

U N T E R S U C H U N G E N

zur

Luftqualität

ausgehend vom

vom Krematorium des Hauptfriedhofes

im Rahmen der

Aufstellung der Bebauungspläne Nr. 900 und Nr. 932

in

Bochum

Auftraggeber:	Stadt Bochum Stadtplanungs- und Bauordnungsamt Hans-Böckler-Straße 19 44777 Bochum
Bestell-Nr. / -Datum:	61 31 (12 91) / 20. September 2016
ANECO-Auftrags-/Berichts-Nr.:	16 0854 P
Projektbearbeiter:	Uwe Hartmann und Nicole Borcharding
Seitenanzahl:	37 Seiten
Datum:	29. November 2016

INHALTSVERZEICHNIS

	Seiten
1 Zusammenfassung	1
2 Allgemeines und Aufgabenstellung	2
3 Beschreibung des Krematoriums	5
4 Durchführung der Ausbreitungsrechnung	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Ausbreitungsrechnung für Stäube	7
4.3 Quelldaten	8
4.4 Meteorologie	10
4.5 Rechengebiet	11
4.6 Rauigkeitslänge	11
4.7 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	12
4.8 Berücksichtigung von Bebauung	12
4.9 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	14
5 Ergebnisse	15
5.1 Fall „Genehmigung“	15
5.2 Fall „Messdaten“	22
6 Beurteilung der Ergebnisse	30
6.1 Immissions- und Beurteilungswerte	30
6.2 Abschätzung der Vorbelastung	31
6.3 Bildung der Gesamtbelastung	32
6.4 Beurteilung	34
7 Literatur	36

1 **Zusammenfassung**

Das Baugebiet „OSTPARK – Neues Wohnen“ ist derzeit Bochums größtes Neubauvorhaben. Für das Quartier Feldmark und den Wasserlauf wurde der Aufstellungsbeschluss für den Bebauungsplan Nr. 900 – Wohnen an der Feldmark – gefasst. Um eine den rechtlichen Anforderungen entsprechende Abwägungsgrundlage zu erhalten, ist eine sorgfältige Bestandsaufnahme unerlässlich, zu der auch die Prüfung der aus dem und auf das Gebiet wirkenden Immissionen gehört. Durch die Neuplanung rückt die Wohnbebauung auf ca. 40 bis 50 m an das bestehende Krematorium am Hauptfriedhof nördlich der Straße Feldmark heran. Gemäß Aufgabenstellung der Stadt Bochum sind die Auswirkungen der vom Krematorium ausgehenden Luftverunreinigungen zu betrachten und eine Beurteilung der sich hieraus ergebenden Luftqualität durchzuführen.

Hierzu werden Ausbreitungsrechnungen in Anlehnung an Anhang 3 der TA Luft für Stoffe / Stoffgruppen Schwebstaub (PM-10), Schwebstaub (PM-2.5), Staubniederschlag, Dioxine und Furane in der Außenluft und in der Deposition und Organische Stoffe durchgeführt. Die für die Ausbreitungsrechnungen zugrundezulegenden Emissionen des Krematoriums werden den Baugenehmigungsunterlagen entnommen (Fall „Genehmigung“). Darüber hinaus wird mit dem Fall „Messdaten“ der reale Betrieb des Krematoriums berücksichtigt.

Zur Beurteilung der ermittelten Immissionen sind geeignete Vorbelastungswerte heranzuziehen, um die Gesamtbelastung zur Beurteilung der Luftqualität zu bilden. Die erforderliche Datenbasis wurde dem landesweiten Messnetz des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW) entnommen.

Das Ergebnis der Untersuchung lässt sich wie folgt zusammenfassen: die zugrundezulegenden Immissions-/Beurteilungswerte werden von der prognostizierten Gesamtbelastung aller betrachteten Stoffe/Stoffgruppen sicher eingehalten. Hierbei wurde sogar der höchste, im Rechengebiet berechnete Zusatzbelastungswert verwendet. Aufgrund der vorherrschenden Windrichtungen sind die Werte im Quartier Feldmark noch geringer als im Bericht ausgewiesen wird. In diesem Fall kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftschadstoffe nicht hervorgerufen werden.

2 Allgemeines und Aufgabenstellung

Das Baugebiet „OSTPARK – Neues Wohnen“ ist derzeit Bochums größtes Neubauvorhaben. Auf rund 13 ha Wohnbauflächen sollen ca. 1000 Wohneinheiten, umgeben von rund 12 ha neugestalteten Freiflächen entstehen. Die Wohnflächen gliedern sich in drei Quartiere, die unabhängig voneinander funktionieren: Quartier Feldmark, Havkenscheider Park und Havkenscheider Höhe (Abbildung 1).

Für das Quartier Feldmark und den Wasserlauf wurde der Aufstellungsbeschluss für den Bebauungsplan Nr. 900 – Wohnen an der Feldmark – gefasst. Ziel ist die Schaffung eines Wohngebiets mit 625 Wohneinheiten im Geschosswohnungs-, Reihen- und Einfamilienhausbau samt zugehörigem Bachlauf. Um eine den rechtlichen Anforderungen entsprechende Abwägungsgrundlage zu erhalten, ist eine sorgfältige Bestandsaufnahme unerlässlich, zu der auch die Prüfung der aus dem und auf das Gebiet wirkenden Immissionen gehört.

Die Wohnbebauung im Quartier Feldmark erstreckt sich innerhalb der Abgrenzung des Bebauungsplans Nr. 900 auf den Teil westlich des Sheffieldrings (Abbildung 2). Durch die Neuplanung rückt die Wohnbebauung auf ca. 40 bis 50 m an das bestehende Krematorium am Hauptfriedhof nördlich der Straße Feldmark heran. Gemäß Aufgabenstellung der Stadt Bochum sind die Auswirkungen der vom Krematorium ausgehenden Luftverunreinigungen zu betrachten und eine Beurteilung der sich hieraus ergebenden Luftqualität durchzuführen.

Hierzu beauftragte die Stadt Bochum die nach [[1] gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [2] bekanntgegebene ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit der Durchführung von Ausbreitungsrechnungen zur Luftqualitätsprognose im Umfeld des Krematoriums und auf den Flächen des Bebauungsplans Nr. 900.

Hierzu werden Ausbreitungsrechnungen in Anlehnung an Anhang 3 der TA Luft [3] durchgeführt.

Die Berechnungen werden für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Krematoriums unter Berücksichtigung der Emissionen im Genehmigungszustand und von realen Messdaten durchgeführt. Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt im Rahmen von Bebauungsplanverfahren über den Vergleich der ermittelten Immissionskonzentrationen mit den Immissionswerten der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (39. BImSchV, [4]), des Landes Ausschusses für Immissionsschutz [5] sowie auf Basis des Referentenentwurfs der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft [6]. Die Immissionswerte beziehen sich auf die gesamte, im Plangebiet vorherrschende Luftschadstoffbelastung (Gesamtbelastung). Die Gesamtbelastung setzt sich grundsätzlich aus der Summe einer überregionalen Hintergrundbelastung und Anteilen, die von lokalen Quellen, die mit ihren Emissionen in das Plangebiet wirken, zusammen. Hierzu zählen z. B. Quellen aus Hausbrand, Verkehr und ggf. weitere Quellen.

Es wird die im Rechengebiet vorherrschende Vorbelastung anhand von Messdaten des Landes NRW derart geschätzt, dass die Anteile weiterer Quellen, die im Rechengebiet auf die Belastung wirken, erfasst werden. Mithilfe der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung (Zusatzbelastung) und den Vorbelastungswerten wird die Gesamtbelastung gebildet und mit jeweiligen Immissionswerten zur Beurteilung der Luftqualität verglichen.



Abbildung 1: Rahmenplan „OSTPARK – Neues Wohnen. Quelle: Stadt Bochum.

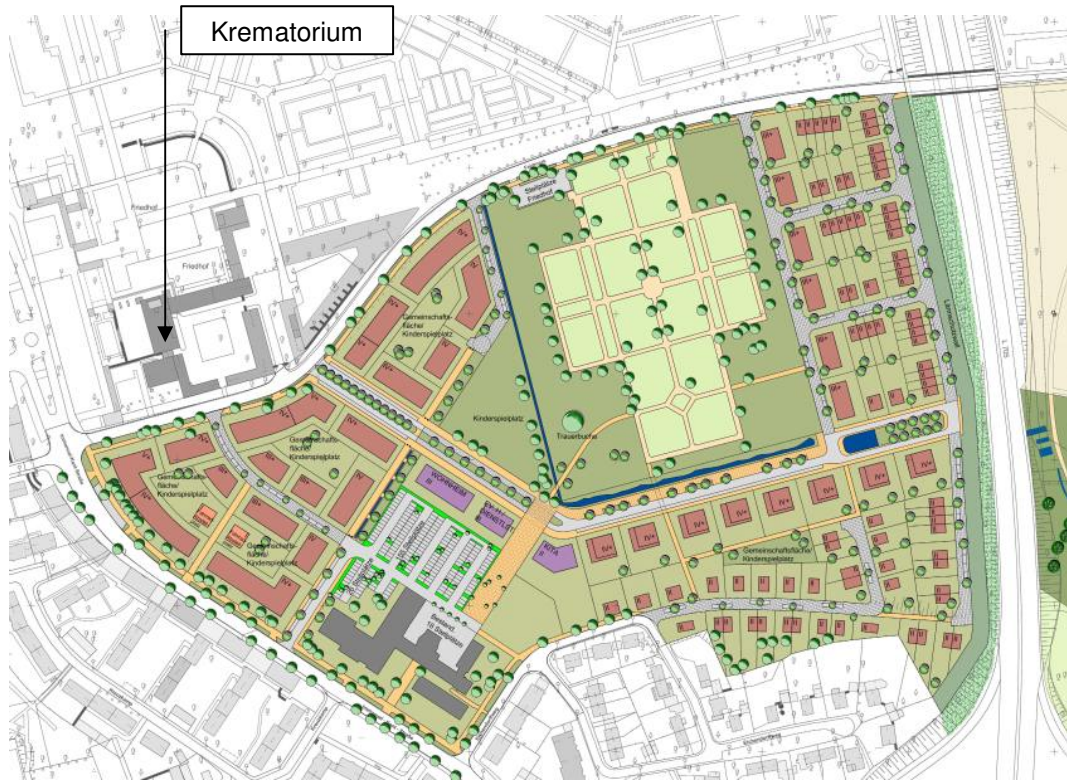


Abbildung 2: Quartier Feldmark mit Lage des Krematoriums (im Westen) und Sheffieldring (im Osten). Quelle: Stadt Bochum.

3 **Beschreibung des Krematoriums**

Das Krematorium befindet sich an der Feldmark in Bochum direkt am Hauptfriedhof (Abbildung 2). Die Anlage besteht u. a. aus folgenden Teilen: Einäscherungsöfen, thermostatisch gesteuerte Gasbrenner, Entstaubungsanlage. Der Betrieb eines Krematoriums wird über die 27. Bundesimmissionsschutz-Verordnung [7] geregelt. Die Richtlinie VDI 3891 [8] beschreibt den Stand der Technik, gibt Empfehlungen zu Emissionsminderungsmaßnahmen und nennt Emissionswerte.

Gemäß den Baugenehmigungsunterlagen des Krematoriums sind zwei Einäscherungsöfen vorhanden. Ein Ofen steht jeweils als Reserve zur Verfügung, so dass immer nur ein Ofen im Betrieb ist. Zur sicheren und vollständigen Kremation sind folgende, zur Sicherstellung der Anforderungen der 27. BImSchV erforderliche Bausteine notwendig: Sargeinfahrtvorrichtung, erdgasbefuerter Ofen, Abgaskühlung, Abgasreinigung mittels Gewebefilter, Abgasleitung, Bypass, Prozesssteuerung, Emissionsüberwachung, Aschebehandlung.

Zur Emissionsminderung, die zur Einhaltung der Emissionsbegrenzungen der 27. BImSchV führen, sind Primär- und Sekundärmaßnahmen zu unterscheiden. Der Ausstoß von verbrennungstechnisch bedingten Schadstoffen, z. B. Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe (Gesamt-C), wird ausschließlich über Primärmaßnahmen bestimmt, während die Einhaltung des Staubemissionsgrenzwertes über filternde Abscheider, also Sekundärmaßnahmen, sicherzustellen ist. Für die toxikologisch besonders relevante Gruppe der polychlorierten Dibenz-p-dioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) sind Primär- und Sekundärmaßnahmen gleichermaßen von Bedeutung.

Zu den Primärmaßnahmen gehören [8] Vorgaben an den Sarg, die Sargausstattung und den Leichnam, an die Verbrennungsführung und Maßnahmen zur Minderung des Primärenergieeinsatzes. Als sekundäre Maßnahme kommt gemäß der Baugenehmigungsakte ein Gewebefilter zur Reduzierung der Staubemission zum Einsatz.

Ein Krematorium ist so zu betreiben, dass die Emissionen der nachfolgenden Luftverunreinigungen die Emissionsbegrenzungen der 27. BImSchV nicht überschreiten (Volumenangaben beziehen sich auf 1013 hPa, 273 K, nach Abzug der Feuchte und Bezugssauerstoffgehalt 11 %):

Stoff / Stoffgruppe	Einheit	Emissionsbegrenzung
Kohlenmonoxid	mg/m ³	50
Gesamtstaub	mg/m ³	10
organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff	mg/m ³	20
Dioxine und Furane	ng/m ³	0.1

Die Einhaltung dieser Anforderungen ist von einer nach § 29b Absatz 2 des Bundesimmissionsschutzgesetzes bekanntgegebenen Messstelle im Abstand von drei Jahren prüfen zu lassen.

Die Immissionsprognose wird für diese Stoffe erstellt. Andere Stoffe werden für den Betrieb eines Krematoriums weder in der Genehmigung noch in den relevanten Rechtsvorschriften geregelt. Relevante Emissionen von Geruchsstoffen entstehen beispielsweise aufgrund der hohen Temperaturen nicht. Allenfalls können Geruchsqualitäten entstehen, die gemäß der Nr. 3.1 der Geruchsimmissions-Richtlinie [9] aus der Beurteilung von Geruchsimmissionen ausgeschlossen werden.

Die Abgase werden über einen 20 m hohen Schornstein in die Atmosphäre geführt (Abbildung 3). Der Schornstein weist die in der nachfolgenden Abbildung aufgeführten Parameter auf.

Parameter	Einheit	Wert
West-Ost-Koordinate (UTM, ETRS, 32. Zone N)	m	32 378 482
Nord-Süd-Koordinate (UTM, ETRS, 32. Zone N)	m	57 041 46
Schornsteinhöhe	m	20
Volumenstrom gemäß [10]	m ³ /h	1800
Austrittsfläche in Höhe der Schornsteinmündung	m ²	0.25
Emissionszeit (werktags 2-schichtig)	h/a	5008



Abbildung 3: Schornstein des Krematoriums.

4 Durchführung der Ausbreitungsrechnung

4.1 Allgemeines

Die an einem Ort herrschende Luftqualitätssituation wird in unterschiedliche, sog. Belastungsregime unterteilt (s. Abbildung 4, [11]). Das Regime ländlicher Hintergrund (grüne Fläche in der schematischen Darstellung) steht dabei stellvertretend für Gebiete, in denen die Luftqualität weitgehend unbeeinflusst von lokalen Emissionen ist. Stationen in diesem Regime repräsentieren somit das großräumige Belastungsniveau, auch als großräumiger Hintergrund bezeichnet. Das Regime städtischer Hintergrund (blaue Fläche in der schematischen Darstellung) ist charakteristisch für Gebiete, in denen die gemessenen Schadstoffkonzentrationen als typisch für die Luftqualität in der Stadt angesehen werden können. Sie beschreibt die Belastung, die sich aus städtischen Emissionen (Straßenverkehr, Hausbrand, Industrie etc.) und dem großräumigen Hintergrund ergibt. Stationen des Regimes städtisch verkehrsnah (rote Spitzen in der schematischen Darstellung) befinden sich typischerweise in stark befahrenen Straßen. Dadurch addiert sich zur städtischen Hintergrundbelastung ein Beitrag, der durch die direkten Emissionen von lokalen Quellen (z. B. Straßenverkehr oder Krematorium) entsteht.

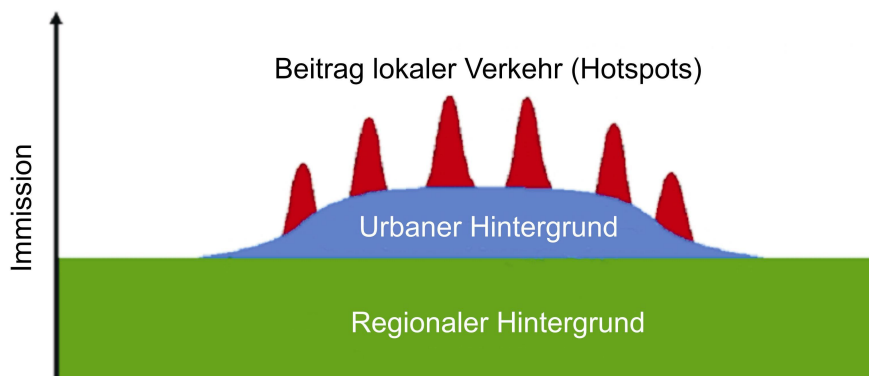


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Belastungsregime [11].

Die Luftqualität im Plangebiet wird somit durch den städtischen Hintergrund sowie durch den lokalen Emittenten Krematorium beeinflusst.

Zur Prognose von Immissionen luftgetragener Schadstoffe wurden für verschiedene Anwendungsbereiche Prognosemodelle entwickelt.

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Modell LASAT [12] durchgeführt. Das Modell ist das Referenzmodell des Umweltbundesamts zur Umsetzung der Vorgaben des Anhangs 3 der TA Luft und 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 [13].

Im Folgenden werden die für die Ausbreitungsrechnung festzulegenden Modellparameter beschrieben.

4.2 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 µm) bestehen aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklas-

sen 1 und 2. Somit wird PM-10 (Schwebstaub) durch die Korngrößenklassen 1 und 2 repräsentiert.

Die Korngrößenverteilung des Krematoriums ist nicht bekannt. Auf Basis der systematischen Untersuchungen von [14,15] wird die folgende Korngrößenverteilung angesetzt:

Klasse	Korngröße d_a [μm]	Depositions- geschwindigkeit V_d [m/s]	Sedimen- tationsge- schwindigkeit V_s [m/s]	Anteil [%]
1	kleiner 2.5	0.001	0.00	75
2	2.5 bis 10	0.01	0.00	15
3	10 bis 50	0.05	0.04	10
4	größer 50	0.20	0.15	0
unbekannt		0.6	0.7	0

4.3 Quelldaten

Die für die Ausbreitungsrechnung berücksichtigte Quelle wird mit folgenden Daten angesetzt. Die Ausbreitungsrechnungen werden für zwei Fälle durchgeführt. Im Fall „Genehmigung“ werden die gemäß 27. BImSchV zulässigen Emissionsbegrenzungen verwendet; im Fall „Messdaten“ werden die nach der letzten Emissionsüberprüfung ermittelten Messdaten [16] für die Immissionsprognose angesetzt (Volumenangaben beziehen sich auf 1013 hPa, 0 °C, 11 % Bezugssauerstoffgehalt):

Parameter	Einheit	Genehmigung	Messdaten
x-Koordinate (UTM, 32. Zone N)	m	32 378 482	
y-Koordinate (UTM, 32. Zone N)	m	5 704 146	
Quellhöhe	m	20	
Austrittsfläche	m ²	0.25	
Austrittstemperatur	°C	100	149
Volumenstrom	m ³ /h	1800	2100
Staub-Konzentration	mg/m ³	10	1.4
Staub-Massenstrom	kg/h	0.018	0.003
Kohlenmonoxid-Konzentration	mg/m ³	50	-
Kohlenmonoxid-Massenstrom	kg/h	0.09	-
organische Stoffe	mg/m ³	20	0.5
organische Stoffe	kg/h	0.036	0.001

Parameter	Einheit	Genehmigung	Messdaten
Dioxine und Furane	ng/m³	0.1	0.01
Dioxine und Furane	µg/h	0.18	0.021
Emissionszeit	h/a	5008	

Im Fall „Messdaten“ wird der höchste Einzelwert aus [16] für den Volumenstrom und der niedrigste Messwert für die Austrittstemperatur angesetzt. Somit werden die jeweiligen Massenströme für die Ausbreitungsrechnungen überschätzt. Die Abbildung 5 zeigt die Lage des Schornsteins im Bereich des Plangebiets.

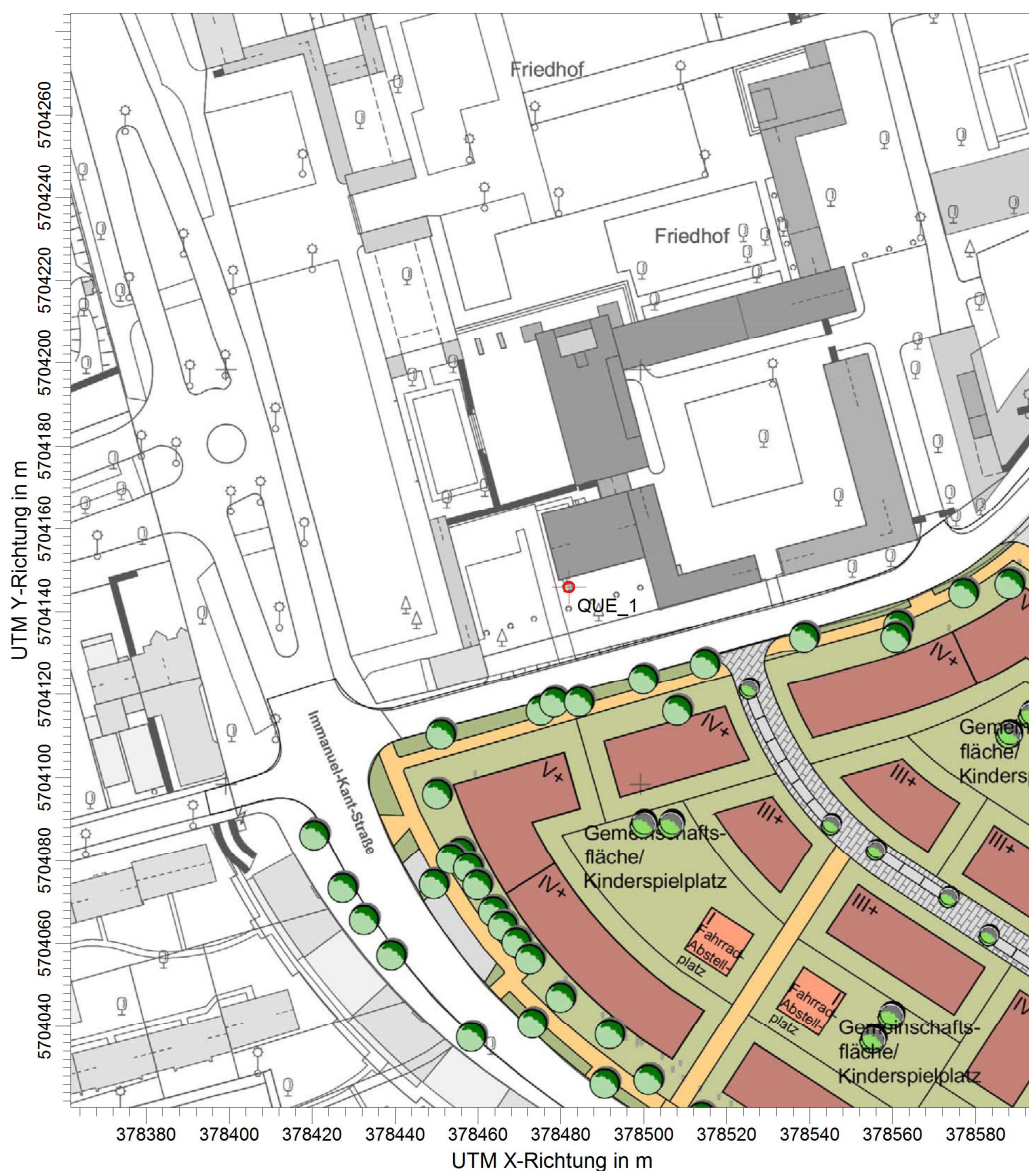


Abbildung 5: Lage der Quelle (QUE_1) des Krematoriums im Bereich des Ostparks.

4.4 Meteorologie

Zur Prognose der Immissionskennwerte soll gemäß TA Luft [7] eine dreidimensionale meteorologische Statistik oder meteorologische Zeitreihe aus Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilitätsparameter für die atmosphärische Schichtung (z.B. Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier) mit 10jährigem Beobachtungszeitraum verwendet werden, die für den Standort der Anlage repräsentativ ist.

Der Ausbreitungsrechnung wurde auf die meteorologische Zeitreihe der synoptischen Wetterstation Essen (repräsentatives Jahr 01.01.1987 – 31.12.1987) zugrunde gelegt, die für den Standort der Anlagen charakteristisch ist.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Windrichtungs- und -geschwindigkeitsverteilung der Station Essen. Die Winddaten werden an dem Anemometerstandort mit den Koordinaten 32 378 428m / 5 704 834 m angesetzt.

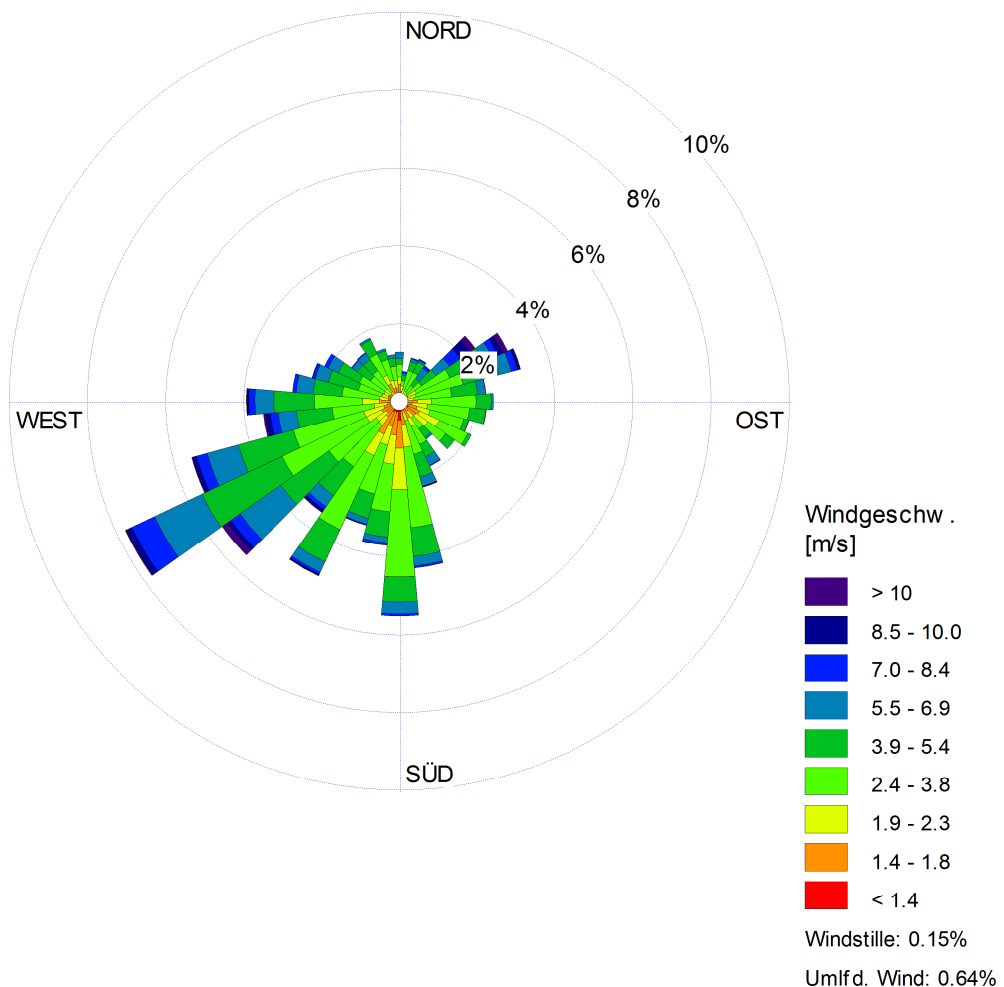


Abbildung 6: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Essen für das repräsentative Jahr 1987.

4.5 Rechengebiet

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

Für die Berechnungen wird ein Rechengitter verwendet, dass sich über ca. 2.0·2.1 km² mit einer Maschenweite von 4 bis 64 m erstreckt.

Die Immissionen werden für das gesamte Rechengebiet berechnet. Die Auswertung und Beurteilung der Konzentrationen und Depositionen erfolgt an sog. Auf-, bzw. Beurteilungspunkten.

4.6 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie wird aus den Landesnutzungsklassen im CORINE-Kataster bestimmt:

z_0 in m	CORINE-Kataster
0.01	Strände, Dünen und Sandflächen; Wasserflächen
0.02	Deponien und Abraumhalden; Wiesen und Weiden; Natürliches Grünland; Flächen mit spärlicher Vegetation; Salzwiesen; In der Gezeitenzone liegende Flächen; Gewässerläufe; Mündungsgebiete
0.05	Abbauf Flächen; Sport- und Freizeitanlagen; Nicht bewässertes Ackerland; Gletscher und Dauerschneegebiete; Lagunen
0.10	Flughäfen; Sümpfe; Torfmoore; Meere und Ozeane
0.20	Straßen, Eisenbahn, Städtische Grünflächen; Weinbauflächen; Komplexe Parzellenstrukturen; Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung; 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; Nadelwälder
1.50	Laubwälder; Mischwälder
2.00	Durchgängig städtische Prägung

Die Rauigkeitslänge wird für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festgelegt, dessen Radius das 10fache der Bauhöhe der Quelhöhe beträgt.

Für das Rechengebiet wurde eine Rauigkeitslänge z_0 von 1.0 m bestimmt. Da für die Strömungsberechnung die vorhandenen Gebäudestrukturen aufgelöst werden, sind diese Flächen aus der Bestimmung der mittleren Rauigkeitslänge herauszurechnen. Somit ergibt sich eine Rauigkeitslänge von 0.5 m. Die Verdrängungshöhe beträgt 3 m und die Anemometerhöhe 20 m.

4.7 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Im Bereich des Plangebiets ist das Gelände uneben. Abbildung 7 zeigt die Geländehöhen. Diese Einflüsse werden mit dem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell des Programmpakets LASAT (LPRWIND) berücksichtigt.

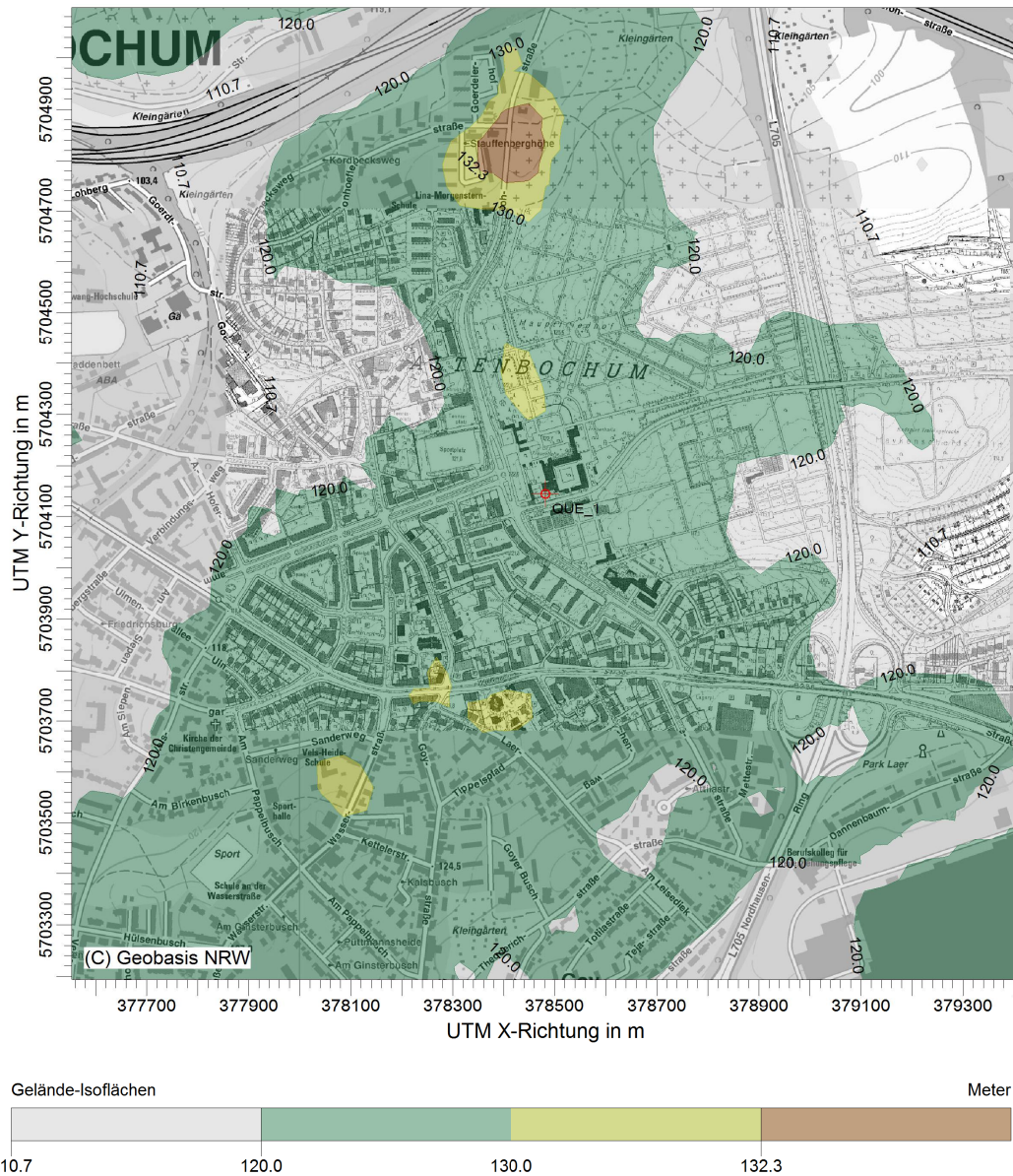


Abbildung 7: Geländehöhen

4.8 Berücksichtigung von Bebauung

Einflüsse von Bebauung auf die Immission im Rechengebiet sind zu berücksichtigen. Die Quelle liegt im Bereich der Gebäude des Krematoriums. Darüber hinaus sind umfangreiche Bebauungen im Plangebiet vorgesehen. Diese Gebäude werden bei der Strömungsbeurteilung berücksichtigt (vgl. Abbildung 8).

Die Einflüsse von Gebäuden auf die Strömung und damit auf die Ausbreitung der Emissionen werden mit dem mikroskaligen diagnostischen Windfeldmodell des Programmpakets LASAT ermittelt. Zwar gibt es Einschränkungen bei der Wahl dieses Modelltyps aufgrund der vorhandenen Quell- und Gebäudekonfiguration. Das diagnostische Modell wird dennoch im vorliegenden Fall angewendet, da es keine adäquate Alternative im Immissionsschutz gibt, die die gleichen Qualitätsanforderungen erfüllt und die Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 [17] die Anwendung dieses Modells nicht grundsätzlich für diese Bedingungen ausschließt.

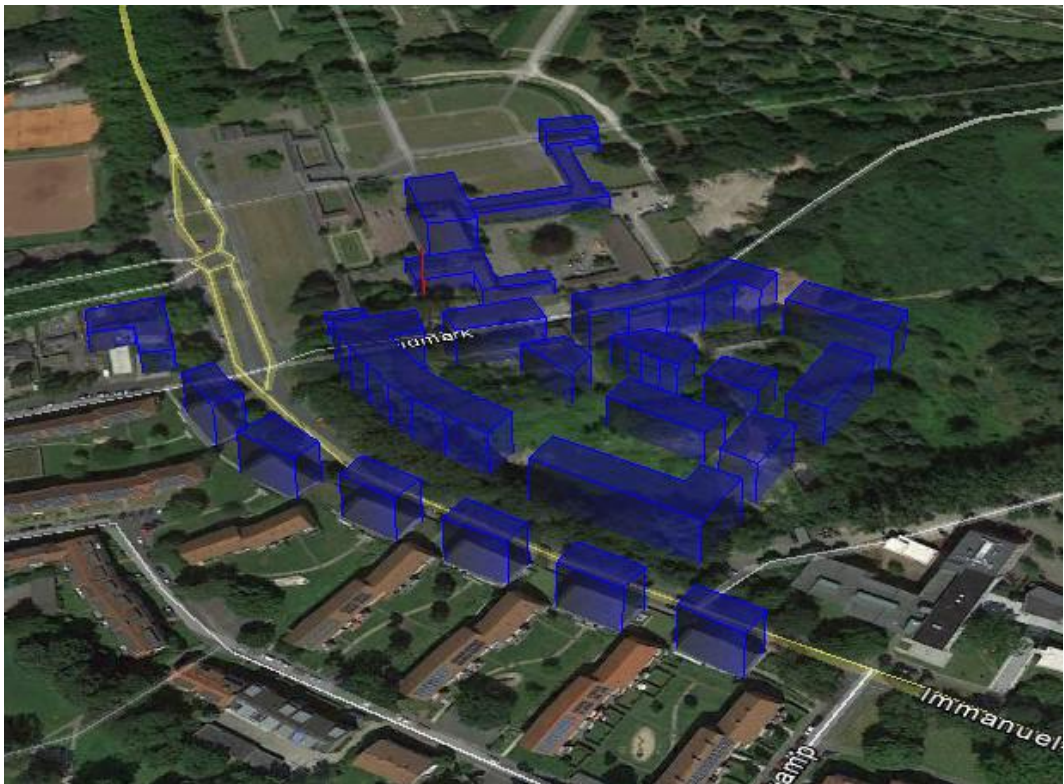


Abbildung 8: Gebäudestrukturen (blau).

Der Grund für diese aufweichende Formulierung der VDI-Richtlinie liegt darin, dass die im Rahmen der Modellentwicklung vorliegenden experimentellen Vergleichsdaten ausschließlich für niedrige Quellen ermittelt wurden. Die Validierungsuntersuchungen zeigten insgesamt eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebnissen ohne systematische Über- und Unterschätzungen [18].

Im Rahmen weitergehender Untersuchungen hat das LANUV NRW herausgefunden, dass Ergebnisse von Modellrechnungen auf Basis des diagnostischen Windfeldmodells und mit der Modellierung der Emissionen durch Punktquellen den Verlauf gemessener Konzentrationswerte am besten wiedergibt [19]. Im Übrigen stellt diese Untersuchung eine Bestätigung der Ergebnisse aus dem Jahr 2005 dar [20].

Aufgrund dieser Ergebnisse ist das diagnostische Windfeldmodell im Rahmen des anlagenbezogenen Immissionsschutzes bevorzugt anzuwenden.

4.9 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Die mit dem Lagrange'schen 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 haben eine statistische Streuung von ca. 2 % der berechneten Immissionsjahreszusatzbelastung. Da hierdurch der berechnete Zusatzbelastungswert erst in der zweiten Nachkommastelle beeinflusst wird, wird die statistische Unsicherheit nicht weiter berücksichtigt.

5 **Ergebnisse**

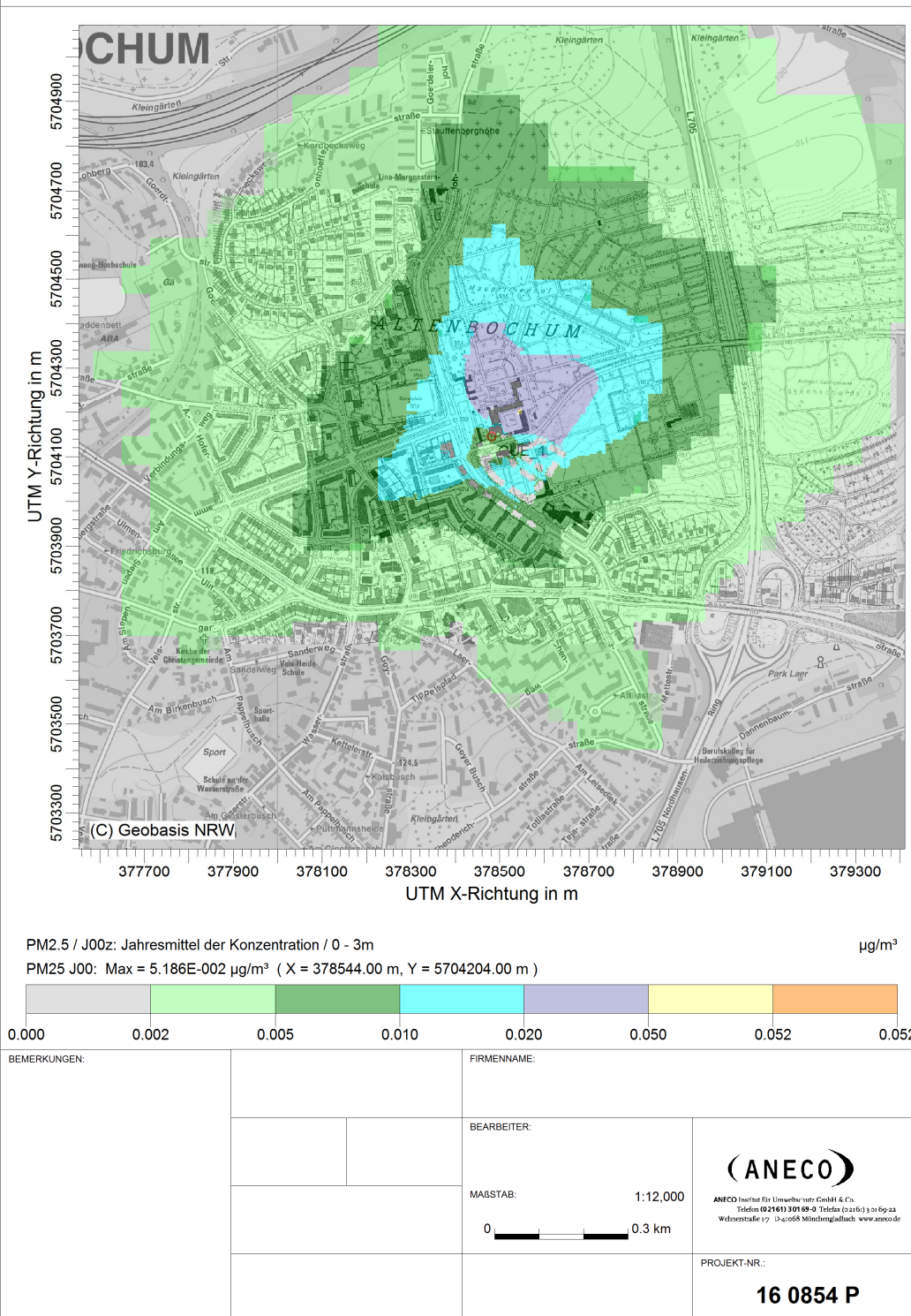
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die bodennahe Verteilung der berechneten Konzentrationen und Depositionen.

5.1 **Fall „Genehmigung“**

- | | |
|---------------|---|
| Abbildung 9: | Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Schwebstaub (PM-2.5). |
| Abbildung 10: | Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Schwebstaub (PM-10). |
| Abbildung 11: | Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Staubbiederschlag. |
| Abbildung 12: | Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für organische Stoffe. |
| Abbildung 13: | Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Außenluft. |
| Abbildung 14: | Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Deposition. |

PROJEKT-TITEL:

**Ostpark Quartier Feldmark
 Bochum - Fall "Genehmigung"**



AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\AustalView\Projekt\16_0854_P_StadtBochum\Genehmigung\Genehmigung aus

Abbildung 9: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Schwebstaub (PM-2.5).

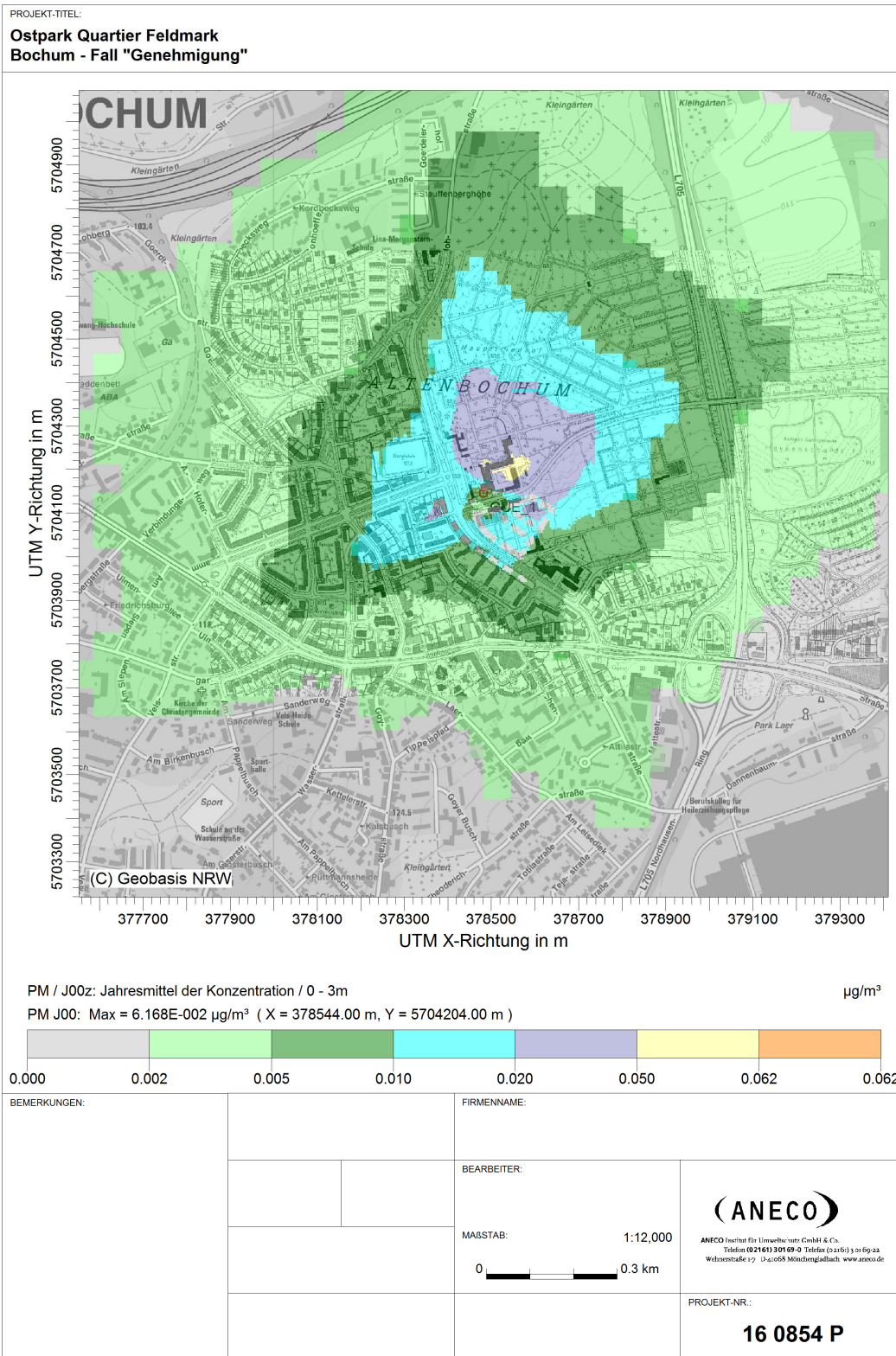
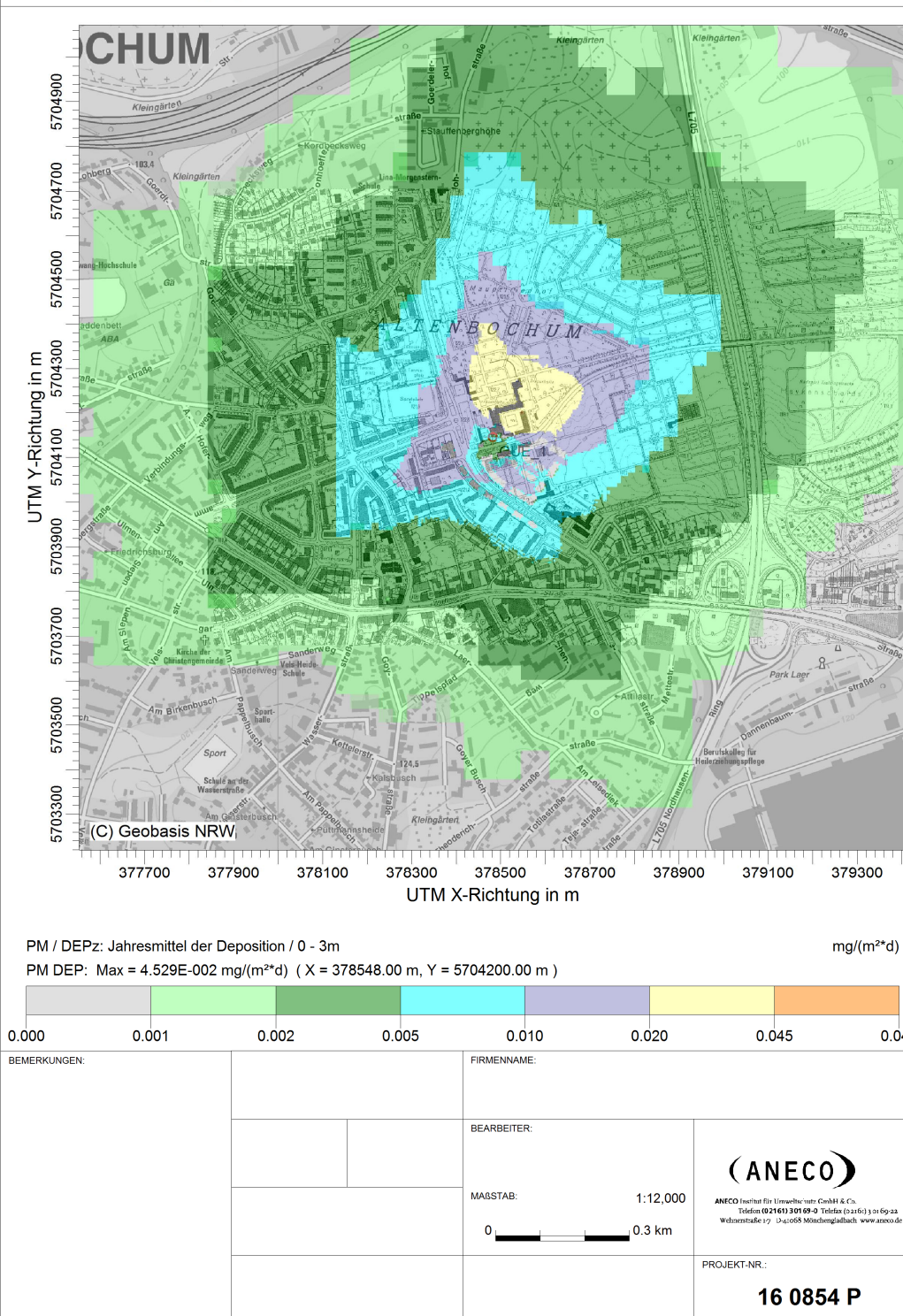


Abbildung 10: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Schwebstaub (PM-10).

PROJEKT-TITEL:

**Ostpark Quartier Feldmark
 Bochum - Fall "Genehmigung"**



AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\AustalView\Projekt16_0854_P_StadtBochum\Genehmigung\Genehmigung aus

Abbildung 11: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Staubbiederschlag.

PROJEKT-TITEL:

**Ostpark Quartier Feldmark
Bochum - Fall "Genehmigung"**

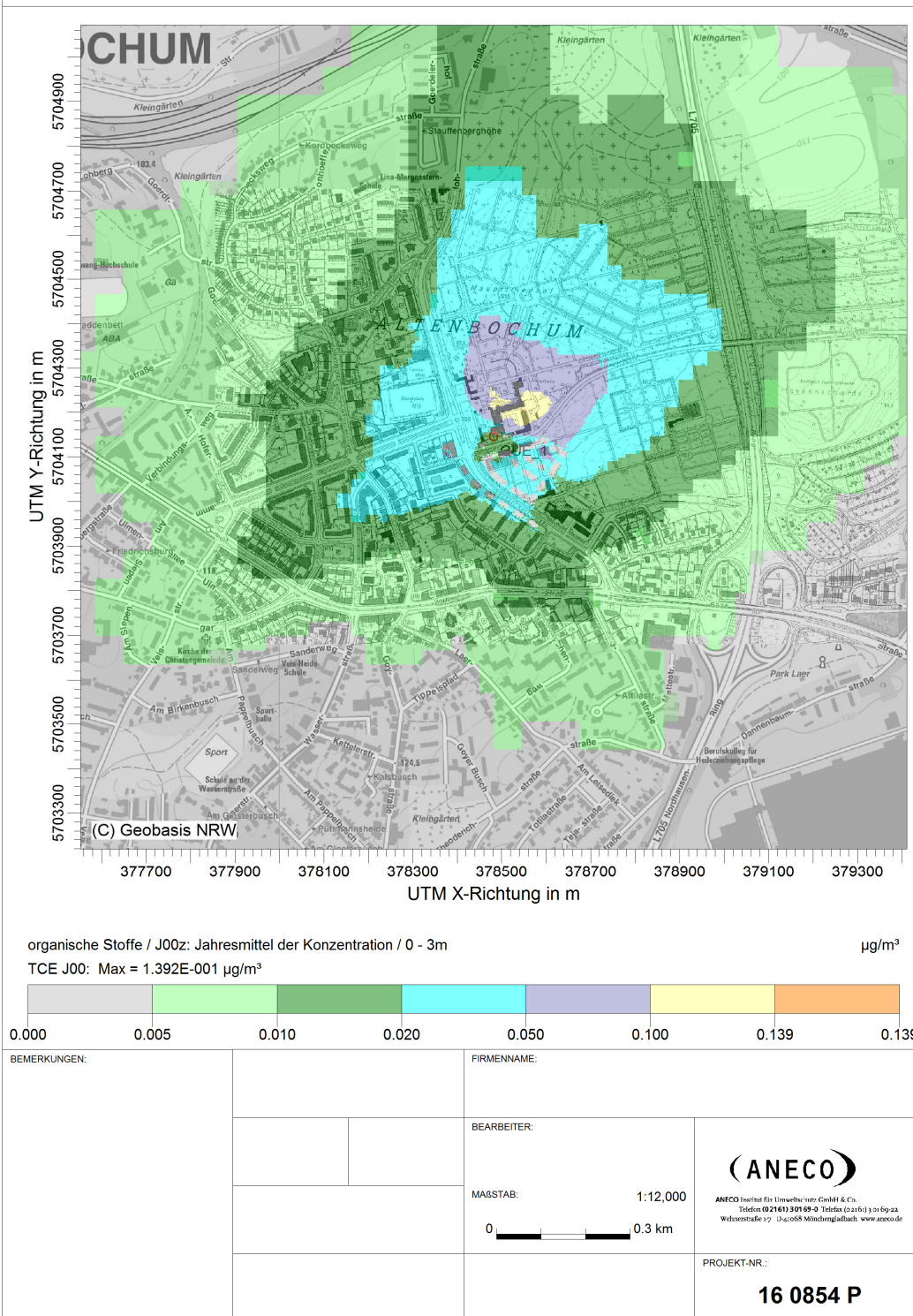
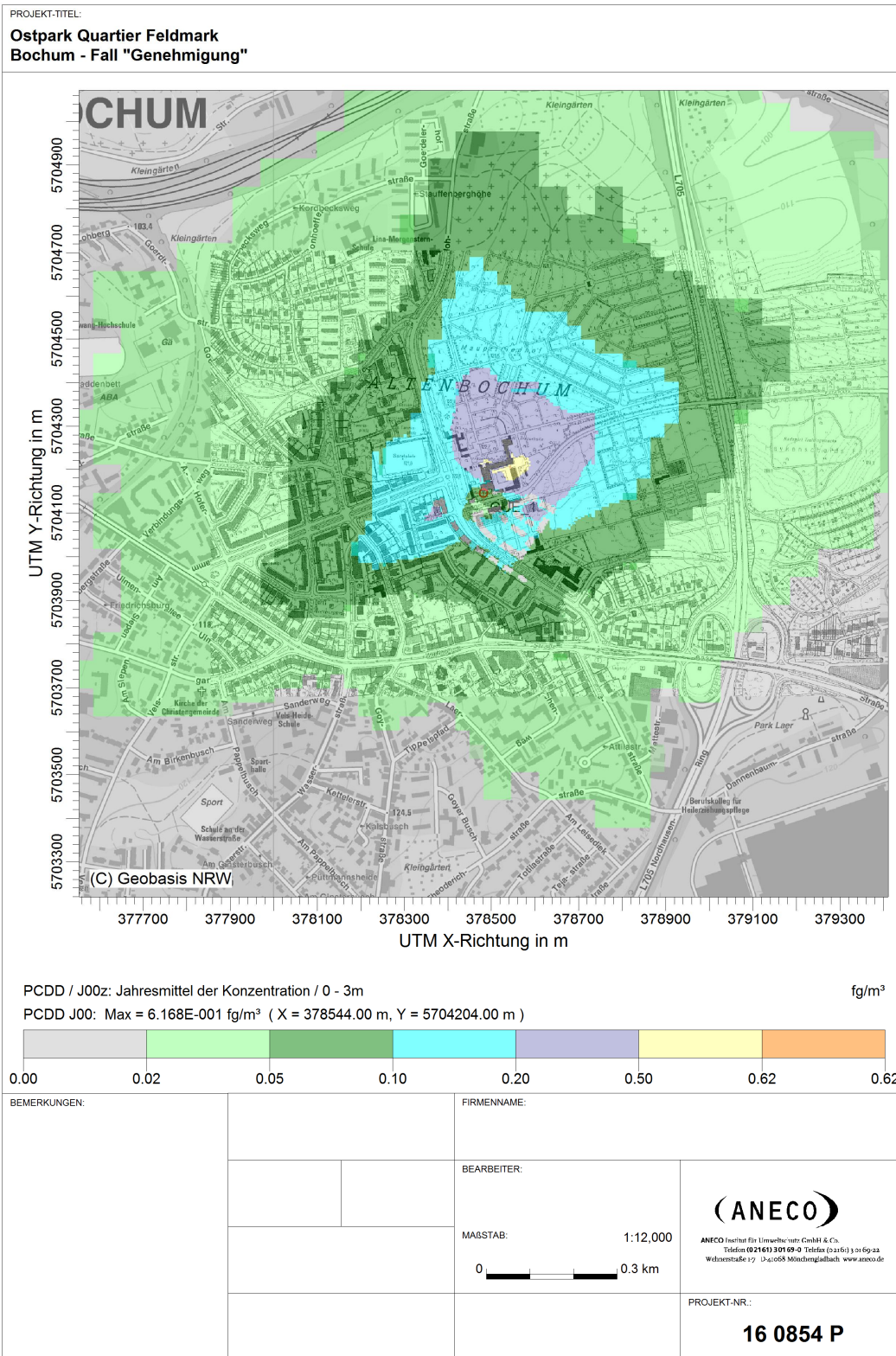


Abbildung 12: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für organische Stoffe.



AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\AustalView\Projekt16_0854_P_StadtBochum\Genehmigung\Genehmigung.aus

Abbildung 13: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Außenluft.

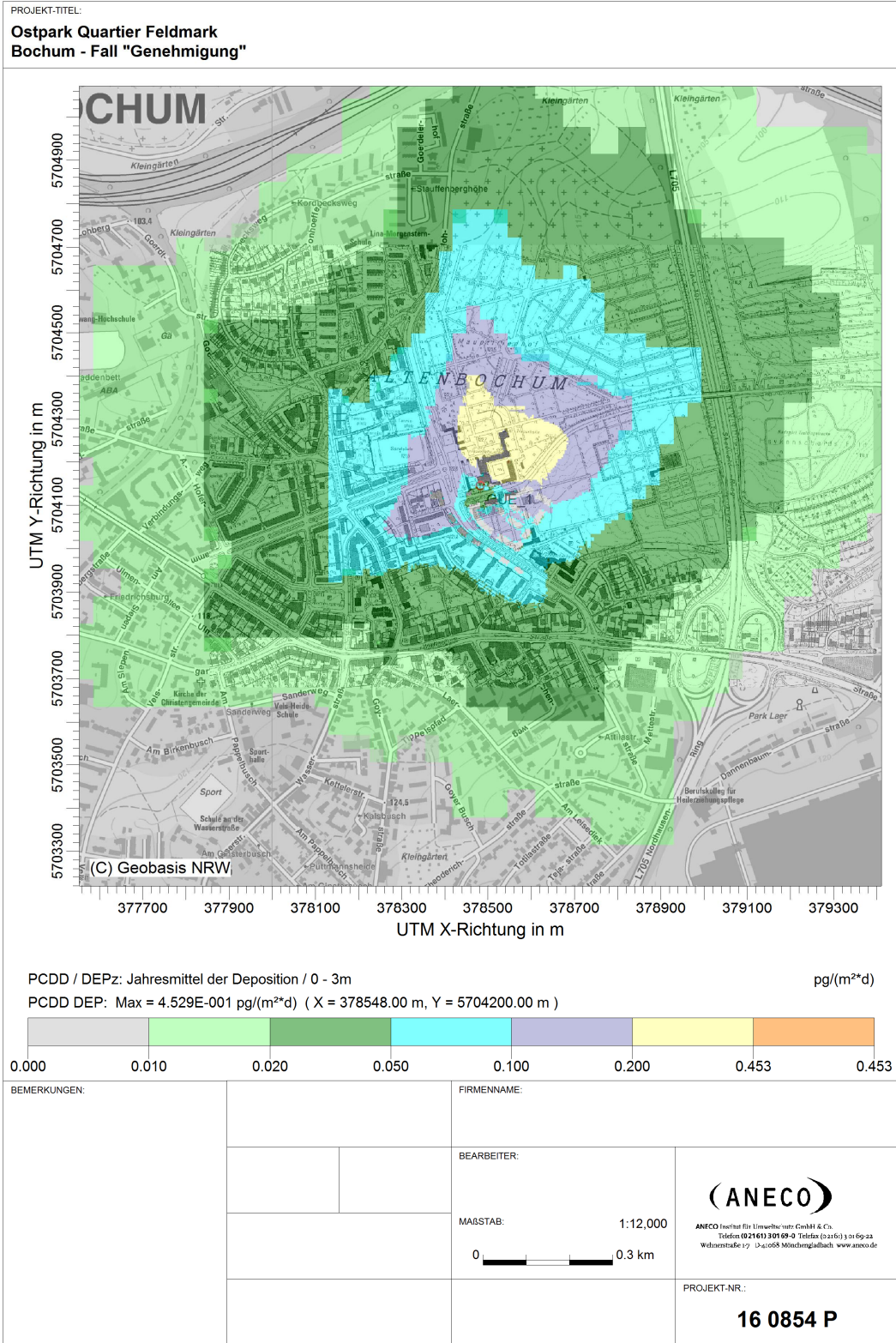


Abbildung 14: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Deposition.

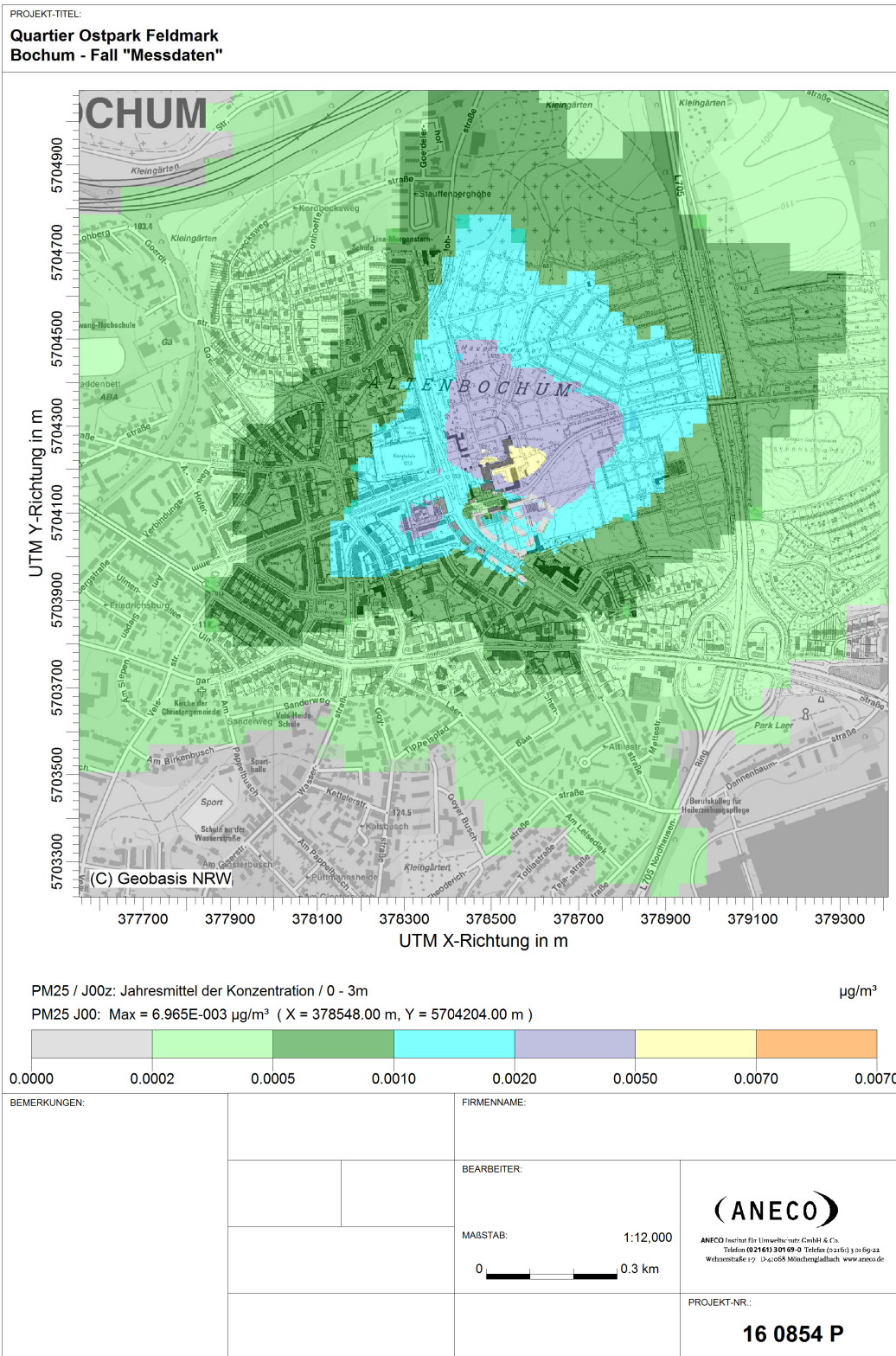
Im Fall „Genehmigung“ betragen die höchsten berechneten Werte für die Konzentration und Deposition der betrachteten Stoffe wie folgt:

Stoff / Stoffgruppe	Einheit	Jahresmittelwert
Schwebstaub (PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.05
Schwebstaub (PM-10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.06
Staubniederschlag	$\text{mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0.05
organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.14
Dioxine und Furane in der Außenluft	$\text{fg I-TE}/\text{m}^3$	0.62
Dioxine und Furane in der Deposition	$\text{pg I-TE}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0.45

5.2 Fall „Messdaten“

Für den Fall „Messdaten“ werden die folgenden bodennahen Konzentrations- und Depositionswerte erhalten:

- Abbildung 15: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Schwebstaub (PM-2.5).
- Abbildung 16: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Schwebstaub (PM-10).
- Abbildung 17: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Staubniederschlag.
- Abbildung 18: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Außenluft.
- Abbildung 19: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Deposition.
- Abbildung 20: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für organische Stoffe.

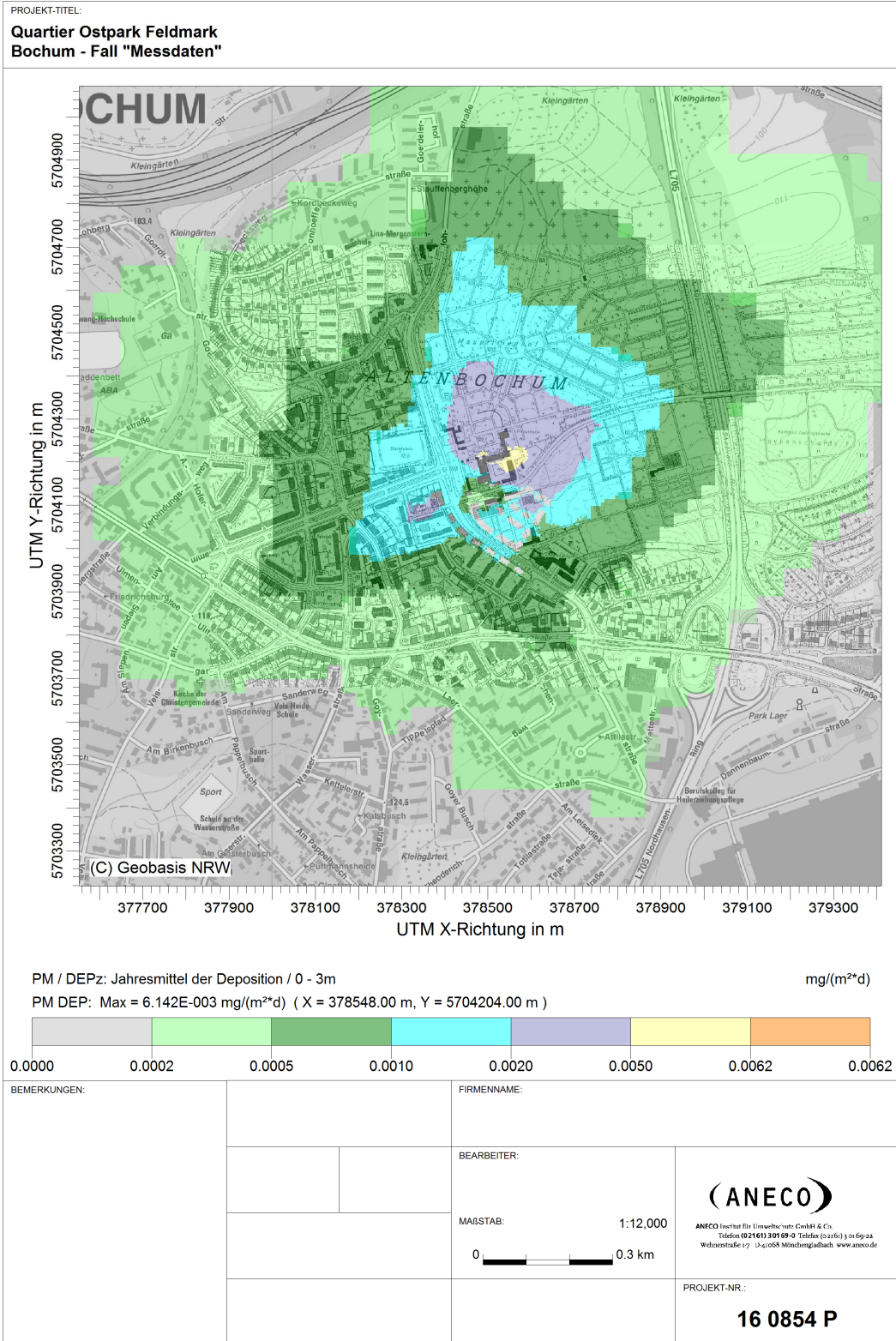


AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\AustalView\Projekt16_0854_P_StadtBochum\Messdaten\Messdaten.aus

Abbildung 15: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Schwebstaub (PM-2.5).

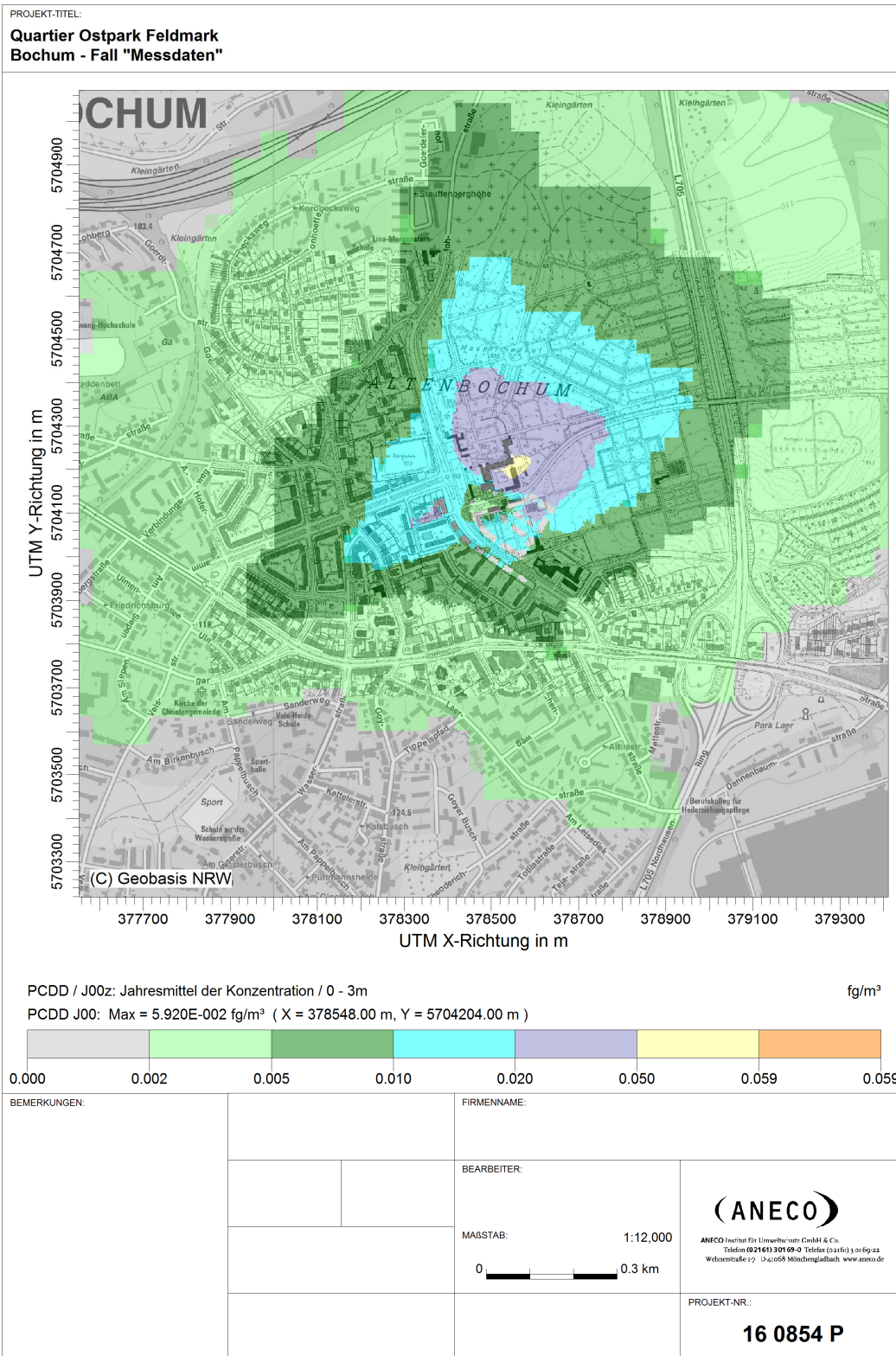
Seite 24 von 37



AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\AustalView\Projekt16_0854_P_StadtBochum\Messdaten\Messdaten.aus

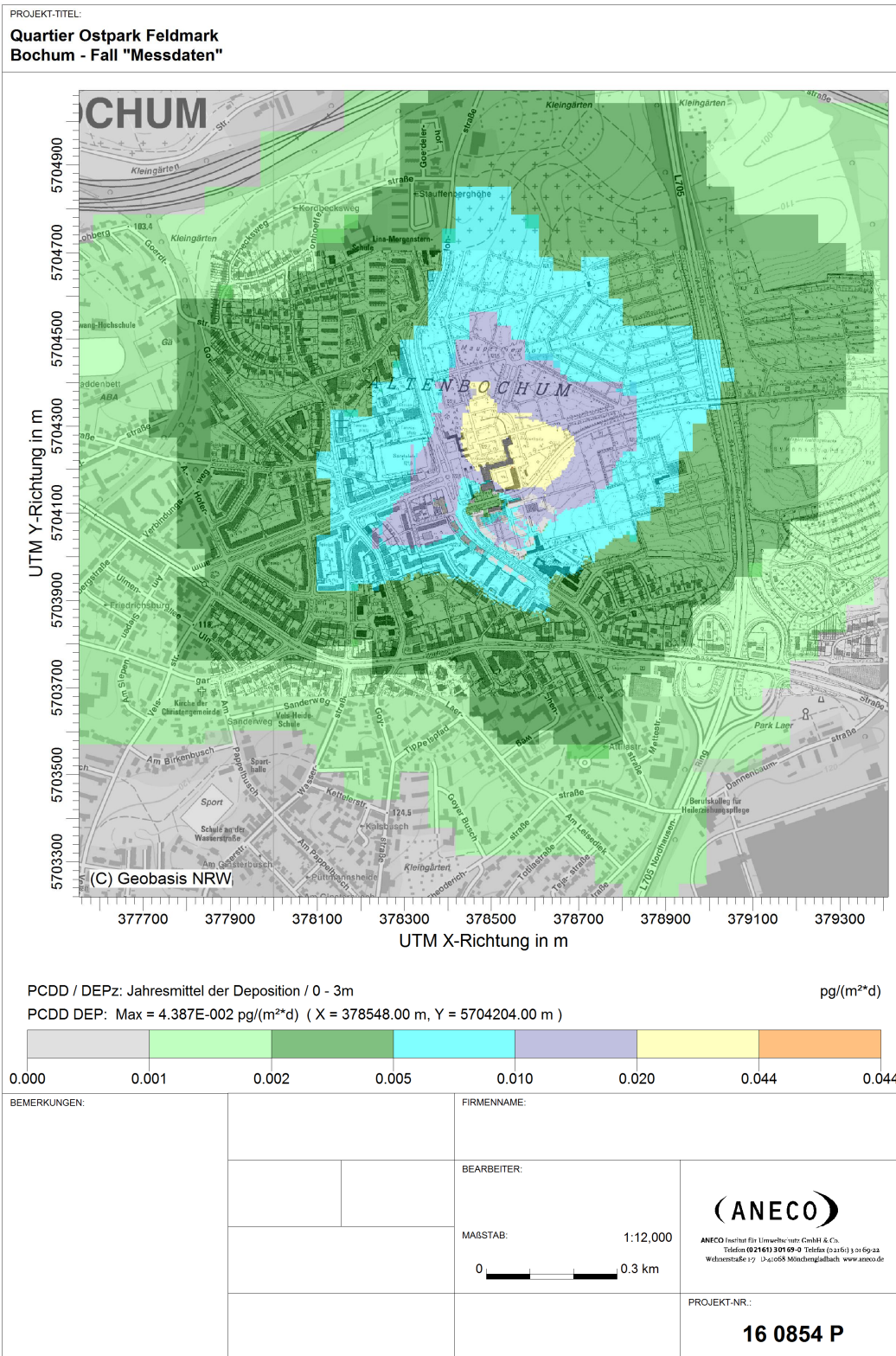
Abbildung 17: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Staubbiederschlag.



AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\AustalView\Projekt16_0854_P_StadtBochum\Messdaten\Messdaten.aus

Abbildung 18: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Außenluft.



AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArgusSoft

D:\AustalView\Projekt16_0854_P_StadtBochum\Messdaten\Messdaten.aus

Abbildung 19: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für Dioxine und Furane in der Deposition.

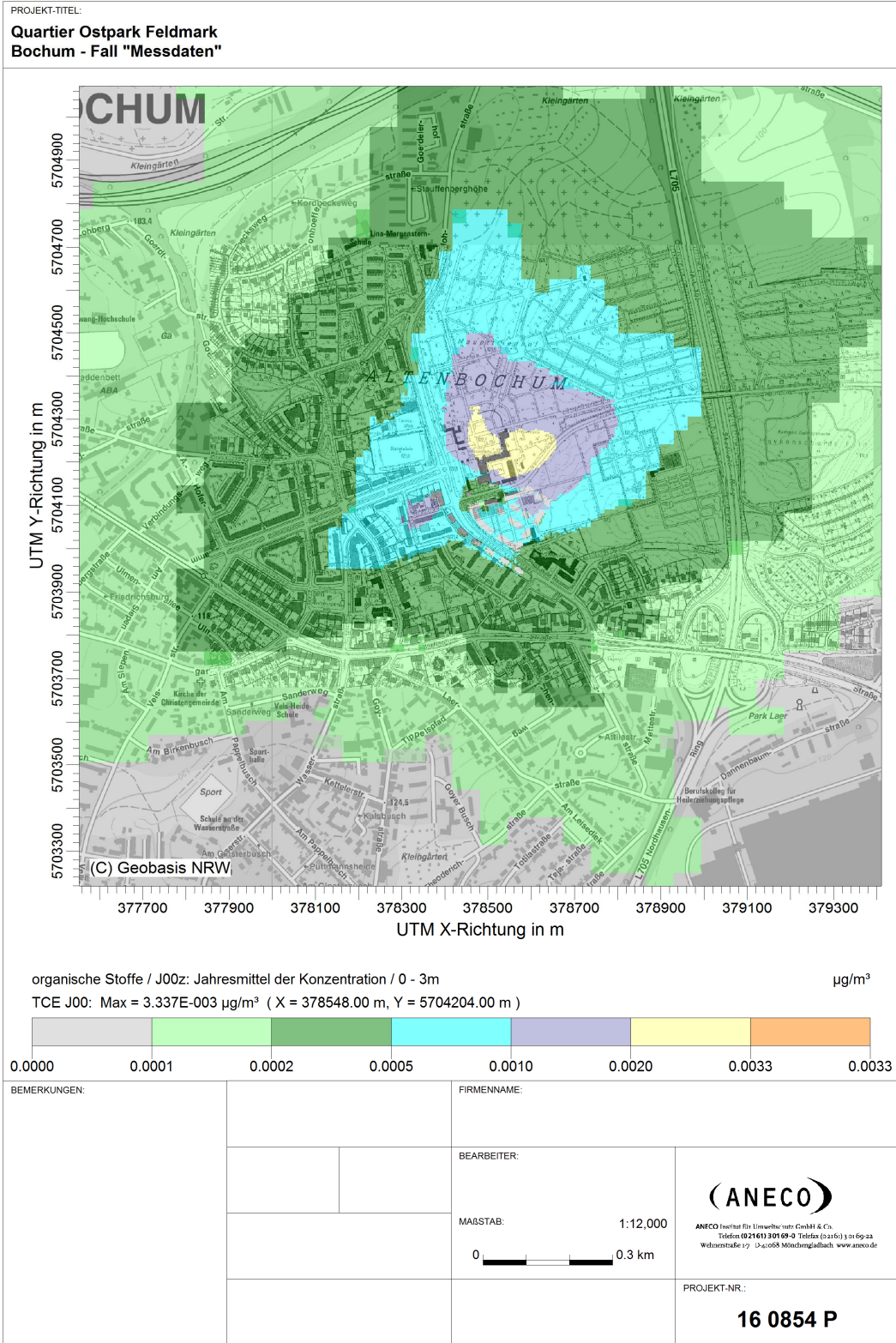


Abbildung 20: Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen für organische Stoffe.

Im Fall „Messdaten“ betragen die höchsten berechneten Werte für die Konzentration und Deposition der betrachteten Stoffe wie folgt:

Stoff / Stoffgruppe	Einheit	Jahresmittelwert
Schwebstaub (PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.01
Schwebstaub (PM-10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.01
Staubniederschlag	$\text{mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0.01
organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.003
Dioxine und Furane in der Außenluft	$\text{fg I-TE}/\text{m}^3$	0.06
Dioxine und Furane in der Deposition	$\text{pg I-TE}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0.04

6 Beurteilung der Ergebnisse

Die für die Beurteilung der Ergebnisse zugrundegelegten Grenzwerte beziehen sich auf die Gesamtbelastung. Sie setzt sich aus der Vor- und Zusatzbelastung zusammen. Die Vorbelastung ist die ohne die berücksichtigten Quellen vorhandene Luftschadstoffbelastung. Die Zusatzbelastung ist die von den berücksichtigten Quellen ausgehende Belastung. Gemäß der 39. BImSchV [4] ist der Immissions-Jahreswert der Konzentrations- oder Depositionswert eines Stoffes gemittelt über ein Jahr. Der Immissions-Tageswert ist der Konzentrationswert zzgl. einer zulässigen Überschreitungshäufigkeit in Tagen/Jahr.

6.1 Immissions- und Beurteilungswerte

6.1.1 Schutz der menschlichen Gesundheit

IMMISSIONSWERTE (NR. 4.2.1 TA LUFT), 39. BImSchV, LAI (2004)

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

Stoff/Stoffgruppe	Einheit	Konzentration	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
Schwebstaub (PM-10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	Jahr	-
	-	50	24 Stunden	35
Schwebstaub (PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25	Jahr	-
Dioxine und Furane, einschl. coplanarer PCB	fg WHO-TEQ/ m^3	150	Jahr	-

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 $\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	Mittelungszeitraum
Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0.35	Jahr

6.1.3 Immissionsgrenzwert für Kohlenmonoxid

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt der als höchster Achtstundenmittelwert pro Tag zu ermittelnde Immissionsgrenzwert $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ [4].

Der Immissionsgrenzwert hat somit die gleiche Größenordnung wie die Emissionsbegrenzung des Krematoriums. Auf eine weitere Betrachtung von Kohlenmonoxid kann daher verzichtet werden.

6.1.4 Grenzwert für organische Stoffe

Ein Grenzwert für organische Stoffe ist den einschlägigen Vorschriften oder der Literatur nicht zu entnehmen. Eine Beurteilung der Immissionen von organischen Stoffen kann daher entfallen.

6.1.5 Immissionswert für Schadstoffdepositionen

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe ist sichergestellt, wenn der nachfolgend aufgeführte Immissionswert durch die ermittelte Gesamtbelastung eingehalten ist. Dieser Wert wurde dem Referentenentwurf der angepassten TA Luft [6] entnommen.

Stoff/Stoffgruppe	Deposition pg WHO- TEQ/(m ² d)	Mittelungszeit- raum
Dioxine und dioxinähnliche Substanzen	9	Jahr

6.2 Abschätzung der Vorbelastung

Zur Bildung der Gesamtbelastung sind Daten über die Vorbelastung erforderlich. Hierzu werden Messdaten des landesweiten Messnetzes des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) herangezogen.

In Bochum betreibt das LANUV NRW die Station BOST (Bochum-Stahlhausen) und VBOH2 (Herner Straße 285) [21]. An der Station VBOH2 werden allerdings die Stoffe, die im Rahmen der Immissionsprognose benötigt werden, nicht gemessen.

Messwerte von Kohlenmonoxid sind nicht vorhanden, da die Belastung durch Kohlenmonoxid seit den frühen 2000er Jahr weit unterhalb des in Abschnitt 6.1.3 genannten Immissionsgrenzwertes liegt. Organische Stoffe werden nicht gemessen.

Werte über die Belastung von Staubbiederschlag können dem landesweiten Messnetz entnommen werden [22]. Die dem Plangebiet nächstgelegene Station liegt in Bochum mit der Kennung BOCH 002 (UTM-Koordinate 374524 m / 5705096 m). Darüber hinaus werden an einzelnen Stationen in Dortmund, Duisburg, Essen, Kamp-Lintfort und in der Eifel Messungen von Dioxinen und Furanen sowie PCB in der Außenluft und in der Deposition durchgeführt [21]. Auf Basis dieser Datenlage wird die Vorbelastungssituation im Plangebiet wie folgt eingeschätzt:

Stoff / Stoffgruppe	Einheit	Kenngröße	Vorbelastung
Schwebstaub (PM-10)	µg/m ³	Jahr	20
Schwebstaub (PM-10)	-	Tag	12
Schwebstaub (PM-2.5)	µg/m ³	Jahr	15
Staubbiederschlag	g/(m ² ·d)	Jahr	0.100
Kohlenmonoxid	mg/m ³	Achtstunden	N. N.
organische Stoffe	µg/m ³	N. N.	N. N.
Dioxine und Furane, einschl. coplanarer PCB in der Außenluft	fg WHO-TEQ/m ³	Jahr	15
Dioxine und Furane, einschl. coplanarer PCB in der Deposition	pg WHO-TEQ/(m ² ·d)	Jahr	5

6.3 Bildung der Gesamtbelastung

Zur Bildung der Gesamtbelastung wird der in Abschnitt 6.2 genannte, stoffbezogene Vorbelastungswert zu den Zusatzbelastungswerten addiert.

Bei der Bildung der Gesamtbelastung für die Dioxine und Furane in der Außenluft und in der Deposition gibt es die Besonderheit, dass sich die Emissionsbegrenzung und die Emissionsmessdaten auf die Toxizitätsäquivalente der NATO/CCMS beziehen [7]. Die mittels Ausbreitungsrechnungen erhaltenen Konzentrationen und Depositionen haben daher die Einheit $\text{fg I-TE}/\text{m}^3$ und $\text{pg I-TE}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ und enthalten nicht die coplanaren PCB.

Die zur Beurteilung der ermittelten Gesamtbelastung heranzuziehenden Grenzwerte beziehen sich auf die Toxizitätsäquivalente der WHO und schließen die coplanaren PCB ein [5].

Die mithilfe der Ausbreitungsrechnungen ermittelten Werte müssen daher geeignet umgerechnet werden, damit die Zusatzbelastung die coplanaren PCB enthält und die gleiche Einheit (Toxizitätsäquivalente) aufweist wie die Vorbelastung und der Grenzwert. Hierzu dient die folgende Betrachtung:

Es werden die Messwerte des LANUV NRW der Stationen Dortmund-Eving, Dortmund-Hafen (KGA-Hafenwiese), Duisburg-Buchholz, Duisburg-Wanheim (Trafostation), Essen-Vogelheim und Kamp-Lintfort (MP 2) verwendet. An diesen Stationen liegen Messwerte für die Außenluftkonzentrationen und für die Depositionen vor [21,22]. Aus den mit den unterschiedlichen Toxizitätsäquivalenten ausgewerteten Messwerten wird das Verhältnis der Konzentrationen und Depositionen nach NATO-CCMS und nach WHO-TEQ einschl. der coplanaren PCB gebildet. Die Messwerte und die Auswertung zeigen die nachfolgenden Tabellen:



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon (02161) 30169-0 Telefax (02161) 30169-22
Wehnerstraße 1-7 41068 Mönchengladbach

Dioxine und PCB in der Außenluft	Einheit	Dortmund- Eving	Dortmund- Hafen	Duisburg- Buchholz	Duisburg- Wanheim	Essen- Vogelheim	Kamp- Lintfort	Mittelwerte
PCDF	fg I-TE/m³	12	11	12	16	11	9.6	11.9
PCDF	fg WHO-TEQ/m³	11	10	11	14	9.6	9.1	10.8
PCB	fg WHO-TEQ/m³	3.1	7.7	4.9	5.1	5	8.4	5.7
PCDD/F und PCB	fg WHO-TEQ/m³	14.1	17.7	15.9	19.1	14.6	17.5	16.5
Verhältnis PCDD/F einschl. PCB (WHO-TEQ) und PCDF (NATO-CCMS-TEQ) und		1.2	1.6	1.3	1.2	1.3	1.8	1.4

Dioxine in der Deposition	Einheit	Dortmund- Eving	Dortmund- Hafen	Duisburg- Buchholz	Duisburg- Wanheim	Essen- Vogelheim	Kamp- Lintfort	Mittelwerte
PCDF	pg I-TE/(m²·d)	4.5	6.3	9.1	11	4.8	3.3	6.5
PCDF	pg WHO-TEQ/(m²·d)	4.1	5.5	7.7	9.7	4.3	3	5.7
PCB	pg WHO-TEQ/(m²·d)	1.1	5.3	1.6	1.4	1.6	8.2	3.2
PCDD/F und PCB	pg WHO-TEQ/(m²·d)	5.2	10.8	9.3	11.1	5.9	11.2	8.9
Verhältnis PCDD/F einschl. PCB (WHO-TEQ) und PCDF (I-TE) und		1.2	1.7	1.0	1.0	1.2	3.4	1.4

Die Tabelle zeigt, dass der für die Umrechnung notwendige Korrekturfaktor größtenteils zwischen 1.2 und 1.6 liegt. In Kamp-Lintfort liegen offenbar sehr individuelle Verhältnisse vor, so dass hier ein, verglichen zu den anderen Messstationen, ungewöhnliches Verhältnis vorhanden ist.

Daher wurde die Auswertung um die Mittelwertbildung erweitert. Der Mittelwert über alle betrachteten Stationen liegt für die Konzentrations- und Depositionswerte bei 1.4. Für die Korrektur der mithilfe der Ausbreitungsrechnungen ermittelten Werte wird dieser Korrekturfaktor verwendet.

6.4 Beurteilung

6.4.1 Kenngröße für das Jahr

Der Immissionsjahreswert (IJW) ist eingehalten, wenn die Summe aus der Vorbelastung (IJV) und Zusatzbelastung (IJZ) kleiner oder gleich dem Immissionsjahreswert (IJW) ist. Mit Hilfe der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung und der Schätzung der Vorbelastung werden folgende Kenngrößen für das Jahr ermittelt. Hierbei wird jeweils der mithilfe der Ausbreitungsrechnung höchste ermittelte Konzentrations- und Depositionswert (Zusatzbelastung) verwendet.

Genehmigung	Einheit	IJZ	IJV	IJG	IJW
Schwebstaub (PM2.5)	µg/m³	0.05	15	15.1	25
Schwebstaub (PM-10)	µg/m³	0.06	20	20.1	40
Staubniederschlag in	g/(m²·d)	0.045	0.100	0.145	0.35
Dioxine und Furane einschl. coplanerer PCB in der Außenluft	fg WHO- TEQ/m³	0.85	15	15.9	150
Dioxine und Furane einschl. coplanerer PCB in der Deposition	pg WHO- TEQ/(m²·d)	0.63	5	5.6	9

Messdaten	Einheit	IJZ	IJV	IJG	IJW
Schwebstaub (PM2.5)	µg/m³	0.01	15	15.1	25
Schwebstaub (PM-10)	µg/m³	0.01	20	20.0	40
Staubniederschlag in	g/(m²·d)	0.01	0.100	0.101	0.35
Dioxine und Furane einschl. coplanerer PCB in der Außenluft	fg WHO- TEQ/m³	0.08	15	15.8	150
Dioxine und Furane einschl. coplanerer PCB in der Deposition	pg WHO- TEQ/(m²·d)	0.06	5	5.6	9

Die prognostizierte Gesamtbelastung für das Jahr unterschreitet die zulässigen Immissions- und Beurteilungswerte in beiden Emissionsszenarien für das Krematorium.

6.4.2 Kenngröße für den Tag

Für Schwebstaub (PM-10) wird in der TA Luft und der 39. BImSchV der Immissionstageswert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit 35 zulässigen Überschreitungen genannt. Mithilfe der Ausbreitungsrechnung werden Jahresmittelwerte der Schwebstaub (PM-10)-Konzentration berechnet. In [23] wurde die folgende funktionale Beziehung zwischen dem Wert der Immissionsjahres-Gesamtbelastung (IJG) und der Anzahl der Tagesmittelwerte von Schwebstaub (PM-10) $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A_{TMW}) gefunden:

$$A_{TMW} = (a + b \cdot IJG)^2$$

Grundlage dieser Beziehung ist eine Auswertung von 900 fehlerfreien Zeitreihen von Schwebstaub (PM-10)-Tagesmittelwerten aus den Messnetzen der Länder und des Bundes [23]. Die Koeffizienten a und b nehmen je nach Stationslage folgende Zahlenwerte an:

Typ der Messstation	a	$b \text{ [m}^3/\mu\text{g}]$
Industrie	-3.35	0.316
Hintergrund	-3.21	0.306
Verkehr	-3.96	0.326

Auf Grundlage dieser Ergebnisse kann das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung (Jahresmittelwert) genutzt werden, um auf die Überschreitungstage des Tagesmittelwerts an den Immissionsorten zu schließen.

Für die Abschätzung der Einhaltung des Immissions-Tageswertes werden die Koeffizienten a und b für den Messstationstyp „Industrie“ verwendet. Diese Koeffizienten liefern die höchsten Tagesgesamtbelastungswerte.

Mit den berechneten Immissionsjahres-Gesamtbelastungswerten (IJG) ergeben sich folgende Tageswerte:

Fall	IJG	a	b	A_{TMW}	ITW
	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[-]$	$[\text{m}^3/\mu\text{g}]$	$[-]$	$[-]$
Genehmigung	20.1	-3.35	0.316	9	35
Messdaten	20.0	-3.35	0.316	9	35

Die hiermit abgeschätzte Immissions-Tagesgesamtbelastung unterschreitet den Immissionstageswert in beiden Emissionsszenarien des Krematoriums.

7 Literatur

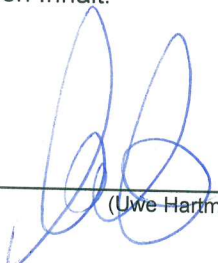
- [1] Bescheid über die Bekanntgabe als Messstelle nach § 29b Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV) des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen vom 05.08.2014
- [2] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1839) geändert worden ist
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 30.07.2002, Gem. Ministerialblatt 53. Jahrgang ISSN 0939-4729 Nr. 25, herausgegeben vom Bundesministerium des Innern, Berlin 30. Juli 2002
- [4] 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 02. August 2010. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2012, Teil I, Nr. 40.
- [5] Länderausschuss für Immissionsschutz: „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe“, 21. September 2004
- [6] Referentenentwurf der angepassten TA Luft von September 2016
- [7] Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung vom 19. März 1997 (BGBl. I S. 545), die zuletzt durch Artikel 10 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist
- [8] Emissionsminderung Anlagen zur Humankremation. Richtlinie VDI 3891, Kommission Reinhaltung der Luft, Band 3, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe: Juli 2015.
- [9] Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie GIRL), mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 29. Februar 2008.
- [10] RW TÜV, 1991: Gutachterliche Stellungnahme zu den luftverunreinigenden Emissionen und Immissionen der Einäscherungsöfen eines neuen Krematoriums auf dem Hauptfriedhof in Bochum. Bericht 3.5.1/1330/90 des Rheinisch-Westfälischen Technischen Überwachungsvereins e. V., Essen
- [11] Umweltbundesamt, 2015: Luftqualität 2014 – Vorläufige Auswertung. www.uba.de, Dessau-Roßlau, 21. Januar 2015.
- [12] Janicke, U. und L. Janicke, 2007: Lagrangian Particle Modelling for regulatory purposes – a survey of recent developments in Germany. Proceedings of the 11th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for regulatory purposes, Cambridge, 109-113, www.harmo.org
- [13] Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle: Partikelmodell. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3, Kommission Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, Beuth-Verlag, Berlin.
- [14] Ehrlich, C., G. Noll, W.-D. Kalkoff, G. Baumbach, A. Dreiseidler, 2006: PM1-, PM2.5-, und PM-10-Emissionen aus Anlagen – Ergebnisse von Messprogrammen des Bundes und der Länder. In: Feinstaub und Stickstoffdioxid, Beuth-Verlag, Berlin, S. 129-159.

- [15] Sicar, R., 2002: Untersuchungen der Emissionen aus Einäscherungsanlagen und der Einsatzmöglichkeiten von Barrierenentladungen zur Verringerung des PCDD/F-Austrages. Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 149 S.
- [16] IFU, 2014: Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen. IFU GmbH Gewerbliches Institut für Fragen des Umweltschutzes, Saalfeld, Berichts-Nr. 14 086.
- [17] Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose- anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. Richtlinie VDI 3783 Blatt 13, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf, Beuth-Verlag Berlin, 51 S., Januar 2010.
- [18] Janicke, U. und L. Janicke, 2004: Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft). Abschlussbericht des Ingenieurbüros Janicke, Dunum (heute: Meersburg), im Auftrag des Umweltbundesamts, Berlin (heute: Dessau-Roßlau), UFOPLAN 203 43 256, 102 S.
- [19] Neunhäuserer, L., F. Pfäfflin, G. Wiegand, V. Diegmann, 2007: Modellrechnungen mit AUSTAL2000 im Rahmen des Projekts „Relevanz der Ammoniak-Emissionen für die Immissionsbelastung mit Schwebstaub und für Vegetationsschäden“. Endbericht der ivu GmbH, Freiburg, im Auftrag des LANUV NRW, Recklinghausen, 122 S.
- [20] Janicke, L., 2005: Durchführung von Ausbreitungsrechnungen zur Unterstützung der Messplanung und Messauswertung im Rahmen des Projekts „Relevanz der Ammoniak-Emissionen für die Immissionsbelastung mit Schwebstaub und für Vegetationsschäden“, Teil B. Abschlussbericht des Ingenieurbüros Janicke, Dunum (heute: Meersburg), im Auftrag des Landesumweltamts, Essen (heute: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen).
- [21] Internetangebot des LANUV NRW:
<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/berichte-und-trends/jahreskenngroessen-und-jahresberichte/> zuletzt aufgerufen: 09.11.2016
- [22] Interangebot des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Recklinghausen:
<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/staubniederschlag/messergebnisse/> zuletzt aufgerufen: 09.11.2016
- [23] Wiegand, G. und V. Diegmann, 2013: PM10-Anzahlüberschreitungen Tagesmittelwert-Grenzwert versus Jahresmittelwert. Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung – PAREST“ der IVU Umwelt GmbH, Freiburg, im Auftrag des Umweltbundesamts, Dessau-Roßlau, FZK 206 43 200/01.

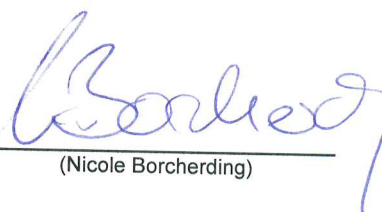
ANECO
Institut für Umweltschutz GmbH & Co.

Mönchengladbach, den 29. November 2016 UH/NB

Für den Inhalt:



(Uwe Hartmann)



(Nicole Borchering)