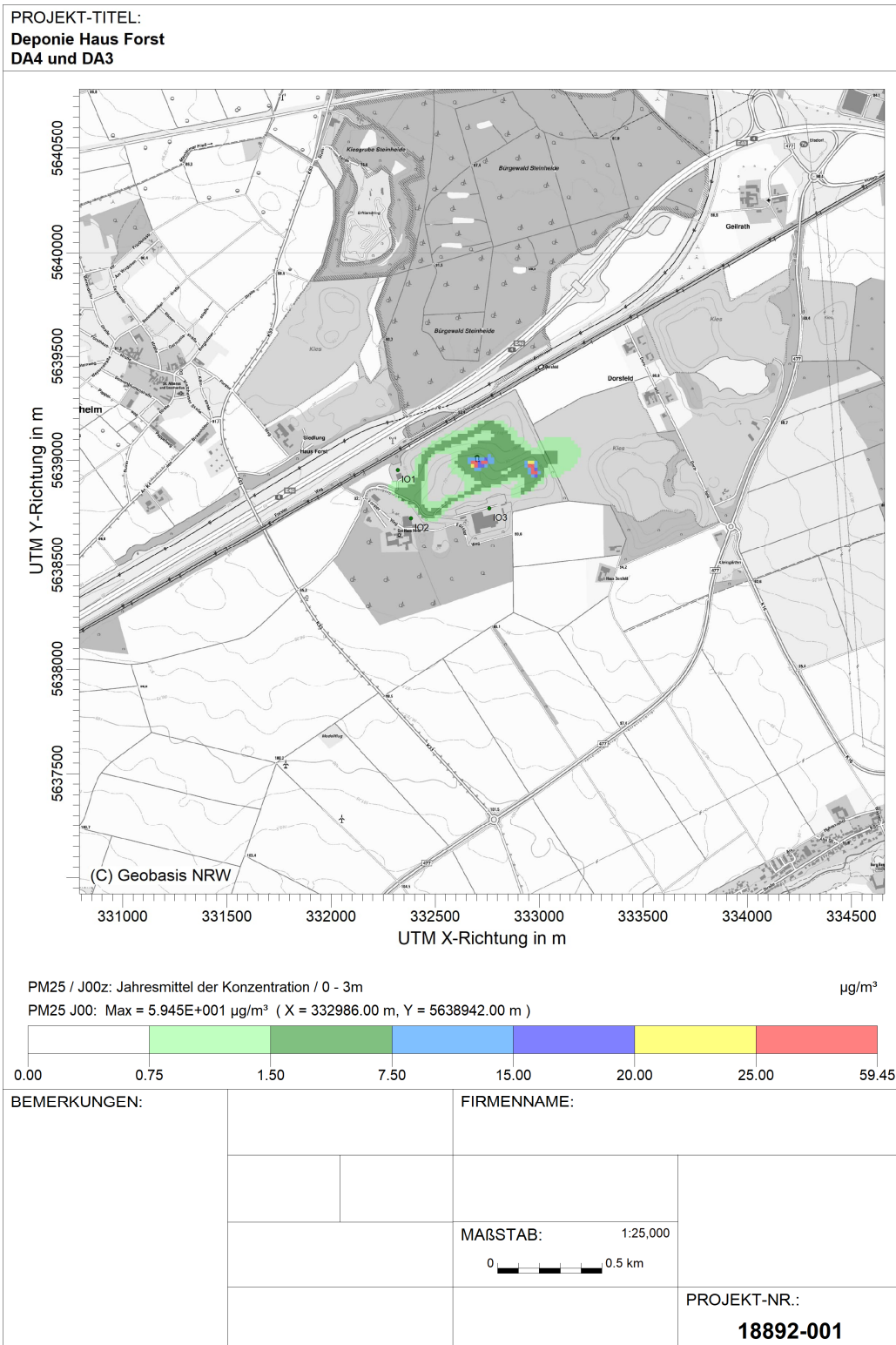
D:\Austalview\Projekt\18892-Remex\001-HausForst\DA4\_DA3\DA4\_DA3.aus

**Abbildung 11:** Partikel (PM10).





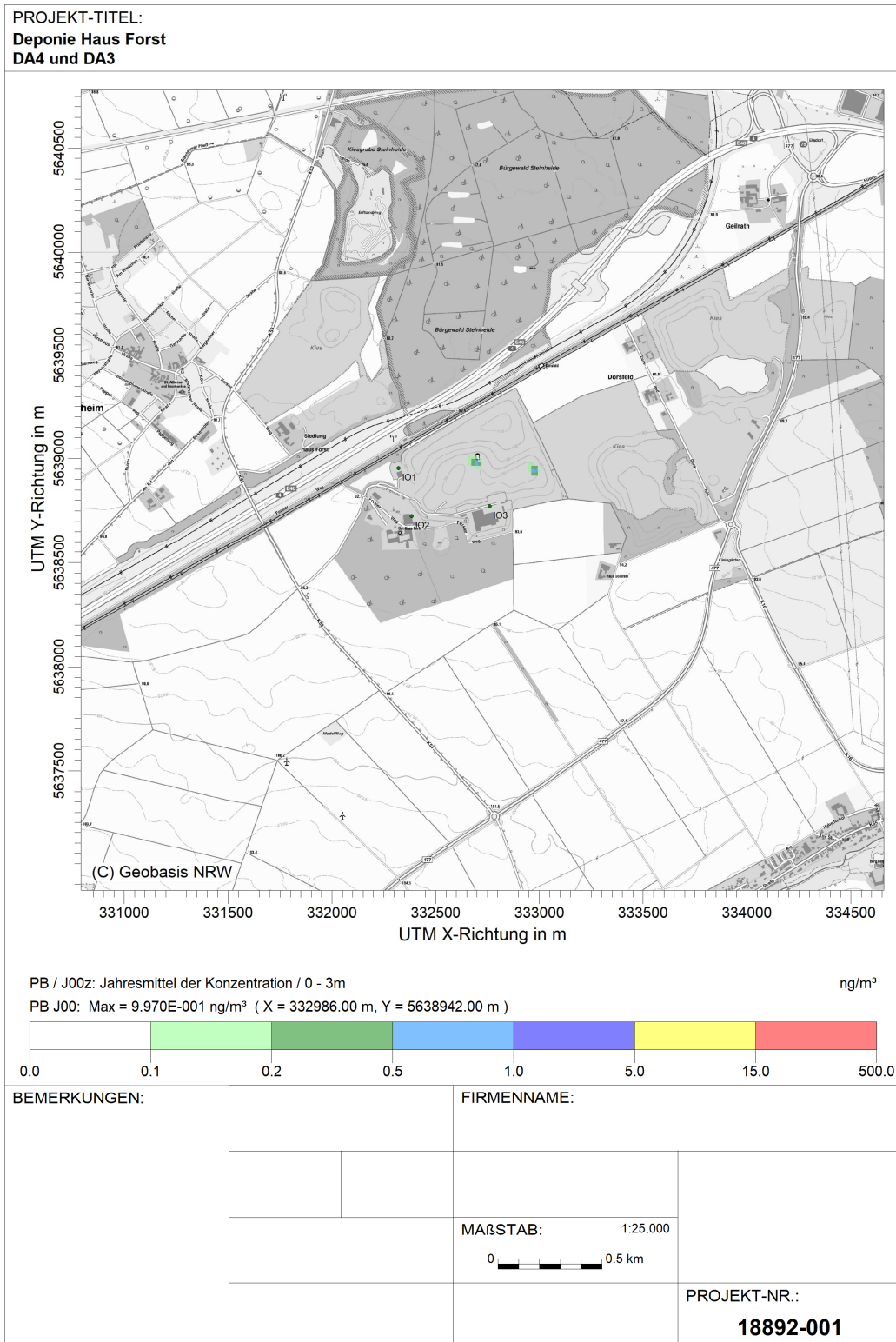
**Abbildung 12: Staubniederschlag.**



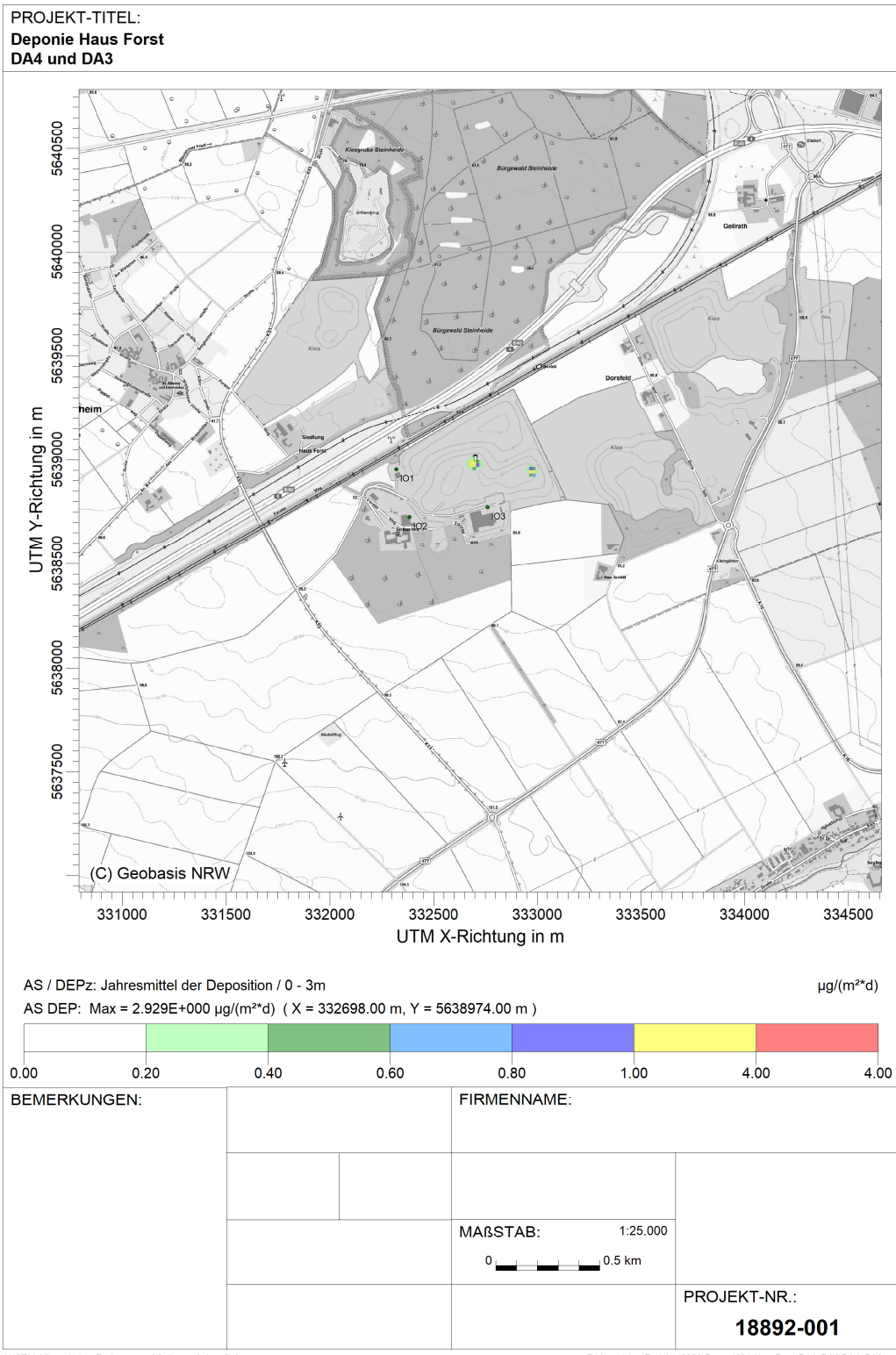
AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\Austalview\Projekt\18892-Remex\001-HausForst\DA4\_DA3\DA4\_DA3.aus

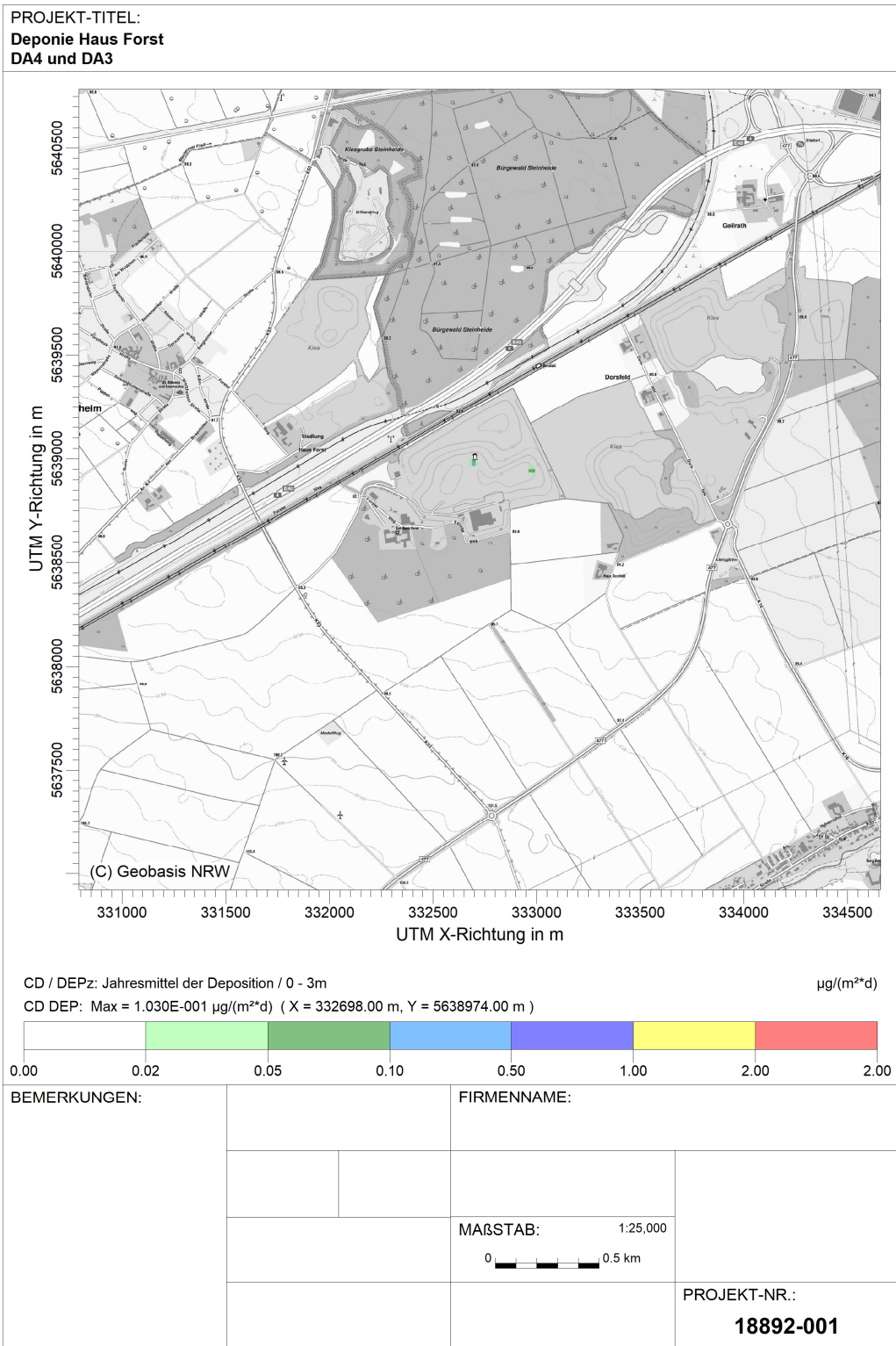
**Abbildung 13:** Partikel (PM2.5).



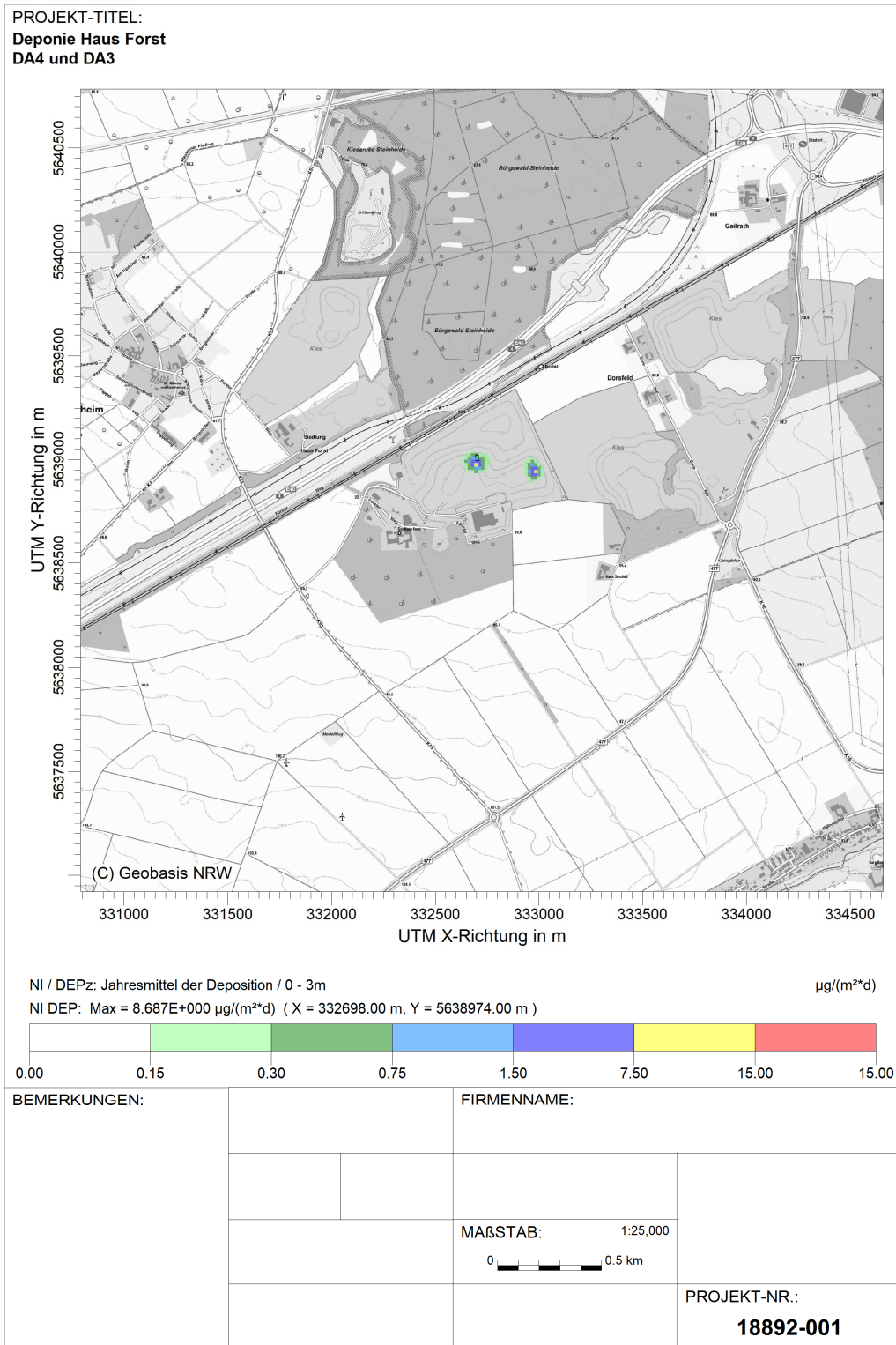
**Abbildung 14:** Blei als Bestandteil des Partikels (PM10).



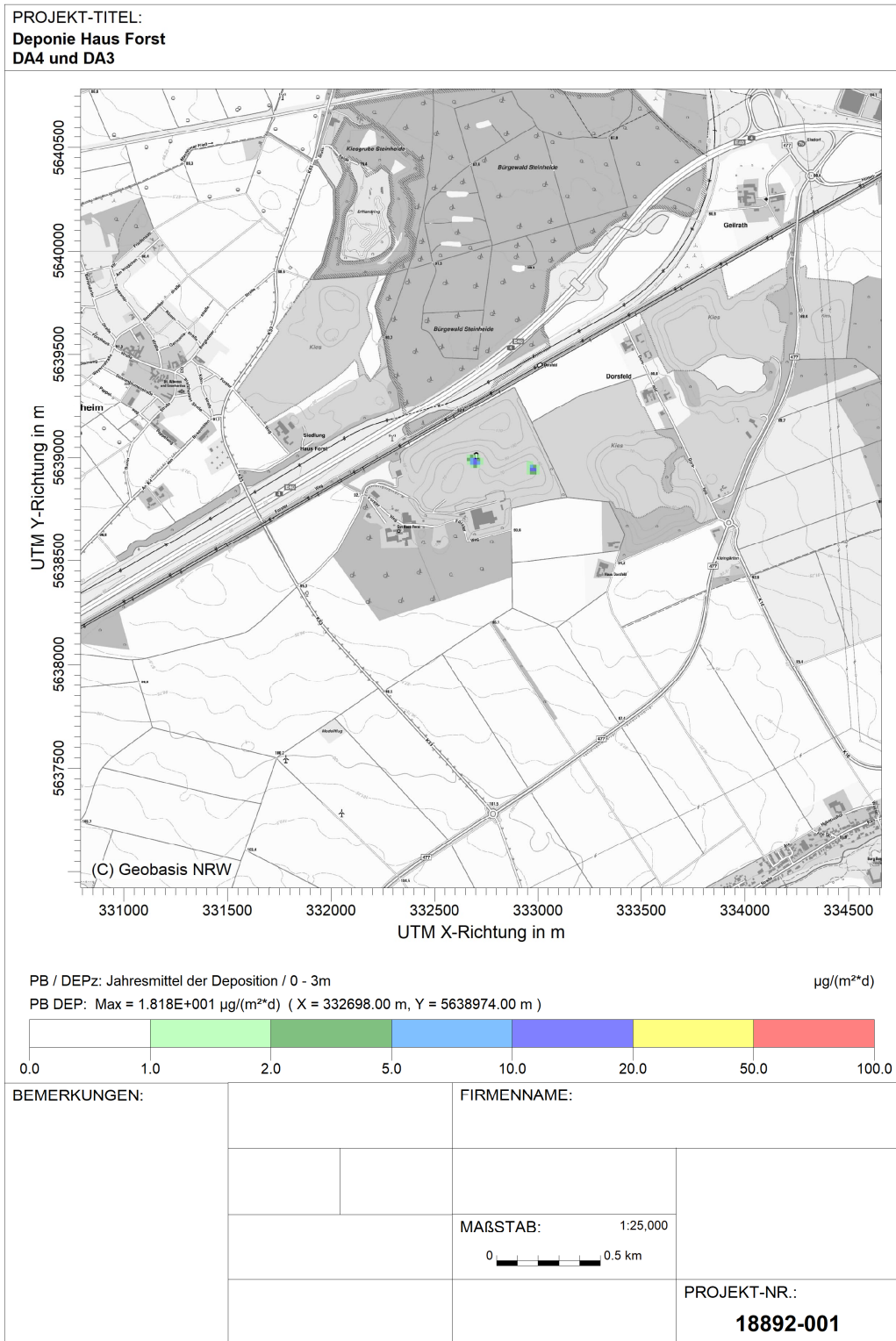
**Abbildung 15:** Arsen als Bestandteil des Staubniederschlags.



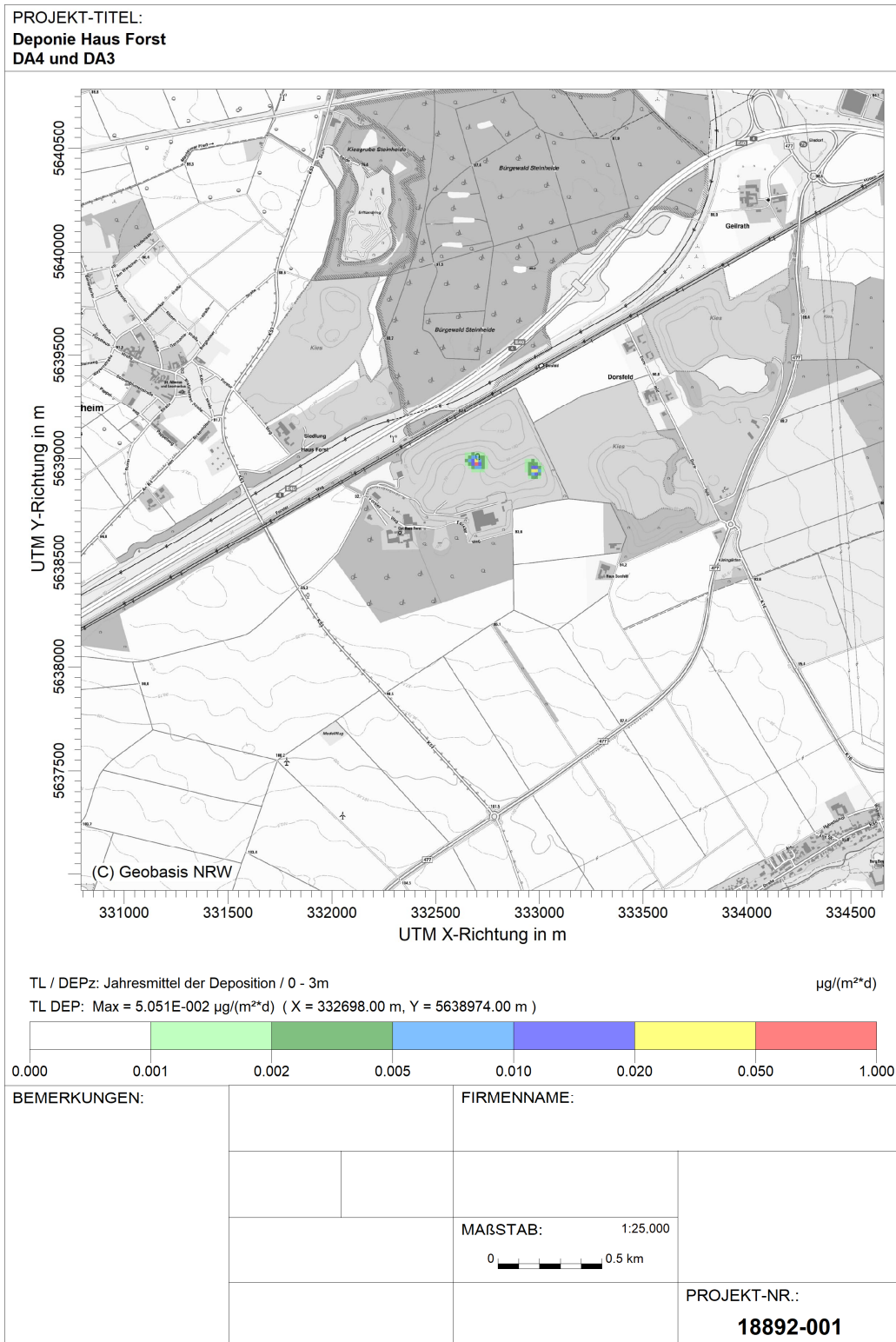
**Abbildung 16:** Cadmium als Bestandteil des Staubniederschlags.



**Abbildung 17:** Nickel als Bestandteil des Staubniederschlags.



**Abbildung 18:** Blei als Bestandteil des Staubniederschlags.

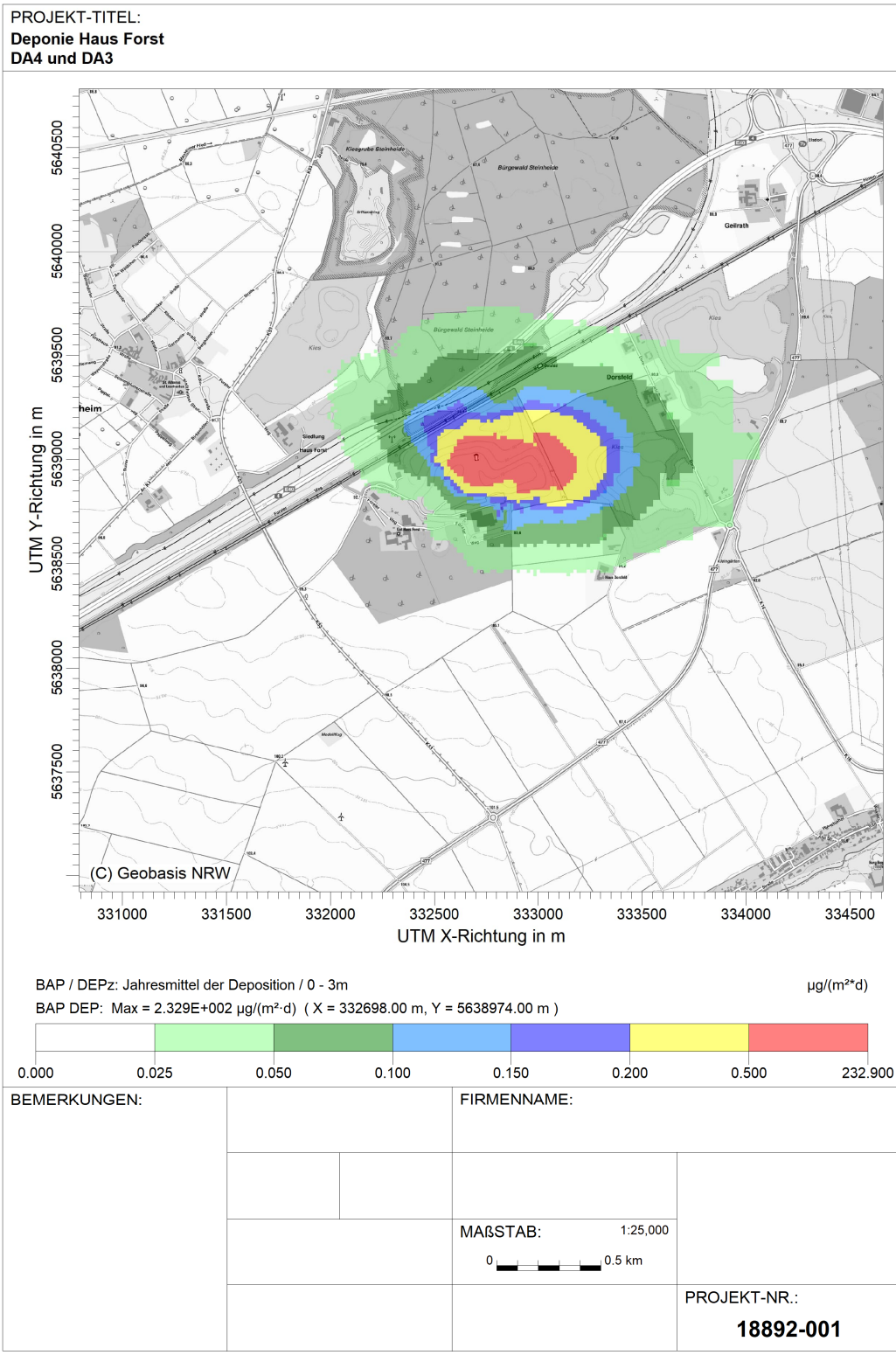


AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArguSoft

D:\Austalview\Projekt\18892-Remex\001-HausForst\DA4\_DA3\DA4\_DA3.aus

**Abbildung 19:** Thallium als Bestandteil des Staubniederschlags.





**Abbildung 20:** Benzo(a)pyren (Deposition).

## 6 Bewertung der Ergebnisse

Die TA Luft [1] unterscheidet zwischen der Vor-, Gesamtzusatzbelastung und Zusatzbelastung und Gesamtbelastung. Die Vorbelastung ist die ohne die beantragte Anlage vorhandene Luftschadstoffbelastung. Die Gesamtzusatzbelastung ist die von einer Anlage ausgehende Belastung. Die Zusatzbelastung ist die Belastung aus dem Vorhaben. Sie ergibt sich in der Regel aus der Differenz der Gesamtzusatzbelastung des geplanten, zu genehmigenden Zustands der Anlage und des derzeit genehmigten Zustands. Bei einer Änderungs-genehmigung kann die Zusatzbelastung negativ sein. Im Falle einer Neugenehmigung ist die Zusatzbelastung gleich der Gesamtzusatzbelastung.

Die Summe aus der Vor- und Zusatzbelastung ist die Gesamtbelastung. Nach TA Luft wird die Gesamtbelastung anhand von Immissionswerten bewertet. Gemäß TA Luft ist der Immissions-Jahreswert der Konzentrations- oder Depositionswert eines Stoffes gemittelt über ein Jahr. Der Immissions-Tageswert ist der Konzentrationswerte eines Stoffes gemittelt über einen Kalendertag mit der zugehörigen zulässigen Überschreitungshäufigkeit (Anzahl der Tage) während eines Jahres.

### 6.1 Immissionswerte

#### 6.1.1 Schutz der menschlichen Gesundheit

IMMISSIONSWERTE (NR. 4.2.1 TA LUFT)

Der Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit ist sichergestellt, wenn die ermittelte Gesamtbelastung die nachstehenden Immissionswerte an keinem Beurteilungspunkt überschreitet.

Stoff/Stoffgruppe	Konzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mittelungszeit- raum	Zulässige Über- schreitungshäu- figkeit im Jahr
Partikel (PM10)	40	Jahr	-
	50	24 Stunden	35
Partikel (PM2.5)	25	Jahr	-
Blei	0.5	Jahr	

In der TA Luft wird davon ausgegangen, dass der Immissionstageswert (35 zulässige Überschreitungen der Tagesmittelwertkonzentration für Partikel (PM10) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eingehalten wird, wenn die Gesamtbelastung für das Jahr  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterschreitet.

#### 6.1.2 Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen

IMMISSIONSWERT FÜR STAUBNIEDERSCHLAG (NR. 4.3.1 TA LUFT)

Der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag ist sichergestellt, wenn die ermittelte Gesamtbelastung den in der nachfolgenden Tabelle bezeichneten Immissionswert an keinem Beurteilungspunkt überschreitet.

Stoff/Stoffgruppe	Deposition g/(m <sup>2</sup> ·d)	Mittelungszeit- raum
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0.35	Jahr

### 6.1.3 Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich der Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen, ist sichergestellt, soweit

a) die nach Nummer 4.7 ermittelte Gesamtbelastung an keinem Beurteilungspunkt die in nachfolgender Tabelle bezeichneten Immissionswerte überschreitet und

b) keine hinreichenden Anhaltspunkte dafür bestehen, dass an einem Beurteilungspunkt die maßgebenden Prüf- und Maßnahmenwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), in der jeweils geltenden Fassung, aufgrund von Luftverunreinigungen überschritten sind.

Stoff/Stoffgruppe	Deposition g/(m <sup>2</sup> ·d)	Mittelungszeit- raum
Arsen	4	Jahr
Cadmium	2	Jahr
Nickel	15	Jahr
Blei	100	Jahr
Thallium	2	Jahr
Benzo(a)pyren	0.5	Jahr

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen ist sichergestellt, wenn die Gesamtzusatzbelastung 5 % des o. g. Immissionswertes unterschreitet.

Die Prüfwerte für die direkte Aufnahme von Schadstoffen der BBodSchV betragen, je nach Bodennutzung:

Stoff	Prüfwerte (mg/kg)			
	Kinderspielflä- chen	Wohngebiete	Park- und Frei- zeitanlagen	Industrie- und Gewerbegründ- stücke
Arsen	25	50	125	140
Cadmium	10	20	50	60
Nickel	70	140	350	900
Blei	200	400	1000	2000
Benzo(a)pyren	2	4	10	12

Die Prüfwerte für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze auf Ackerböden und in Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität betragen:

Ackerbau, Nutzgarten (mg/kg)		
Stoff	Prüfwert	Maßnahmenwert
Arsen	200	-
Cadmium	10	0.04/0.1
Thallium	0.1	-
Benzo(a)pyren	1	-

Bei Grünlandnutzung gelten die folgenden Maßnahmenwerte:

Stoff	Maßnahmenwert Grünland (mg/kg)
Arsen	50
Cadmium	20
Nickel	1900
Blei	1200
Thallium	15

Zudem ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sichergestellt, wenn eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 ergibt, dass wegen besonderer Umstände des Einzelfalls keine schädlichen Umwelteinwirkungen einschließlich schädliche Bodenveränderungen hervergerufen werden können.

Ist eine Sonderfallprüfung aufgrund der Nummer 4.5.2 Buchstabe d durchzuführen, ist insbesondere zu untersuchen, ob und inwieweit die Depositionen bei der derzeitigen oder geplanten Nutzung, zum Beispiel als Kinderspielfläche, Wohngebiet, Park- oder Freizeitanlage, Industrie- oder Gewerbefläche sowie als Ackerboden oder Grünland zu schädlichen Umwelteinwirkungen durch eine mittelbare Wirkung auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Lebens- und Futtermittel führen können. Die Depositionswerte stellen im Regelfall den Schutz von Kinderspielflächen und Wohngebieten sicher. Für die übrigen Flächen können höhere Depositionswerte herangezogen werden. Dabei geben die in nachfolgender Tabelle bezeichneten Depositionswerte Anhaltspunkte für das Vorliegen schädlicher Umwelteinwirkungen bei Ackerboden oder Grünland.

Stoff	Ackerböden	Grünland
Arsen $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	1170	60
Cadmium $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	2.5	32
Blei $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	185	1900
Thallium $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	7	25
Benzo(a)pyren $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	6	-

## 6.2 Vorbelastung

Zur Bildung der Gesamtbelastung sind Daten für die Vorbelastung erforderlich. In der Regel wird die Vorbelastung messtechnisch bestimmt. Von gesonderten Messungen kann i. A. der Betreiber / Antragsteller befreit werden, wenn Auswertungen von Messstationen aus den Immissionsmessnetzen der Länder und nach Abschätzung oder Ermittlung der Zusatzbelastung oder auf Grund sonstiger Erkenntnisse festgestellt wird, dass die Immissionswerte für den jeweiligen Schadstoff am Ort der höchsten Belastung nach Inbetriebnahme der Anlage eingehalten sein werden.

Die nachfolgende Tabelle enthält alle Messergebnisse des LANUV NRW mit diskontinuierlichen Messungen von Partikel (PM10) und Partikel (PM2.5) als Jahresmittelwert:

Station	Kürzel	PM10	PM2.5
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aachen Wilhelmstraße	VACW	17	---
Aachen-Burtscheid	AABU	---	8
Bielefeld-Ost	BIEL	14	10
Borken-Gemen	BORG	16	---
Bottrop-Welheim	BOTT	16	---
Dortmund-Eving	DMD2	15	10
Duisburg Bergstraße 48	DUUM	19	---
Duisburg Kardinal-Galen-Straße	VDUI	18	---
Duisburg Kiebitzmühlenstraße	DUM2	23	---
Duisburg-Bruckhausen	DUB2	21	---
Duisburg-Bruckhausen Eilperhofstr.	DUB3	23	---
Duisburg-Buchholz	BUCH	16	---
Duisburg-Walsum	WALS	17	---
Düsseldorf Corneliusstraße	DDCS	20	13
Düsseldorf-Lörick	LOER	---	9
Eschweiler Auf dem Pesch	ESWE	15	---
Essen-Ost Steeler Straße	VESN	---	11
Essen-Schuir (LANUV)	ELAN	---	8
Essen-Vogelheim	EVOG	---	12
Gelsenkirchen Grothusstraße	GEKS	17	---
Gelsenkirchen-Bismarck	GELS	14	---
Grevenbroich-Gustorf	GRGG	20	---
Krefeld (Hafen)	KRHA	21	---
Köln Turiner Straße	VKTU	15	---

Station	Kürzel	PM10	PM2.5
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Köln-Chorweiler	CHOR	15	10
Lünen Frydagstraße	LUMI	23	---
Lünen Viktoriastraße	LUEV	17	---
Lünen-Niederaden	NIED	---	10
Mönchengladbach-Rheydt	MGRH	16	---
Mülheim-Styrum	STYR	15	10
Münster-Geist	MSGE	---	10
Niederzier	NIZI	19	---
Simmerath (Eifel)	EIFE	8	6
Soest-Ost	SOES	13	---
Stolberg Heinrich-Böll-Platz	STOH	13	---
Witten-Mitte	WIM3	16	---
Wuppertal Gathe	VWEL	18	---
Wuppertal-Langerfeld	WULA	---	9

Die Jahresmittelwerte variieren zwischen 8 und 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM10) und 6 bis 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM2.5). Die Immissionswerte von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für Partikel (PM10) und 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für Partikel (PM2.5) werden somit sicher eingehalten.

Messungen von Staubniederschlag fanden im Messjahr 2020 im industriellen Bereich in der Rhein-Ruhrschiene statt. Überschreitungen des zulässigen Immissionswertes von Staubniederschlag finden sich nur noch an Stationen im Duisburger Norden. Ansonsten ist der Immissionswert an allen anderen, mehr als 80 Stationen des Jahres 2020 eingehalten.

In der Nr. 4.6.2.1 der TA Luft werden Kriterien für die Notwendigkeit der Ermittlung der Vorbelastung geregelt. Danach ist die Ermittlung nicht erforderlich, wenn auf Grund sonstigen Vorwissens, zum Beispiel ältere Messungen, Messergebnisse aus vergleichbaren Gebieten, Ergebnisse orientierender Messungen oder Ergebnisse von Ausbreitungsrechnungen oder -schätzungen, festgestellt werden kann, dass für den jeweiligen Schadstoff am Ort der höchsten Vorbelastung

- der Jahresmittelwert weniger als 85 Prozent des Konzentrationswertes,
- der höchste 24-Stunden-Wert von Partikel (PM10) als Mittelwert über die letzten drei Jahre nicht mehr als 15 Überschreitungen pro Jahr verzeichnet wird

Nach diesen Kriterien ist eine gesonderte Vorbelastungsmessung am Standort Haus Forst für das Verfahren nicht notwendig. Die Regelung gilt jedoch nicht, wenn wegen erheblicher Emissionen aus diffusen Quellen oder besonderer betrieblicher, topographischer oder meteorologischer Verhältnisse eine Überschreitung von Immissionswerten nicht ausgeschlossen werden kann.

Ogleich eine Überschreitung von Immissionswerten ausgeschlossen werden kann, wurden am Standort dennoch Vorbelastungsmessungen durchgeführt.

### 6.3 Messungen im Umfeld der Deponie Haus Forst

In der Zeit vom 13.04.2019 bis zum 2. Januar 2020 wurden Immissionsmessungen im Umfeld der Deponie Haus Forst durchgeführt. Über die Durchführung der Messungen liegt ein Messbericht vor [16]. Die Lage der Messpunkte zeigt die nachfolgende Abbildung.



**Abbildung 21:** Messpunkte zur Bestimmung der Vorbelastung, © GeobasisNRW.

Mit den aktuellen Planungen wird der Messpunkt REM3 entfallen. Eine Beurteilung wird für diesen Punkt nicht mehr vorgenommen. Wie die Abbildungen mit den Ergebnissen der Ausbreitungsrechnungen zeigen ist die Gesamtzusatzbelastung im Nahbereich der Quellen am höchsten. Somit werden zur Beurteilung der Gesamtbelastung die Messpunkte REM1 und REM2 betrachtet.

Die Messungen ergaben folgende Kenngrößen:

Partikel (PM10)	Immissionswert	Einheit	Immissions-Jahresbelastung	% vom Immissionswert
	Jahr		IJV	
REM_01	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20,1	50

Partikel(PM10)	Immissionswert 24 Stunden	Einheit	Überschreitungshäufigkeit im Jahr ITV	
			berechnet	zulässig
REM_01	50	µg/m <sup>3</sup>	8	35

Der Messwert von Partikel (PM10) schöpfte den Immissionswert der TA Luft zu 50 % aus (20 µg/m<sup>3</sup>). Es wurden acht Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m bei 34 zulässigen Überschreitungstagen ermittelt.

Partikel (PM2,5)	Beurteilungswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
REM_01	25	µg/m <sup>3</sup>	10,1	40

Der Messwert von Partikel (PM2.5) unterschritt den zulässigen Immissionswert deutlich.

REM_01 Blei und dessen anorganische Verbindungen als Bestandteil des Partikels (PM10)	Immissionswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
Blei	0,5	µg/m <sup>3</sup>	0,006	1

Die ermittelten Gehalte an Blei im Partikel (PM10) unterschreiten die in der Nr. 4.2.1 TA Luft festgelegten Immissionsjahreswert deutlich.

Für alle Kenngrößen wird das in Nr. 4.6.2.1 TA Luft festgelegte Kriterium der „geringen Vorbelastung“ (85 vom Hundert des festgelegten Immissionswertes) für alle betrachteten Komponenten unterschritten.

Die folgenden Depositionswerte wurden ermittelt:

Staubniederschlag	Immissionswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
REM_01	0,35	g/(m <sup>2</sup> d)	0,065	19
REM_02	0,35	g/(m <sup>2</sup> d)	0,189	54
REM_03	0,35	g/(m <sup>2</sup> d)	0,124	35
REM_04	0,35	g/(m <sup>2</sup> d)	0,126	36



Die ermittelten Depositionswerte unterschreiten festgelegten Immissionswert von 0,35 g/(m<sup>2</sup>·d) deutlich.

Arsen und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als As als Bestandteil des Staubniederschlages	Immissionswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
REM_01	4	µg/(m <sup>2</sup> d)	0,8	20
REM_02	4	µg/(m <sup>2</sup> d)	1,8	45
REM_03	4	µg/(m <sup>2</sup> d)	1,2	30
REM_04	4	µg/(m <sup>2</sup> d)	1,1	28

Cadmium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Cd als Bestandteil des Staubniederschlages	Immissionswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
REM_01	2	µg/(m <sup>2</sup> d)	0,2	10
REM_02	2	µg/(m <sup>2</sup> d)	0,2	10
REM_03	2	µg/(m <sup>2</sup> d)	0,2	10
REM_04	2	µg/(m <sup>2</sup> d)	0,2	10

Nickel und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Ni als Bestandteil des Staubniederschlages	Immissionswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
REM_01	15	µg/(m <sup>2</sup> d)	2,8	19
REM_02	15	µg/(m <sup>2</sup> d)	6,1	41
REM_03	15	µg/(m <sup>2</sup> d)	3,8	25
REM_04	15	µg/(m <sup>2</sup> d)	3,5	23

Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Pb als Bestandteil des Staubniederschlages	Immissionswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
REM_01	100	µg/(m²d)	5,7	6
REM_02	100	µg/(m²d)	16,9	17
REM_03	100	µg/(m²d)	9,5	10
REM_04	100	µg/(m²d)	6,8	7

Thallium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Tl als Bestandteil des Staubniederschlages	Immissionswert Jahr	Einheit	Immissions-Jahresbelastung IJV	% vom Immissionswert
REM_01	2	µg/(m²d)	0,1	0,05
REM_02	2	µg/(m²d)	0,1	0,05
REM_03	2	µg/(m²d)	0,1	0,05
REM_04	2	µg/(m²d)	0,1	0,05

Die ermittelten Depositionswerte unterschreiten die in der Nr. 4.5.1 TA Luft zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition festgelegten Immissionswert für Arsen, Cadmium, Nickel, Blei und Thallium deutlich. Die maximale Ausschöpfung eines Immissionswertes betrug 45 %. An den im Umfeld der Deponie festgelegten Immissionsorten ist ein maßgeblicher Anteil an der Immissionsbelastung durch den Deponiebetrieb nicht feststellbar.

Aufgrund der Höhe der Messwerte und den Kriterien der Nr. 4.6.2.1 der TA Luft in Verbindung mit Nr. 4.6.2.4 der TA Luft wurde der Messzeitraum auf 6 Monate verkürzt.

#### 6.4 Beurteilung anhand des Irrelevanzkriteriums

In den Abbildungen:

- Abbildung 11: Partikel (PM10).
- Abbildung 12: Staubniederschlag.
- Abbildung 13: Partikel (PM2.5).
- Abbildung 14: Blei als Bestandteil des Partikels (PM10).
- Abbildung 15: Arsen als Bestandteil des Staubniederschlags.
- Abbildung 16: Cadmium als Bestandteil des Staubniederschlags.
- Abbildung 17: Nickel als Bestandteil des Staubniederschlags.

Abbildung 18: Blei als Bestandteil des Staubniederschlags.

Abbildung 19: Thallium als Bestandteil des Staubniederschlags.

ist der Wert des Irrelevanzkriterium in den Legende enthalten. Die räumliche Verteilung der prognostizierten Immissionen belegt, dass die Belastung im Nahbereich der Quellen auf der Deponie am höchsten ist. Außerhalb des Deponiegeländes wird für die Stoffe der jeweilige Irrelevanzwert eingehalten. Somit unterschreiten die Gesamtzusatzbelastungswerte dieser Stoffe das Irrelevanzkriterium im gesamten Rechengebiet.

An den Immissionsorten REM\_01 und REM\_02 werden die folgenden Gesamtzusatzbelastungswerte prognostiziert (alle Wert inkl. Stichprobenfehler):

Stoff	Einheit	REM_01	REM_02	Irrelevanz
Partikel (PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.14	0.74	1.2
Partikel (PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.451	0.252	0.75
Staubniederschlag	$\text{mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	4.22	4.40	10.5
Blei als Bestandteil des PM10	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.0006	0.0003	15
Arsen	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0.0006	0.0003	0.2
Cadmium	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$2.20\cdot 10^{-5}$	$9.02\cdot 10^{-6}$	0.1
Nickel	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0.00186	0.00076	0.75
Blei	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0.0039	0.0016	5
Thallium	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	$1.08\cdot 10^{-5}$	$4.428\cdot 10^{-6}$	0.1
Benzo(a)pyren	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	<b>0.0497</b>	0.020	0.025

An den Immissionsorten REM\_1 und REM\_2 unterschreiten die Gesamtzusatzbelastungswerte die jeweiligen Irrelevanzwerte der Stoffe Partikel (PM10;PM2.5), Staubniederschlag, Arsen, Cadmium, Nickel, Blei, Thallium und Benzo(a)pyren am Immissionsort REM\_2. In diesem Fall kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch den Betrieb der Deponie nicht hervorgerufen werden.

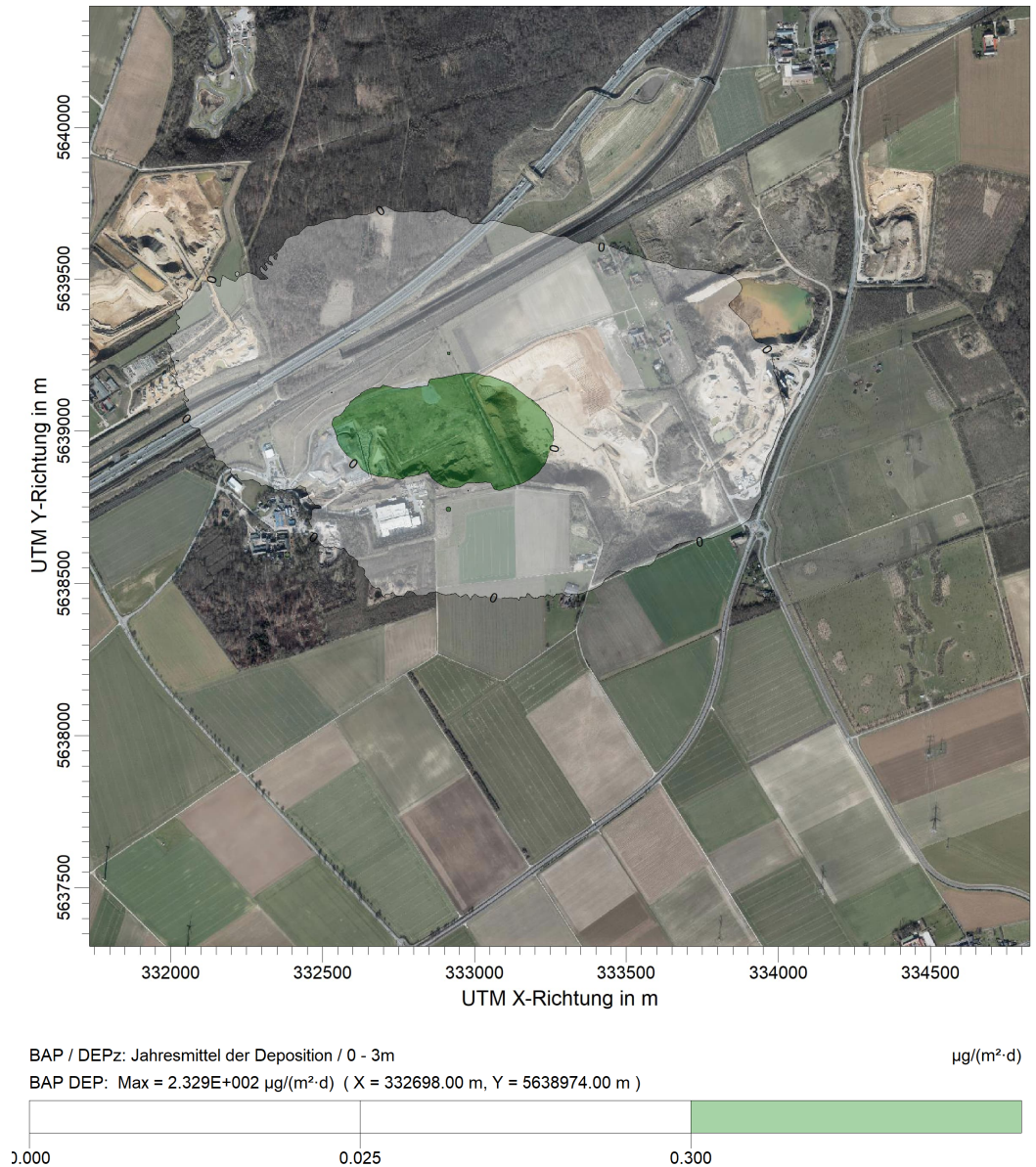
In Verbindung mit den ermittelten Vorbelastungswerten der Stoffe Partikel (PM10;PM2.5), Staubniederschlag, Arsen, Cadmium, Nickel, Blei, Thallium werden die Immissionswerte der Nr. 4.2.1 und Nr. 4.5.1 sicher eingehalten.

## 6.5 Beurteilung von Benzo(a)pyren (Deposition)

Aus Abbildung 20 geht hervor, dass der Irrelevanzwert von Benzo(a)pyren gemäß Nr. 4.5.1 in Verbindung mit Nr. 4.1 c) der TA Luft außerhalb des Deponiegeländes überschritten wird.

Der Immissionswert der Nr. 4.5.1 von  $0.5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  bezieht sich auf die sensibelste Nutzung (Kindergärten, Wohngärten). Wie in Abschnitt 6.1.3 dargelegt ergeben sich auf Grundlage der Regelungen der TA Luft für andere Bodennutzungen höhere Immissionswerte. Im Rahmen der Nr. 4.8 der TA Luft wird für Benzo(a)pyren ein Depositionswert von  $6 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  für Ackerböden angegeben, der Anhaltspunkte für das Vorliegen von schädlichen Umwelteinwirkungen liefert. Wird ein Irrelevanzwert aus diesem Depositionswert abgeleitet, dann beträgt der Irrelevanzwert für Ackerböden  $0.3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ .

Abbildung 22 zeigt die Benzo(a)pyren-Deposition als Isolinie mit dem Wert  $0.025 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  und mit dem Wert  $0.3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ . Innerhalb der Fläche mit der Isolinie  $0.025 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  kann eine Nutzung von Kindergärten und Wohngärten sicher ausgeschlossen werden.



**Abbildung 22:** Benzo(a)pyren-Deposition als Isolinie mit dem Wert  $0.025 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  und  $0.3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ , © Geobasis NRW.

Die Fläche mit Gesamtzusatzbelastungswerten von Benzo(a)pyren mit mehr als  $0.3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  erstreckt sich größtenteils über das Deponiegelände. Außerhalb des Deponiegeländes werden Benzo(a)pyren-Depositionen mit mehr als  $0.3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  allenfalls im Be-

reich einer vorhandenen Kiesgrube prognostiziert. In diesem Bereich sind schädliche Umwelteinwirkungen durch Bodenveränderung aufgrund des Deponiebetriebs nicht zu besorgen.

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 18. August 2021, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin, 14. September 2021, Gemeinsames Ministerialblatt, 72. Jahrgang, Nr. 48 - 54.
- [2] Umweltmeteorologie –Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Richtlinie VDI 3790 Blatt 3, Kommission Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin, Januar 2010.
- [3] Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichen/industriellem Betriebsgelände. Richtlinie VDI 3790 Blatt 4, Kommission Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin, September 2017.
- [4] Verordnung (EU) 2016/1628 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG
- [5] Damian, T., C. Burckhardt, F. J. Braun, C.-J. Richter, R. Bertsch, B.-J. Kemper, T. Hackbusch und E. Wedel, 2019: Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube. Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg, LUBW, Karlsruhe.
- [6] Landesumweltamt NRW: Ablagerungs- und Emissionsverhalten von Restabfällen. Materialien Band 69, heute: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen.
- [7] Janicke, U. und L. Janicke, 2007: Lagrangian Particle Modelling for regulatory purposes – a survey of recent developments in Germany. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for regulatory purposes, Cambridge, 109-113, [www.harmo.org](http://www.harmo.org)
- [8] Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle: Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3, Kommission Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin.
- [9] Pieper, H., 1995: Ein Verfahren zur Beurteilung der Staubentwicklung beim Umschlag von Schüttgütern. Teile 1 bis 3 in: Staub –Reinhaltung der Luft, Nrn. 1 bis 3, S. 25-29, S. 71-73 und S. 107-110.
- [10] Lahl U. und W. Steven, 2004: Reduzierung der Partikelimmissionen – eine gesundheitspolitische Schwerpunktaufgabe. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, S. 325-331.
- [11] Remus, R., 2004: Feinstaub (PM10) – Emissionen, Immissionsbegrenzungen, Messungen, Maßnahmen. UBMEDIA Fachdatenbank, 08/2004.
- [12] Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle: Depositionsparameter. Richtlinie VDI 3782 Blatt 5, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Ausschuss Luftqualität, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin, 51 S.
- [13] Umweltmeteorologie – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. Richtlinie VDI 3783 Blatt 20, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin.

- [14] Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. Richtlinie VDI 3782 Blatt 6, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin.
- [15] Testrechnungen von Dr. Brücher (LANUV NRW) dokumentiert in: Janicke, L. und U. Janicke, 2003: Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz. Abschlussbericht des Ingenieurbüros Janicke, Meersburg, im Auftrag des Umweltbundesamts Berlin (heute: Dessau-Rosslau), UFOPLAN: 200 43 256
- [16] Borchering, N., 2020: Immissionsmessungen von Schwebstaub (PM10 und PM2,5), Staubniederschlag und deren Inhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium. Messbericht 19 0505 P der ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co., Mönchengladbach, im Auftrag der REMEX, Kerpen.

## ANECO

Institut für Umweltschutz GmbH & Co.

Mönchengladbach, den 24. Januar 2024 UH/--

Für den Inhalt:



---

(Uwe Hartmann)



---

(Nicole Borchering)

## Anhang

LASAT-Eingabedateien



==== param.def

```
.
  Ident = "Deponie Haus Forst"
  Seed = 11111
  Interval = 01:00:00
  RefDate = 2006-01-01.00:00:00
  Start = 00:00:00
  End = 365.00:00:00
  Average = 24
  Flags = +MAXIMA+PLURIS
```

==== grid.def

```
.
  RefX = 32332530
  RefY = 5638870
  GGCS = UTM
  Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
  Nzd = 1
  Flags = +NESTED
```

! Nm	Nl	Ni	Nt	Pt	Dd	Nx	Ny	Nz	Xmin	Ymin	Rf	Im	Ie
N 06	1	1	3	3	512.0	28	28	19	-7040.0	-7040.0	0.5	200	1.0e-04
N 05	2	1	3	3	256.0	44	40	19	-5504.0	-4992.0	0.5	200	1.0e-04
N 04	3	1	3	3	128.0	44	40	19	-2688.0	-2432.0	0.5	200	1.0e-04
N 03	4	1	3	3	64.0	44	40	19	-1280.0	-1152.0	0.5	200	1.0e-04
N 02	5	1	3	3	32.0	68	62	19	-960.0	-896.0	1.0	200	1.0e-04
N 01	6	1	3	3	16.0	88	80	19	-576.0	-544.0	1.0	200	1.0e-04

==== sources.def

```
.
! Nr | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Fq Fr
Dq Vq Sh Sv Tt Wl Rh Vw Lw Ts
Rt Iq
```

Q 01	-210.8	-29.4	0.5	75.0	0.0	0.0	336.4	0.0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-
1.000	0.100	0							
Q 02	-142.1	-59.5	0.5	45.0	0.0	0.0	61.9	0.0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-
1.000	0.100	0							
Q 03	-120.5	-19.2	0.5	65.0	0.0	0.0	71.0	0.0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-
1.000	0.100	0							
Q 04	-98.0	45.1	0.5	90.0	0.0	0.0	80.3	0.0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-
1.000	0.100	0							
Q 05	-82.9	133.8	0.5	65.0	0.0	0.0	45.2	0.0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-
1.000	0.100	0							
Q 06	-36.1	181.0	0.5	30.0	0.0	0.0	20.8	0.0	0
0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-
1.000	0.100	0							

Q 07		-142.1	-59.5	0.0	40.0	0.0	0.0	329.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 08		-107.7	-79.9	0.5	50.0	0.0	0.0	291.5	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 09		-89.4	-126.4	0.5	30.0	0.0	0.0	337.4	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 10		-61.7	-138.0	0.5	50.0	0.0	0.0	25.5	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 11		-19.5	-117.9	0.5	90.0	0.0	0.0	41.0	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 12		47.5	-59.6	0.5	350.0	0.0	0.0	21.8	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 13		372.4	70.5	0.5	70.0	0.0	0.0	359.9	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 14		-8.0	191.6	0.5	270.0	0.0	0.0	24.0	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 15		238.6	301.4	0.5	35.0	0.0	0.0	355.9	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 16		273.6	299.0	0.5	75.0	0.0	0.0	307.2	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 17		318.9	239.2	0.5	140.0	0.0	0.0	222.6	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 18		171.9	105.6	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 19		171.9	105.6	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 20		171.9	105.6	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 21		456.6	68.4	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 22		456.6	68.4	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 23		456.6	68.4	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								
Q 24		419.7	89.6	1.0	24.5	24.5	0.0	33.7	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000		-
1.000		0.100	0								

Q 25		192.6	100.4	1.0	24.5	24.5	0.0	33.7	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000		0.0	0.00000	0.00000	-
1.000		0.100	0								
Q 26		171.9	105.6	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000		0.0	0.00000	0.00000	-
1.000		0.100	0								
Q 27		456.6	68.4	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000		0.0	0.00000	0.00000	-
1.000		0.100	0								
Q 28		171.9	105.6	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000		0.0	0.00000	0.00000	-
1.000		0.100	0								
Q 29		456.6	68.4	0.5	10.0	10.0	2.5	115.3	0.0	0	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000		0.0	0.00000	0.00000	-
1.000		0.100	0								

-----  
 -----  
 -----

===== substances.def

.  
 Name = gas  
 Unit = g  
 Rate = 4.00000  
 Vsed = 0.0000

! Substance	Vdep	Refc	Refd	Rfak	Rexp
K pm-1	1.000e-03	4.000e-05	4.051e-06	3.000e-05	0.80
K pm-2	1.000e-02	4.000e-05	4.051e-06	1.500e-04	0.80
K pm25-1	1.000e-03	2.500e-05	0.000e+00	3.000e-05	0.80
K pb-1	1.000e-03	5.000e-07	1.157e-09	3.000e-05	0.80
K pb-2	1.000e-02	5.000e-07	1.157e-09	1.500e-04	0.80
K as-1	1.000e-03	0.000e+00	4.630e-11	3.000e-05	0.80
K as-2	1.000e-02	0.000e+00	4.630e-11	1.500e-04	0.80
K cd-1	1.000e-03	2.000e-08	2.315e-11	3.000e-05	0.80
K cd-2	1.000e-02	2.000e-08	2.315e-11	1.500e-04	0.80
K ni-1	1.000e-03	0.000e+00	1.736e-10	3.000e-05	0.80
K ni-2	1.000e-02	0.000e+00	1.736e-10	1.500e-04	0.80
K tl-1	1.000e-03	0.000e+00	2.315e-11	3.000e-05	0.80
K tl-2	1.000e-02	0.000e+00	2.315e-11	1.500e-04	0.80
K bap-1	1.000e-03	0.000e+00	5.787e-12	3.000e-05	0.80
K bap-2	1.000e-02	0.000e+00	5.787e-12	1.500e-04	0.80

.  
 Name = pmu  
 Unit = g  
 Rate = 4.00000  
 Vsed = 0.0600

! Substance	Vdep	Refc	Refd	Rfak	Rexp
K pm-u	7.000e-02	4.000e-05	4.051e-06	4.400e-04	0.80
K pb-u	7.000e-02	5.000e-07	1.157e-09	4.400e-04	0.80
K as-u	7.000e-02	0.000e+00	4.630e-11	4.400e-04	0.80
K cd-u	7.000e-02	2.000e-08	2.315e-11	4.400e-04	0.80

K ni-u	7.000e-02	0.000e+00	1.736e-10	4.400e-04	0.80
K tl-u	7.000e-02	0.000e+00	2.315e-11	4.400e-04	0.80
K bap-u	7.000e-02	0.000e+00	5.787e-12	4.400e-04	0.80

=====  
 ===== emissions.def

! SOURCE	gas.pm-1	gas.pm-2	pmu.pm-u	gas.pm25-1	gas.pb-1
gas.pb-2	pmu.pb-u	gas.as-1	gas.as-2	pmu.as-u	gas.cd-1
gas.cd-2	pmu.cd-u	gas.ni-1	gas.ni-2	pmu.ni-u	gas.tl-1
gas.tl-2	pmu.tl-u	gas.bap-1	gas.bap-2	pmu.bap-u	

E 01	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 02	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 03	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 04	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 05	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 06	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 07	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 08	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 09	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 10	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00

E 11		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 12		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 13		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 14		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 15		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 16		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 17		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 18		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
E 19		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
E 20		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
E 21		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
E 22		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
E 23		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
?		?	?	?	?	?
E 24		?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00		0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00

0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 25	?	?	?	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 26	?	0.000e+00	0.000e+00	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 27	?	0.000e+00	0.000e+00	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 28	?	0.000e+00	0.000e+00	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
E 29	?	0.000e+00	0.000e+00	?	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
===== variable.def

.  
Eq.01.gas.pm-1 = 01.pm-1  
Eq.02.gas.pm-1 = 02.pm-1  
Eq.03.gas.pm-1 = 03.pm-1  
Eq.04.gas.pm-1 = 04.pm-1  
Eq.05.gas.pm-1 = 05.pm-1  
Eq.06.gas.pm-1 = 06.pm-1  
Eq.07.gas.pm-1 = 07.pm-1  
Eq.08.gas.pm-1 = 08.pm-1  
Eq.09.gas.pm-1 = 09.pm-1  
Eq.10.gas.pm-1 = 10.pm-1  
Eq.11.gas.pm-1 = 11.pm-1  
Eq.12.gas.pm-1 = 12.pm-1  
Eq.13.gas.pm-1 = 13.pm-1  
Eq.14.gas.pm-1 = 14.pm-1  
Eq.15.gas.pm-1 = 15.pm-1  
Eq.16.gas.pm-1 = 16.pm-1  
Eq.17.gas.pm-1 = 17.pm-1  
Eq.18.gas.pm-1 = 18.pm-1  
Eq.19.gas.pm-1 = 19.pm-1  
Eq.20.gas.pm-1 = 20.pm-1  
Eq.21.gas.pm-1 = 21.pm-1  
Eq.22.gas.pm-1 = 22.pm-1  
Eq.23.gas.pm-1 = 23.pm-1  
Eq.24.gas.pm-1 = 24.pm-1  
Eq.25.gas.pm-1 = 25.pm-1  
Eq.26.gas.pm-1 = 26.pm-1

Eq. 27.gas.pm-1 = 27.pm-1  
Eq. 28.gas.pm-1 = 28.pm-1  
Eq. 29.gas.pm-1 = 29.pm-1  
Eq. 01.gas.pm-2 = 01.pm-2  
Eq. 02.gas.pm-2 = 02.pm-2  
Eq. 03.gas.pm-2 = 03.pm-2  
Eq. 04.gas.pm-2 = 04.pm-2  
Eq. 05.gas.pm-2 = 05.pm-2  
Eq. 06.gas.pm-2 = 06.pm-2  
Eq. 07.gas.pm-2 = 07.pm-2  
Eq. 08.gas.pm-2 = 08.pm-2  
Eq. 09.gas.pm-2 = 09.pm-2  
Eq. 10.gas.pm-2 = 10.pm-2  
Eq. 11.gas.pm-2 = 11.pm-2  
Eq. 12.gas.pm-2 = 12.pm-2  
Eq. 13.gas.pm-2 = 13.pm-2  
Eq. 14.gas.pm-2 = 14.pm-2  
Eq. 15.gas.pm-2 = 15.pm-2  
Eq. 16.gas.pm-2 = 16.pm-2  
Eq. 17.gas.pm-2 = 17.pm-2  
Eq. 18.gas.pm-2 = 18.pm-2  
Eq. 19.gas.pm-2 = 19.pm-2  
Eq. 20.gas.pm-2 = 20.pm-2  
Eq. 21.gas.pm-2 = 21.pm-2  
Eq. 22.gas.pm-2 = 22.pm-2  
Eq. 23.gas.pm-2 = 23.pm-2  
Eq. 24.gas.pm-2 = 24.pm-2  
Eq. 25.gas.pm-2 = 25.pm-2  
Eq. 01.pmu.pm-u = 01.pm-u  
Eq. 02.pmu.pm-u = 02.pm-u  
Eq. 03.pmu.pm-u = 03.pm-u  
Eq. 04.pmu.pm-u = 04.pm-u  
Eq. 05.pmu.pm-u = 05.pm-u  
Eq. 06.pmu.pm-u = 06.pm-u  
Eq. 07.pmu.pm-u = 07.pm-u  
Eq. 08.pmu.pm-u = 08.pm-u  
Eq. 09.pmu.pm-u = 09.pm-u  
Eq. 10.pmu.pm-u = 10.pm-u  
Eq. 11.pmu.pm-u = 11.pm-u  
Eq. 12.pmu.pm-u = 12.pm-u  
Eq. 13.pmu.pm-u = 13.pm-u  
Eq. 14.pmu.pm-u = 14.pm-u  
Eq. 15.pmu.pm-u = 15.pm-u  
Eq. 16.pmu.pm-u = 16.pm-u  
Eq. 17.pmu.pm-u = 17.pm-u  
Eq. 18.pmu.pm-u = 18.pm-u  
Eq. 19.pmu.pm-u = 19.pm-u  
Eq. 20.pmu.pm-u = 20.pm-u  
Eq. 21.pmu.pm-u = 21.pm-u  
Eq. 22.pmu.pm-u = 22.pm-u  
Eq. 23.pmu.pm-u = 23.pm-u  
Eq. 24.pmu.pm-u = 24.pm-u  
Eq. 25.pmu.pm-u = 25.pm-u  
Eq. 01.gas.pm25-1 = 01.pm25-1  
Eq. 02.gas.pm25-1 = 02.pm25-1

Eq. 03.gas.pm25-1 = 03.pm25-1  
Eq. 04.gas.pm25-1 = 04.pm25-1  
Eq. 05.gas.pm25-1 = 05.pm25-1  
Eq. 06.gas.pm25-1 = 06.pm25-1  
Eq. 07.gas.pm25-1 = 07.pm25-1  
Eq. 08.gas.pm25-1 = 08.pm25-1  
Eq. 09.gas.pm25-1 = 09.pm25-1  
Eq. 10.gas.pm25-1 = 10.pm25-1  
Eq. 11.gas.pm25-1 = 11.pm25-1  
Eq. 12.gas.pm25-1 = 12.pm25-1  
Eq. 13.gas.pm25-1 = 13.pm25-1  
Eq. 14.gas.pm25-1 = 14.pm25-1  
Eq. 15.gas.pm25-1 = 15.pm25-1  
Eq. 16.gas.pm25-1 = 16.pm25-1  
Eq. 17.gas.pm25-1 = 17.pm25-1  
Eq. 18.gas.pm25-1 = 18.pm25-1  
Eq. 19.gas.pm25-1 = 19.pm25-1  
Eq. 20.gas.pm25-1 = 20.pm25-1  
Eq. 21.gas.pm25-1 = 21.pm25-1  
Eq. 22.gas.pm25-1 = 22.pm25-1  
Eq. 23.gas.pm25-1 = 23.pm25-1  
Eq. 24.gas.pm25-1 = 24.pm25-1  
Eq. 25.gas.pm25-1 = 25.pm25-1  
Eq. 26.gas.pm25-1 = 26.pm25-1  
Eq. 27.gas.pm25-1 = 27.pm25-1  
Eq. 28.gas.pm25-1 = 28.pm25-1  
Eq. 29.gas.pm25-1 = 29.pm25-1  
Eq. 18.gas.pb-1 = 18.pb-1  
Eq. 19.gas.pb-1 = 19.pb-1  
Eq. 20.gas.pb-1 = 20.pb-1  
Eq. 21.gas.pb-1 = 21.pb-1  
Eq. 22.gas.pb-1 = 22.pb-1  
Eq. 23.gas.pb-1 = 23.pb-1  
Eq. 18.gas.pb-2 = 18.pb-2  
Eq. 19.gas.pb-2 = 19.pb-2  
Eq. 20.gas.pb-2 = 20.pb-2  
Eq. 21.gas.pb-2 = 21.pb-2  
Eq. 22.gas.pb-2 = 22.pb-2  
Eq. 23.gas.pb-2 = 23.pb-2  
Eq. 18.pmu.pb-u = 18.pb-u  
Eq. 19.pmu.pb-u = 19.pb-u  
Eq. 20.pmu.pb-u = 20.pb-u  
Eq. 21.pmu.pb-u = 21.pb-u  
Eq. 22.pmu.pb-u = 22.pb-u  
Eq. 23.pmu.pb-u = 23.pb-u  
Eq. 18.gas.as-1 = 18.as-1  
Eq. 19.gas.as-1 = 19.as-1  
Eq. 20.gas.as-1 = 20.as-1  
Eq. 21.gas.as-1 = 21.as-1  
Eq. 22.gas.as-1 = 22.as-1  
Eq. 23.gas.as-1 = 23.as-1  
Eq. 18.gas.as-2 = 18.as-2  
Eq. 19.gas.as-2 = 19.as-2  
Eq. 20.gas.as-2 = 20.as-2  
Eq. 21.gas.as-2 = 21.as-2



Eq.22.gas.as-2 = 22.as-2  
Eq.23.gas.as-2 = 23.as-2  
Eq.18.pmu.as-u = 18.as-u  
Eq.19.pmu.as-u = 19.as-u  
Eq.20.pmu.as-u = 20.as-u  
Eq.21.pmu.as-u = 21.as-u  
Eq.22.pmu.as-u = 22.as-u  
Eq.23.pmu.as-u = 23.as-u  
Eq.18.gas.cd-1 = 18.cd-1  
Eq.19.gas.cd-1 = 19.cd-1  
Eq.20.gas.cd-1 = 20.cd-1  
Eq.21.gas.cd-1 = 21.cd-1  
Eq.22.gas.cd-1 = 22.cd-1  
Eq.23.gas.cd-1 = 23.cd-1  
Eq.18.gas.cd-2 = 18.cd-2  
Eq.19.gas.cd-2 = 19.cd-2  
Eq.20.gas.cd-2 = 20.cd-2  
Eq.21.gas.cd-2 = 21.cd-2  
Eq.22.gas.cd-2 = 22.cd-2  
Eq.23.gas.cd-2 = 23.cd-2  
Eq.18.pmu.cd-u = 18.cd-u  
Eq.19.pmu.cd-u = 19.cd-u  
Eq.20.pmu.cd-u = 20.cd-u  
Eq.21.pmu.cd-u = 21.cd-u  
Eq.22.pmu.cd-u = 22.cd-u  
Eq.23.pmu.cd-u = 23.cd-u  
Eq.18.gas.ni-1 = 18.ni-1  
Eq.19.gas.ni-1 = 19.ni-1  
Eq.20.gas.ni-1 = 20.ni-1  
Eq.21.gas.ni-1 = 21.ni-1  
Eq.22.gas.ni-1 = 22.ni-1  
Eq.23.gas.ni-1 = 23.ni-1  
Eq.18.gas.ni-2 = 18.ni-2  
Eq.19.gas.ni-2 = 19.ni-2  
Eq.20.gas.ni-2 = 20.ni-2  
Eq.21.gas.ni-2 = 21.ni-2  
Eq.22.gas.ni-2 = 22.ni-2  
Eq.23.gas.ni-2 = 23.ni-2  
Eq.18.pmu.ni-u = 18.ni-u  
Eq.19.pmu.ni-u = 19.ni-u  
Eq.20.pmu.ni-u = 20.ni-u  
Eq.21.pmu.ni-u = 21.ni-u  
Eq.22.pmu.ni-u = 22.ni-u  
Eq.23.pmu.ni-u = 23.ni-u  
Eq.18.gas.tl-1 = 18.tl-1  
Eq.19.gas.tl-1 = 19.tl-1  
Eq.20.gas.tl-1 = 20.tl-1  
Eq.21.gas.tl-1 = 21.tl-1  
Eq.22.gas.tl-1 = 22.tl-1  
Eq.23.gas.tl-1 = 23.tl-1  
Eq.18.gas.tl-2 = 18.tl-2  
Eq.19.gas.tl-2 = 19.tl-2  
Eq.20.gas.tl-2 = 20.tl-2  
Eq.21.gas.tl-2 = 21.tl-2  
Eq.22.gas.tl-2 = 22.tl-2

Eq.23.gas.tl-2 = 23.tl-2  
 Eq.18.pmu.tl-u = 18.tl-u  
 Eq.19.pmu.tl-u = 19.tl-u  
 Eq.20.pmu.tl-u = 20.tl-u  
 Eq.21.pmu.tl-u = 21.tl-u  
 Eq.22.pmu.tl-u = 22.tl-u  
 Eq.23.pmu.tl-u = 23.tl-u  
 Eq.18.gas.bap-1 = 18.bap-1  
 Eq.19.gas.bap-1 = 19.bap-1  
 Eq.20.gas.bap-1 = 20.bap-1  
 Eq.21.gas.bap-1 = 21.bap-1  
 Eq.22.gas.bap-1 = 22.bap-1  
 Eq.23.gas.bap-1 = 23.bap-1  
 Eq.18.gas.bap-2 = 18.bap-2  
 Eq.19.gas.bap-2 = 19.bap-2  
 Eq.20.gas.bap-2 = 20.bap-2  
 Eq.21.gas.bap-2 = 21.bap-2  
 Eq.22.gas.bap-2 = 22.bap-2  
 Eq.23.gas.bap-2 = 23.bap-2  
 Eq.18.pmu.bap-u = 18.bap-u  
 Eq.19.pmu.bap-u = 19.bap-u  
 Eq.20.pmu.bap-u = 20.bap-u  
 Eq.21.pmu.bap-u = 21.bap-u  
 Eq.22.pmu.bap-u = 22.bap-u  
 Eq.23.pmu.bap-u = 23.bap-u

-  
 ! T1 T2 01.pm-1 02.pm-1 03.pm-1 04.pm-1  
 05.pm-1 06.pm-1 07.pm-1 08.pm-1  
 09.pm-1 10.pm-1 11.pm-1 12.pm-1 13.pm-1 14.pm-1  
 15.pm-1 16.pm-1 17.pm-1 18.pm-1 19.pm-1  
 20.pm-1 21.pm-1 22.pm-1 23.pm-1 24.pm-1 25.pm-1  
 26.pm-1 27.pm-1 28.pm-1 29.pm-1 01.pm-2  
 02.pm-2 03.pm-2 04.pm-2 05.pm-2 06.pm-2 07.pm-2  
 08.pm-2 09.pm-2 10.pm-2 11.pm-2 12.pm-2  
 13.pm-2 14.pm-2 15.pm-2 16.pm-2 17.pm-2 18.pm-2  
 19.pm-2 20.pm-2 21.pm-2 22.pm-2 23.pm-2  
 24.pm-2 25.pm-2 01.pm-u 02.pm-u 03.pm-u 04.pm-u  
 05.pm-u 06.pm-u 07.pm-u 08.pm-u 09.pm-u  
 10.pm-u 11.pm-u 12.pm-u 13.pm-u 14.pm-u 15.pm-u  
 16.pm-u 17.pm-u 18.pm-u 19.pm-u 20.pm-u  
 21.pm-u 22.pm-u 23.pm-u 24.pm-u 25.pm-u 01.pm25-1  
 02.pm25-1 03.pm25-1 04.pm25-1 05.pm25-1 06.pm25-1  
 07.pm25-1 08.pm25-1 09.pm25-1 10.pm25-1 11.pm25-1 12.pm25-1  
 13.pm25-1 14.pm25-1 15.pm25-1 16.pm25-1 17.pm25-1  
 18.pm25-1 19.pm25-1 20.pm25-1 21.pm25-1 22.pm25-1 23.pm25-1  
 24.pm25-1 25.pm25-1 26.pm25-1 27.pm25-1 28.pm25-1  
 29.pm25-1 18.pb-1 19.pb-1 20.pb-1 21.pb-1 22.pb-1  
 23.pb-1 18.pb-2 19.pb-2 20.pb-2 21.pb-2  
 22.pb-2 23.pb-2 18.pb-u 19.pb-u 20.pb-u 21.pb-u  
 22.pb-u 23.pb-u 18.as-1 19.as-1 20.as-1  
 21.as-1 22.as-1 23.as-1 18.as-2 19.as-2 20.as-2  
 21.as-2 22.as-2 23.as-2 18.as-u 19.as-u  
 20.as-u 21.as-u 22.as-u 23.as-u 18.cd-1 19.cd-1  
 20.cd-1 21.cd-1 22.cd-1 23.cd-1 18.cd-2

19.cd-2	20.cd-2	21.cd-2	22.cd-2	23.cd-2	18.cd-u
19.cd-u	20.cd-u	21.cd-u	22.cd-u	23.cd-u	
18.ni-1	19.ni-1	20.ni-1	21.ni-1	22.ni-1	23.ni-1
18.ni-2	19.ni-2	20.ni-2	21.ni-2	22.ni-2	
23.ni-2	18.ni-u	19.ni-u	20.ni-u	21.ni-u	22.ni-u
23.ni-u	18.tl-1	19.tl-1	20.tl-1	21.tl-1	
22.tl-1	23.tl-1	18.tl-2	19.tl-2	20.tl-2	21.tl-2
22.tl-2	23.tl-2	18.tl-u	19.tl-u	20.tl-u	
21.tl-u	22.tl-u	23.tl-u	18.bap-1	19.bap-1	20.bap-1
21.bap-1	22.bap-1	23.bap-1	18.bap-2	19.bap-2	
20.bap-2	21.bap-2	22.bap-2	23.bap-2	18.bap-u	19.bap-u
20.bap-u	21.bap-u	22.bap-u	23.bap-u		

```

Z      00:00:00      01:00:00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00
  
```















5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 0.000e+00  
 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03 0.000e+00 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 1.162e-02 0.000e+00 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 0.000e+00 3.324e-02  
 0.000e+00 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 0.000e+00 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03  
 0.000e+00 1.144e-07 0.000e+00 1.208e-08 0.000e+00 1.208e-08 1.144e-  
 07 1.144e-07 0.000e+00 7.841e-08 0.000e+00  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 0.000e+00 2.244e-07 0.000e+00 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 0.000e+00 1.947e-09  
 0.000e+00 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 0.000e+00 1.263e-08  
 0.000e+00 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 0.000e+00  
 3.615e-08 0.000e+00 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 0.000e+00 6.847e-  
 11 0.000e+00 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 0.000e+00 4.443e-10 0.000e+00 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09  
 0.000e+00 1.272e-09 0.000e+00 1.272e-09 5.188e-09  
 5.468e-08 0.000e+00 5.773e-09 0.000e+00 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 0.000e+00 3.746e-08 0.000e+00 3.746e-08  
 5.468e-08 4.374e-07 0.000e+00 1.072e-07 0.000e+00 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 0.000e+00 3.357e-11 0.000e+00  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 0.000e+00 2.178e-10 0.000e+00 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 0.000e+00 6.233e-10  
 0.000e+00 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 0.000e+00 1.548e-07  
 0.000e+00 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 0.000e+00  
 1.004e-06 0.000e+00 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 0.000e+00 2.874e-  
 06 0.000e+00 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.07:00:00 5.08:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 0.000e+00  
 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03 0.000e+00 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 1.162e-02 0.000e+00 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 0.000e+00 3.324e-02  
 0.000e+00 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04

7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 0.000e+00 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03  
 0.000e+00 1.144e-07 0.000e+00 1.208e-08 0.000e+00 1.208e-08 1.144e-  
 07 1.144e-07 0.000e+00 7.841e-08 0.000e+00  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 0.000e+00 2.244e-07 0.000e+00 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 0.000e+00 1.947e-09  
 0.000e+00 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 0.000e+00 1.263e-08  
 0.000e+00 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 0.000e+00  
 3.615e-08 0.000e+00 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 0.000e+00 6.847e-  
 11 0.000e+00 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 0.000e+00 4.443e-10 0.000e+00 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09  
 0.000e+00 1.272e-09 0.000e+00 1.272e-09 5.188e-09  
 5.468e-08 0.000e+00 5.773e-09 0.000e+00 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 0.000e+00 3.746e-08 0.000e+00 3.746e-08  
 5.468e-08 4.374e-07 0.000e+00 1.072e-07 0.000e+00 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 0.000e+00 3.357e-11 0.000e+00  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 0.000e+00 2.178e-10 0.000e+00 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 0.000e+00 6.233e-10  
 0.000e+00 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 0.000e+00 1.548e-07  
 0.000e+00 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 0.000e+00  
 1.004e-06 0.000e+00 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 0.000e+00 2.874e-  
 06 0.000e+00 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.08:00:00 5.09:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 0.000e+00  
 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03 0.000e+00 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 1.162e-02 0.000e+00 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 0.000e+00 3.324e-02  
 0.000e+00 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 0.000e+00 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03  
 0.000e+00 1.144e-07 0.000e+00 1.208e-08 0.000e+00 1.208e-08 1.144e-  
 07 1.144e-07 0.000e+00 7.841e-08 0.000e+00  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 0.000e+00 2.244e-07 0.000e+00 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 0.000e+00 1.947e-09  
 0.000e+00 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 0.000e+00 1.263e-08  
 0.000e+00 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 0.000e+00  
 3.615e-08 0.000e+00 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 0.000e+00 6.847e-  
 11 0.000e+00 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 0.000e+00 4.443e-10 0.000e+00 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09  
 0.000e+00 1.272e-09 0.000e+00 1.272e-09 5.188e-09

5.468e-08 0.000e+00 5.773e-09 0.000e+00 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 0.000e+00 3.746e-08 0.000e+00 3.746e-08  
 5.468e-08 4.374e-07 0.000e+00 1.072e-07 0.000e+00 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 0.000e+00 3.357e-11 0.000e+00  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 0.000e+00 2.178e-10 0.000e+00 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 0.000e+00 6.233e-10  
 0.000e+00 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 0.000e+00 1.548e-07  
 0.000e+00 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 0.000e+00  
 1.004e-06 0.000e+00 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 0.000e+00 2.874e-  
 06 0.000e+00 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.09:00:00 5.10:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 0.000e+00  
 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03 0.000e+00 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 1.162e-02 0.000e+00 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 0.000e+00 3.324e-02  
 0.000e+00 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 0.000e+00 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03  
 0.000e+00 1.144e-07 0.000e+00 0.000e+00 1.208e-08 0.000e+00 1.144e-  
 07 1.144e-07 0.000e+00 7.841e-08 0.000e+00  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 0.000e+00 2.244e-07 0.000e+00 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 0.000e+00 1.947e-09  
 0.000e+00 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 0.000e+00 1.263e-08  
 0.000e+00 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 0.000e+00  
 3.615e-08 0.000e+00 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 0.000e+00 6.847e-  
 11 0.000e+00 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 0.000e+00 4.443e-10 0.000e+00 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09  
 0.000e+00 1.272e-09 0.000e+00 1.272e-09 5.188e-09  
 5.468e-08 0.000e+00 5.773e-09 0.000e+00 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 0.000e+00 3.746e-08 0.000e+00 3.746e-08  
 5.468e-08 4.374e-07 0.000e+00 1.072e-07 0.000e+00 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 0.000e+00 3.357e-11 0.000e+00  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 0.000e+00 2.178e-10 0.000e+00 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 0.000e+00 6.233e-10  
 0.000e+00 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 0.000e+00 1.548e-07  
 0.000e+00 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 0.000e+00  
 1.004e-06 0.000e+00 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 0.000e+00 2.874e-  
 06 0.000e+00 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.10:00:00 5.11:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 0.000e+00

1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03 0.000e+00 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 1.162e-02 0.000e+00 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 0.000e+00 3.324e-02  
 0.000e+00 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 0.000e+00 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03  
 0.000e+00 1.144e-07 0.000e+00 1.208e-08 0.000e+00 1.208e-08 1.144e-  
 07 1.144e-07 0.000e+00 7.841e-08 0.000e+00  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 0.000e+00 2.244e-07 0.000e+00 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 0.000e+00 1.947e-09  
 0.000e+00 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 0.000e+00 1.263e-08  
 0.000e+00 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 0.000e+00  
 3.615e-08 0.000e+00 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 0.000e+00 6.847e-  
 11 0.000e+00 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 0.000e+00 4.443e-10 0.000e+00 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09  
 0.000e+00 1.272e-09 0.000e+00 1.272e-09 5.188e-09  
 5.468e-08 0.000e+00 5.773e-09 0.000e+00 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 0.000e+00 3.746e-08 0.000e+00 3.746e-08  
 5.468e-08 4.374e-07 0.000e+00 1.072e-07 0.000e+00 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 0.000e+00 3.357e-11 0.000e+00  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 0.000e+00 2.178e-10 0.000e+00 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 0.000e+00 6.233e-10  
 0.000e+00 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 0.000e+00 1.548e-07  
 0.000e+00 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 0.000e+00  
 1.004e-06 0.000e+00 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 0.000e+00 2.874e-  
 06 0.000e+00 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.11:00:00 5.12:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 0.000e+00  
 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03 0.000e+00 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 1.162e-02 0.000e+00 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 0.000e+00 3.324e-02  
 0.000e+00 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03

1.695e-02 0.000e+00 1.790e-03 0.000e+00 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 6.561e-03 6.561e-03  
 0.000e+00 1.144e-07 0.000e+00 1.208e-08 0.000e+00 1.208e-08 1.144e-  
 07 1.144e-07 0.000e+00 7.841e-08 0.000e+00  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 0.000e+00 2.244e-07 0.000e+00 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 0.000e+00 1.947e-09  
 0.000e+00 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 0.000e+00 1.263e-08  
 0.000e+00 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 0.000e+00  
 3.615e-08 0.000e+00 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 0.000e+00 6.847e-  
 11 0.000e+00 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 0.000e+00 4.443e-10 0.000e+00 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09  
 0.000e+00 1.272e-09 0.000e+00 1.272e-09 5.188e-09  
 5.468e-08 0.000e+00 5.773e-09 0.000e+00 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 0.000e+00 3.746e-08 0.000e+00 3.746e-08  
 5.468e-08 4.374e-07 0.000e+00 1.072e-07 0.000e+00 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 0.000e+00 3.357e-11 0.000e+00  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 0.000e+00 2.178e-10 0.000e+00 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 0.000e+00 6.233e-10  
 0.000e+00 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 0.000e+00 1.548e-07  
 0.000e+00 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 0.000e+00  
 1.004e-06 0.000e+00 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 0.000e+00 2.874e-  
 06 0.000e+00 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.12:00:00 5.13:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 9.286e-03  
 1.790e-03 9.286e-03 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-  
 03 6.561e-03 6.561e-03 5.130e-03 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02 8.043e-  
 02 1.162e-02 8.043e-02 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 2.302e-01 3.324e-02  
 2.302e-01 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 9.286e-03 1.790e-03 9.286e-03 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-03 6.561e-03 6.561e-03  
 5.130e-03 1.144e-07 6.268e-08 1.208e-08 6.268e-08 1.208e-08 1.144e-  
 07 1.144e-07 5.429e-07 7.841e-08 5.429e-07  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 1.554e-06 2.244e-07 1.554e-06 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 1.010e-08 1.947e-09  
 1.010e-08 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 8.747e-08 1.263e-08 8.747e-  
 08 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 2.503e-07  
 3.615e-08 2.503e-07 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 3.552e-10 6.847e-  
 11 3.552e-10 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 3.077e-09 4.443e-10 3.077e-09 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09 8.804e-  
 09 1.272e-09 8.804e-09 1.272e-09 5.188e-09  
 5.468e-08 2.995e-08 5.773e-09 2.995e-08 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 2.594e-07 3.746e-08 2.594e-07 3.746e-08

5.468e-08 4.374e-07 7.423e-07 1.072e-07 7.423e-07 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 1.741e-10 3.357e-11 1.741e-10  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 1.508e-09 2.178e-10 1.508e-09 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 4.316e-09 6.233e-10  
 4.316e-09 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 8.028e-07 1.548e-07 8.028e-  
 07 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 6.954e-06  
 1.004e-06 6.954e-06 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 1.990e-05 2.874e-  
 06 1.990e-05 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.13:00:00 5.14:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 9.286e-03  
 1.790e-03 9.286e-03 1.790e-03 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-  
 03 6.561e-03 6.561e-03 5.130e-03 9.057e-03  
 5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02 8.043e-  
 02 1.162e-02 8.043e-02 1.162e-02 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 2.302e-01 3.324e-02  
 2.302e-01 3.324e-02 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 9.286e-03 1.790e-03 9.286e-03 1.790e-03 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-03 6.561e-03 6.561e-03  
 5.130e-03 1.144e-07 6.268e-08 1.208e-08 6.268e-08 1.208e-08 1.144e-  
 07 1.144e-07 5.429e-07 7.841e-08 5.429e-07  
 7.841e-08 1.144e-07 9.155e-07 1.554e-06 2.244e-07 1.554e-06 2.244e-  
 07 9.155e-07 1.844e-08 1.010e-08 1.947e-09  
 1.010e-08 1.947e-09 1.844e-08 1.844e-08 8.747e-08 1.263e-08 8.747e-  
 08 1.263e-08 1.844e-08 1.475e-07 2.503e-07  
 3.615e-08 2.503e-07 3.615e-08 1.475e-07 6.485e-10 3.552e-10 6.847e-  
 11 3.552e-10 6.847e-11 6.485e-10 6.485e-10  
 3.077e-09 4.443e-10 3.077e-09 4.443e-10 6.485e-10 5.188e-09 8.804e-  
 09 1.272e-09 8.804e-09 1.272e-09 5.188e-09  
 5.468e-08 2.995e-08 5.773e-09 2.995e-08 5.773e-09 5.468e-08 5.468e-  
 08 2.594e-07 3.746e-08 2.594e-07 3.746e-08  
 5.468e-08 4.374e-07 7.423e-07 1.072e-07 7.423e-07 1.072e-07 4.374e-  
 07 3.179e-10 1.741e-10 3.357e-11 1.741e-10  
 3.357e-11 3.179e-10 3.179e-10 1.508e-09 2.178e-10 1.508e-09 2.178e-  
 10 3.179e-10 2.543e-09 4.316e-09 6.233e-10  
 4.316e-09 6.233e-10 2.543e-09 1.466e-06 8.028e-07 1.548e-07 8.028e-  
 07 1.548e-07 1.466e-06 1.466e-06 6.954e-06  
 1.004e-06 6.954e-06 1.004e-06 1.466e-06 1.173e-05 1.990e-05 2.874e-  
 06 1.990e-05 2.874e-06 1.173e-05  
 Z 5.14:00:00 5.15:00:00 2.891e-03 1.734e-03 1.253e-03 1.734e-03  
 1.253e-03 5.781e-04 7.708e-04 9.635e-04  
 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-03 5.203e-03 6.745e-  
 04 1.445e-03 6.116e-03 1.695e-02 9.286e-03  
 0.000e+00 9.286e-03 0.000e+00 1.695e-02 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-  
 03 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-03 9.057e-03

5.434e-03 3.925e-03 5.434e-03 3.925e-03 1.811e-03 2.415e-03 3.019e-  
 03 1.811e-03 3.019e-03 5.434e-03 2.113e-02  
 2.767e-02 1.630e-02 2.113e-03 4.529e-03 5.533e-02 1.695e-02 8.043e-  
 02 0.000e+00 8.043e-02 0.000e+00 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.030e-02 3.018e-02 2.180e-02 3.018e-02 2.180e-  
 02 1.006e-02 1.341e-02 1.677e-02 1.006e-02  
 1.677e-02 3.018e-02 1.174e-01 7.918e-02 9.053e-02 1.174e-02 2.515e-  
 02 1.584e-01 1.356e-01 2.302e-01 0.000e+00  
 2.302e-01 0.000e+00 1.356e-01 0.000e+00 0.000e+00 2.891e-03 1.734e-  
 03 1.253e-03 1.734e-03 1.253e-03 5.781e-04  
 7.708e-04 9.635e-04 5.781e-04 9.635e-04 1.734e-03 6.745e-03 3.058e-  
 03 5.203e-03 6.745e-04 1.445e-03 6.116e-03  
 1.695e-02 9.286e-03 0.000e+00 9.286e-03 0.000e+00 1.695e-02  
 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-03 0.000e+00 0.000e+00  
 5.130e-03 1.144e-07 6.268e-08 0.000e+00 6.268e-08 0.000e+00 1.144e-  
 07 1.144e-07 5.429e-07 0.000e+00 5.429e-07  
 0.000e+00 1.144e-07 9.155e-07 1.554e-06 0.000e+00 1.554e-06  
 0.000e+00 9.155e-07 1.844e-08 1.010e-08 0.000e+00  
 1.010e-08 0.000e+00 1.844e-08 1.844e-08 8.747e-08 0.000e+00 8.747e-  
 08 0.000e+00 1.844e-08 1.475e-07 2.503e-07  
 0.000e+00 2.503e-07 0.000e+00 1.475e-07 6.485e-10 3.552e-10  
 0.000e+00 3.552e-10 0.000e+00 6.485e-10 6.485e-10  
 3.077e-09 0.000e+00 3.077e-09 0.000e+00 6.485e-10 5.188e-09 8.804e-  
 09 0.000e+00 8.804e-09 0.000e+00 5.188e-09  
 5.468e-08 2.995e-08 0.000e+00 2.995e-08 0.000e+00 5.468e-08 5.468e-  
 08 2.594e-07 0.000e+00 2.594e-07 0.000e+00  
 5.468e-08 4.374e-07 7.423e-07 0.000e+00 7.423e-07 0.000e+00 4.374e-  
 07 3.179e-10 1.741e-10 0.000e+00 1.741e-10  
 0.000e+00 3.179e-10 3.179e-10 1.508e-09 0.000e+00 1.508e-09  
 0.000e+00 3.179e-10 2.543e-09 4.316e-09 0.000e+00  
 4.316e-09 0.000e+00 2.543e-09 1.466e-06 8.028e-07 0.000e+00 8.028e-  
 07 0.000e+00 1.466e-06 1.466e-06 6.954e-06  
 0.000e+00 6.954e-06 0.000e+00 1.466e-06 1.173e-05 1.990e-05  
 0.000e+00 1.990e-05 0.000e+00 1.173e-05  
 Z 5.15:00:00 5.16:00:00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 9.286e-03  
 0.000e+00 9.286e-03 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-  
 03 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-03 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 8.043e-  
 02 0.000e+00 8.043e-02 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 2.302e-01 0.000e+00  
 2.302e-01 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 9.286e-03 0.000e+00 9.286e-03 0.000e+00 0.000e+00  
 0.000e+00 0.000e+00 5.130e-03 0.000e+00 0.000e+00



5.130e-03	0.000e+00	6.268e-08	0.000e+00	6.268e-08	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	5.429e-07	0.000e+00	5.429e-07			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	1.554e-06	0.000e+00	1.554e-06		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	1.010e-08	0.000e+00			
1.010e-08	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	8.747e-08	0.000e+00	8.747e-	
08	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	2.503e-07			
0.000e+00	2.503e-07	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	3.552e-10		
0.000e+00	3.552e-10	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
3.077e-09	0.000e+00	3.077e-09	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	8.804e-	
09	0.000e+00	8.804e-09	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	2.995e-08	0.000e+00	2.995e-08	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	2.594e-07	0.000e+00	2.594e-07	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	7.423e-07	0.000e+00	7.423e-07	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	1.741e-10	0.000e+00	1.741e-10			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	1.508e-09	0.000e+00	1.508e-09		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	4.316e-09	0.000e+00			
4.316e-09	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	8.028e-07	0.000e+00	8.028e-	
07	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	6.954e-06			
0.000e+00	6.954e-06	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	1.990e-05		
0.000e+00	1.990e-05	0.000e+00	0.000e+00				
Z	5.16:00:00	5.17:00:00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00			
0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00		

```
0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
```

(...)

=====  
metlib.def

```
- LPRAKT: original time series D:/LASAT/projekt/18892-REMEX/001-
HausForst/DA4_DA3/noerv2006.akterm
- formal time series for the creation of a wind field library
```

```
.
Version = 5.3 ' boundary layer version
Z0 = 0.200 ' surface roughness length (m)
D0 = 1.200 ' displacement height (m)
Xa = 2521.0 ' anemometer x-position (m)
Ya = -5318.0 ' anemometer y-position (m)
Ha = 19.5 ' anemometer height above ground (m)
Ua = ? ' wind speed (m/s)
Ra = ? ' wind direction (deg)
KM = ? ' stability class according to Klug/Manier
ZgMean = 96 ' average terrain height (m)
Wind = ? ' index of the wind field written out
WindLib = ~..\lib ' name of the wind field library
```

```
-
! T1 T2 Ua Ra KM Wind
- (s) (s) (m/s) (deg) (K/M) (1)
Z 0 1 1.478 180 1 1018
Z 1 2 1.478 270 1 1027
Z 2 3 1.925 180 2 2018
Z 3 4 1.925 270 2 2027
Z 4 5 4.318 180 3.1 3018
Z 5 6 4.318 270 3.1 3027
Z 6 7 3.322 180 3.2 4018
Z 7 8 3.322 270 3.2 4027
Z 8 9 3.166 180 4 5018
Z 9 10 3.166 270 4 5027
Z 10 11 2.788 180 5 6018
Z 11 12 2.788 270 5 6027
```

=====  
meteo.def

```
- LPRAKT 3.5.2: time series D:/LASAT/projekt/18892-REMEX/001-
HausForst/DA4_DA3/noerv2006.akterm
- precipitation from file D:/LASAT/projekt/18892-REMEX/001-
HausForst/DA4_DA3/niederschlag.dmna
- Umin=0.70 Seed=11111
```

```
.
Version = 5.3 ' boundary layer version
Z0 = 0.200 ' surface roughness length (m)
D0 = 1.200 ' displacement height (m)
Xa = 2521.0 ' anemometer x-position (m)
Ya = -5318.0 ' anemometer y-position (m)
```

Ha = 19.5 ' anemometer height above ground (m)  
 Ua = ? ' wind speed (m/s)  
 Ra = ? ' wind direction (deg)  
 KM = ? ' stability class according to Klug/Manier  
 ZgMean = 96 ' average terrain height (m)  
 WindLib = ~..\lib ' wind field library  
 Prec = ? ' precipitation rate (mm/h)  
 RefDate = 2006-01-01T00:00:00+0100

!	T1	T2	Ua	Ra	KM	Prec	
	(ddd.hh:mm:ss)	(ddd.hh:mm:ss)	(m/s)	(deg)	(K/M)	(mm/h)	
Z	00:00:00	01:00:00	2.200	190	1	0.000	' 2006-01-
	01T01:00:00+0100						
Z	01:00:00	02:00:00	2.400	180	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T02:00:00+0100						
Z	02:00:00	03:00:00	2.800	180	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T03:00:00+0100						
Z	03:00:00	04:00:00	2.400	180	3.1	0.200	' 2006-01-
	01T04:00:00+0100						
Z	04:00:00	05:00:00	2.400	190	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T05:00:00+0100						
Z	05:00:00	06:00:00	2.700	200	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T06:00:00+0100						
Z	06:00:00	07:00:00	1.800	150	2	0.000	' 2006-01-
	01T07:00:00+0100						
Z	07:00:00	08:00:00	2.100	180	2	0.000	' 2006-01-
	01T08:00:00+0100						
Z	08:00:00	09:00:00	2.100	180	2	0.000	' 2006-01-
	01T09:00:00+0100						
Z	09:00:00	10:00:00	1.800	140	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T10:00:00+0100						
Z	10:00:00	11:00:00	2.400	130	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T11:00:00+0100						
Z	11:00:00	12:00:00	4.400	170	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T12:00:00+0100						
Z	12:00:00	13:00:00	4.200	180	3.2	0.000	' 2006-01-
	01T13:00:00+0100						
Z	13:00:00	14:00:00	4.300	180	3.2	0.000	' 2006-01-
	01T14:00:00+0100						
Z	14:00:00	15:00:00	3.000	150	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T15:00:00+0100						
Z	15:00:00	16:00:00	2.100	140	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T16:00:00+0100						
Z	16:00:00	17:00:00	1.800	130	2	0.000	' 2006-01-
	01T17:00:00+0100						
Z	17:00:00	18:00:00	2.400	90	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T18:00:00+0100						
Z	18:00:00	19:00:00	2.700	90	3.1	0.000	' 2006-01-
	01T19:00:00+0100						
Z	19:00:00	20:00:00	2.100	90	1	0.000	' 2006-01-
	01T20:00:00+0100						
Z	20:00:00	21:00:00	1.700	80	1	0.000	' 2006-01-
	01T21:00:00+0100						
Z	21:00:00	22:00:00	1.100	40	1	0.000	' 2006-01-
	01T22:00:00+0100						

18892-001



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon (02161) 3 01 69-0 Telefax (02161) 3 01 69-22  
Wehnerstraße 1-7 41068 Mönchengladbach

---

Z	22:00:00	23:00:00	0.700	30	1	0.000	'	2006-01-
01T	23:00:00+0100							
Z	23:00:00	1.00:00:00	0.700	30	1	0.000	'	2006-01-
02T	00:00:00+0100							