

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Straße 11
82152 Planegg / München
Telefon +49 (89) 85602-0
Telefax +49 (89) 85602-111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. Till Nürrenbach
Telefon +49 (89) 85602-358
Till.Nuerrenbach@MuellerBBM.de

03. April 2009
M78 176/1 nrb

B-Plan 203 Wilhelmshaven

Stellungnahme zur Luftreinhaltung (Asphaltemischanlage und Mischwasseraufbereitung)

Bericht Nr. M78 176/1

Auftraggeber:

Stadt Wilhelmshaven
Rathausplatz 9
26382 Wilhelmshaven

Bearbeitet von:

Dipl.-Ing. Till Nürrenbach

Berichtsumfang:

Insgesamt 23 Seiten

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Beurteilungsgrundlagen	5
2.1	Emissionen	5
2.2	Immissionswerte	6
3	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	7
3.1	Standort und Topografie	7
3.2	Meteorologie	8
3.3	Vorbelastung	9
4	Beschreibung der Anlagen und der Emissionen	12
4.1	Asphaltmischanlage	12
4.1.1	Beschreibung einer typischen Anlage	12
4.1.2	Emissionen Asphaltmischanlage	13
4.1.3	Beurteilung der Emissionen aus der Asphaltmischanlage	15
4.2	Mischwasserbehandlungsanlage	16
4.2.1	Anlagenbeschreibung	16
4.2.2	Emissionen Mischwasserbehandlungsanlage	17
5	Abschätzung potentieller Zusatzbelastungen	18
5.1	Zusatzbelastung Asphaltmischanlage	18
5.2	Zusatzbelastung Mischwasserbehandlungsanlage	19
5.3	Zusatzbelastung durch beide Anlagen	19
5.4	Zusatzbelastung durch Ansiedlungen auf den GE-Flächen	20
6	Empfehlungen für das weitere Vorgehen	20
7	Zusammenfassung	21
8	Literatur, Quellen	23

1 Situation und Aufgabenstellung

Im Bereich des Heppenser Grodens ist die Aufstellung des Bebauungsplans 203 vorgesehen (vgl. Abbildung 1). In dessen Geltungsbereich ist die Errichtung eines Asphaltmischwerkes sowie einer Mischwasserbehandlungsanlage geplant.

Südlich des Asphaltmischwerkes ist eine weitere Fläche für eine Industrienutzung (GI_{E2}) ausgewiesen. Im westlichen Teil des B-Plans sind außerdem Flächen für Gewerbeansiedlungen (GE) vorgesehen. Zu den potentiellen Ansiedlungen auf diesen Flächen liegen keine konkreten Informationen vor.

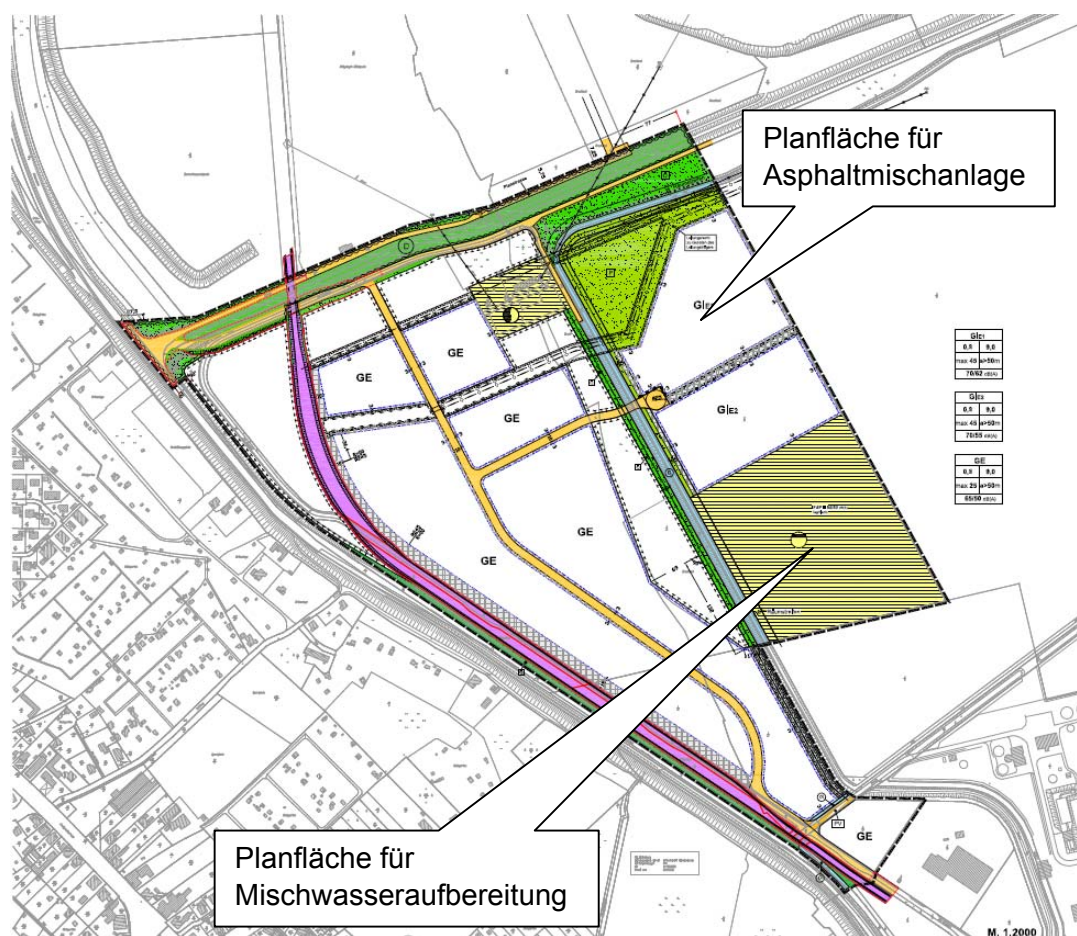


Abbildung 1. Bebauungsplan 203 in Bearbeitung (Auszug), Stand 06.01.2009 [5]

Im Rahmen der Bauleitplanung ist zu prüfen, ob hinsichtlich der Belange der Luftreinhaltung grundsätzliche, der Aufstellung des B-Plans 203 entgegenstehende Bedenken bestehen können. Als Grundlage für das weitere Vorgehen im Rahmen der Bauleitplanung soll daher eine Stellungnahme zur Luftreinhaltung erarbeitet werden.

Der Fokus liegt dabei auf den beiden genannten, konkreten Vorhaben (Asphaltmischanlage und Mischwasserbehandlung). Entsprechend sollen auf der Grundlage der

derzeit vorliegenden, vorläufigen Angaben zu diesen beiden Anlagen deren potentiellen lufthygienischen Auswirkungen in einer Stellungnahme qualitativ beleuchtet werden.

Die lufthygienische Relevanz von potentiellen Ansiedlungen auf den restlichen Flächen des B-Plans 203 ist im Rahmen der vorliegenden Stellungnahme mangels konkreter Angaben nicht näher zu betrachten. Auch eine Betrachtung zur Vorbelastung (unter Berücksichtigung des Verkehrs, der Bestandsanlagen sowie anderer gesicherter Vorhaben) ist hier zunächst nicht vorgesehen.

Die Stellungnahme zur Luftreinhaltung ist somit unter Berücksichtigung

- der baulichen und topographischen Gegebenheiten am Standort,
- der meteorologischen Gegebenheiten am Standort,
- der zugrunde zu legenden Anlagenkenndaten (Standort, Größe, Durchsatz, etc.) für die Asphaltmischanlage und die Mischwasserbehandlung,
- einer Abschätzung der diffusen und gefassten Emissionen an den voraussichtlich relevanten Luftschadstoffen sowie an Gerüchen auf der Basis typischer Werte,
- einer qualitativen Einschätzung der Größenordnung möglicher Zusatzbelastungen durch Luftschadstoffe und Gerüche an den relevanten Immissionsorten durch die beiden Anlagen auf der Basis von Erfahrungswerten bzw. Analogieschlüssen und
- der einschlägigen Beurteilungsmaßstäbe bzgl. Luftschadstoffen und Gerüchen

anzufertigen.

Ergänzend ist zu prüfen, ob evtl. für eine belastbare Aussage aus fachlichen Gründen eine Immissionsprognose mit Hilfe eines Rechenmodells erforderlich ist. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Zusatzbelastung an den relevanten Immissionsorten im Rahmen der durchgeführten Abschätzung nicht als irrelevant im Sinne der TA Luft bzw. der Geruchsimmissionsrichtlinie GIRL eingestuft werden kann. Die Durchführung einer solchen Ausbreitungsrechnung zur Quantifizierung der Zusatzbelastungen durch die Asphaltmischanlage und die Mischwasserbehandlung ist im ersten Schritt jedoch nicht vorgesehen.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Emissionen

Für die **Mischwasseraufbereitung** sind potentiell Gerüche als Emissionen zu berücksichtigen.

Die für die **Asphaltmischanlage** im gefassten Abgas (Ableitung über Schornstein) anzusetzenden Emissionsbegrenzungen ergeben sich aus den Anforderungen der TA Luft [3]:

- Staub 20 mg/m³ Nr. 5.2.1 TA Luft
- Stickstoffoxide, ang.
als Stickstoffdioxid 0,35 g/m³ Nr. 5.2.4 Klasse IV TA Luft
- Schwefeloxide, ang.
als Schwefeldioxid 0,35 g/m³ Nr. 5.2.4 Klasse IV TA Luft
- Kohlenmonoxid 0,5 g/m³ Nr. 5.4.2.15 TA Luft
(für Heizöl EL, Erdgas)
1,0 g/m³ Nr. 5.4.2.15 TA Luft (für BKS ¹)
- Organische Stoffe 50 mg/m³ Nr. 5.2.5, 5.4.2.15 TA Luft
- Krebserzeugende Stoffe
Kl. III (Benzol, 1,3-Butadien) 5 mg/m³ Nr. 5.2.7.1.1, 5.4.2.15 TA Luft

Die Emissionswerte beziehen sich auf einen Volumengehalt von Sauerstoff im Abgas von 17 vom Hundert.

Daneben treten diffuse Staubemissionen aus dem Transport, dem Umschlag und der Lagerung der Einsatzstoffe auf.

Zur Beurteilung der Emissionsmassenströme einer Anlage sind in Nr. 4.6.1.1 TA Luft so genannte Bagatellmassenströme festgelegt. Für die hier relevanten Komponenten sind sie in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Bagatellmassenströme für gefasste Quellen

Komponenten	Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 Tabelle 7 TA Luft kg/h
Gesamtstaub	1
Stickstoffoxide (als NO ₂)	20
Schwefeloxide (als SO ₂)	20
Benzol	0,05

Für Gerüche gibt es keine analogen Beurteilungskriterien für Emissionen.

¹ BKS: Braunkohlestaub

2.2 Immissionswerte

Die der Beurteilung potentiell zu Grunde zu legenden Immissionswerte ergeben sich aus den Vorschriften der 22. BImSchV [2] und der TA Luft [3]. Sie sind für die verschiedenen Schutzgüter in der folgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

In der 22. BImSchV ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit außerdem ein Immissionsgrenzwert für Kohlenmonoxid (CO) definiert. Dieser beträgt 10 mg/m³ für den höchsten Achtstundenmittelwert eines Tages.

Für organische Stoffe (Gesamt-C) ist derzeit kein Immissionswert festgesetzt.

Tabelle 2. Immissionswerte (Jahresmittelwerte) und Irrelevanzschwellen

Schutzgut	Komponenten	Immissions-Jahreswerte (22. BImSchV, TA Luft)		Irrelevanzschwellen (TA Luft)	
menschliche Gesundheit	Benzol	5	µg/m ³	≤ 3,0	% vom
	Schwebstaub (PM-10)	40		≤ 3,0	Immissions-
	SO ₂	50		≤ 3,0	Jahreswert
	NO ₂	40		≤ 3,0	
Schutz vor Staubbiederschlag	Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35	g/m ² d	≤ 10,5	mg/(m ² ×d)
Vegetation und Ökosysteme	SO ₂	20 ¹⁾	µg/m ³	≤ 2	µg/m ³
	NO _x (als NO ₂)	30 ¹⁾		≤ 3	

¹⁾ Beurteilungspunkte zur Überprüfung dieser Immissionswerte sind so festzulegen, dass sie mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind.

Zur Beurteilung der Erheblichkeit von Gerüchen wurde die Geruchsimmissions-Richtlinie erarbeitet [4]. Im Regelfall sind Gerüche, die nach ihrer Herkunft zweifelsfrei aus Anlagen erkennbar sind, dann als erhebliche Belästigung zu werten, wenn je nach Nutzung ² bestimmte Immissionswerte - angegeben als relative Häufigkeiten von Geruchswahrnehmungen - überschritten werden.

Gemäß Nr. 3.1 der Geruchsimmissions-Richtlinie sind von Anlagen herrührende Geruchsimmissionen dann als erhebliche Belästigung zu werten, wenn die Gesamtbelastung die in Tabelle 3 genannten Immissionswerte (relative Häufigkeiten von Geruchsstunden, angegeben als vom Hundert der Jahresstunden) überschreitet.

Tabelle 3. Immissionswerte der Geruchsimmissions-Richtlinie [4]

Wohn-/ Mischgebiete	Gewerbe-/ Industriegebiete	Dorfgebiete
0,10 (10 %)	0,15 (15 %)	0,15 (15 %)

Ferner ist in Abschnitt 3.3 der GIRL eine Irrelevanzgrenze für die Zusatzbelastung von 0,02 (2 %) der Jahresstunden genannt, bei deren Einhaltung die aus dem Betrieb der Anlage resultierenden Immissionsbeiträge als unerheblich einzustufen sind.

² Nach Gebietseinstufung gemäß Bau-Nutzungsverordnung

3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

3.1 Standort und Topografie

Der Geltungsbereich des B-Plans 203 befindet sich östlich von Wilhelmshaven im nordwestlichen Teil des Heppenser Groden (vgl. Abbildung 2).

Die nächstgelegenen Wohnbebauungen liegen in Neuengroden in etwa 500 m Entfernung westlich vom Aufstellungsort der geplanten Anlagen.

Nordwestlich des Standortes befindet sich das Abfallwirtschaftliche Entsorgungszentrum (im Bereich des B-Plan 5, Entfernung zur Asphaltmischanlage etwa 900 m), südöstlich das Fleischzentrum sowie die Zentrale Kläranlage (beide im Bereich des B-Plan 119 in etwa 300-400 m Entfernung von der Mischwasserbehandlungsanlage) und östlich das Tanklager der NWO (etwa 600 m entfernt). Im Nordosten liegt das Kraftwerk der E.ON in über 1 km Entfernung. Südöstlich liegt der B-Plan 177, in dessen Geltungsbereich potentiell weitere Ansiedlungen vorgesehen sind. An der nächstgelegenen Stelle beträgt die Entfernung zur Mischwasserbehandlungsanlage etwa 600 m.

Die Umgebung um den Standort ist im wesentlichen frei von Erhebungen.

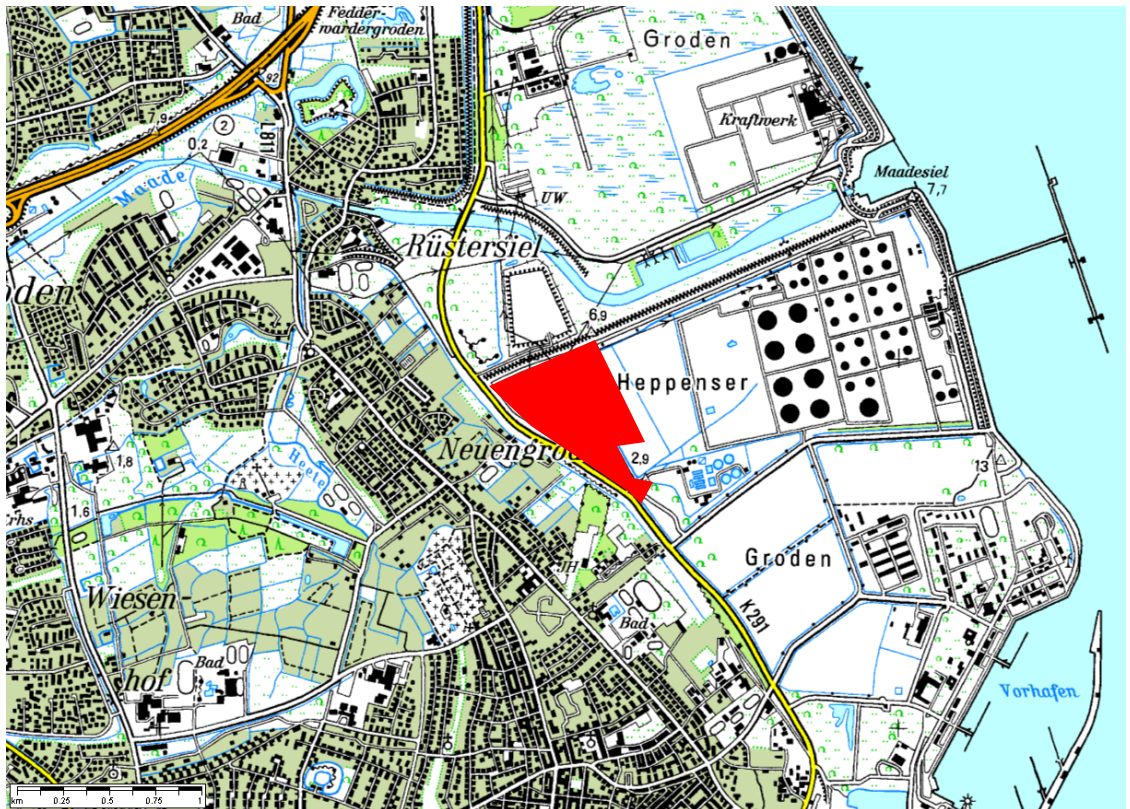


Abbildung 2. Ungefährer Geltungsbereich des B-Plans 203 (rot) und Umgebung [6]

3.2 Meteorologie

Die meteorologischen Verhältnisse können durch die Wetterdaten der Station Wilhelmshaven beschrieben werden. Die Daten liegen für das repräsentative Jahr 1993 vor [8].

Abbildung 3 zeigt die zugehörige Windrichtungshäufigkeitsverteilung. Diese zeigt ein Maximum der Winde aus südwestlichen und ein Sekundärmaximum aus südöstlichen Richtungen. Wind aus Nordosten und Nordwesten tritt mit geringeren Häufigkeiten auf. Somit werden die Schadstoffemissionen bevorzugt in nordöstliche bzw. nordwestliche Richtungen verfrachtet. Schwachwindsituationen (Windgeschwindigkeit < 1,4 m/s) treten selten und meist in Verbindung mit südwestlichen Anströmrichtungen auf. Auch höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an südwestliche bis westliche Windrichtungen gekoppelt.

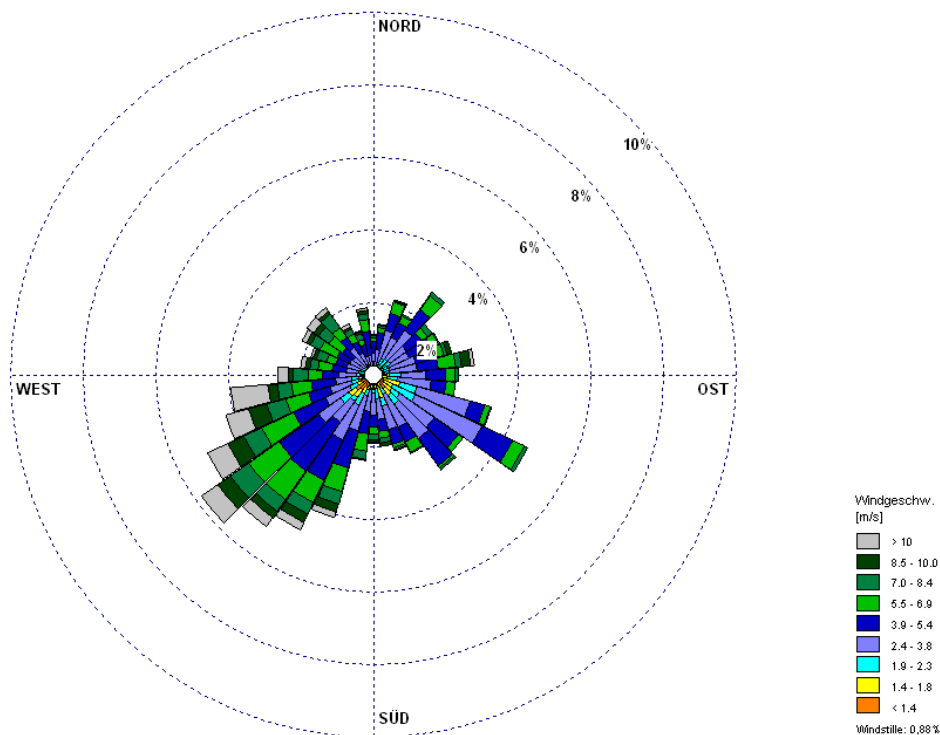


Abbildung 3. Windrichtungshäufigkeitsverteilung, Wilhelmshaven, 1993.

In den Abbildungen 4 und 5 sind die Häufigkeiten der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen nach TA Luft dargestellt. Windschwache Lagen mit Windgeschwindigkeiten < 1,4 m/s kommen am Standort in 9,4 % der Jahresstunden vor. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4,5 m/s.

Mit 67,3 % Anteil an der Häufigkeit aller Ausbreitungsklassen sind die indifferenten Ausbreitungssituationen der Klassen III/1 und III/2 am häufigsten. Stabile Ausbreitungssituationen der Klassen I und II, zu denen unter anderem die Inversionswetterlagen zu rechnen sind, treten an 23,5 % der Jahresstunden auf, sowie die labilen Klassen IV und V an 6,9 %.

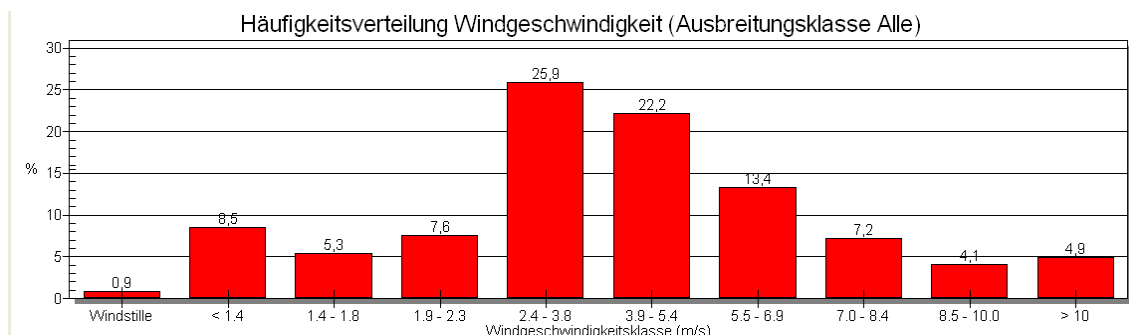


Abbildung 4. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit, Wilhelmshaven 1993

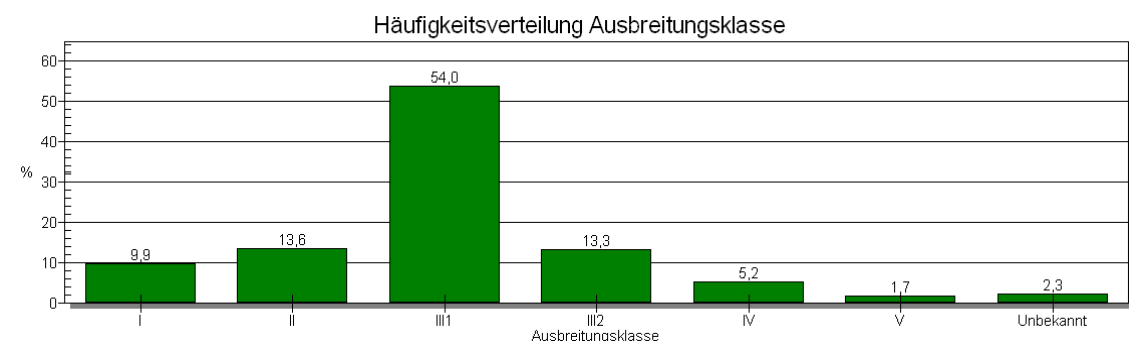


Abbildung 5. Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen, Wilhelmshaven 1993

3.3 Vorbelastung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung soll zunächst nur die Zusatzbelastung durch die beiden konkreten Anlagen im Bereich des B-Plans 203 betrachtet werden. Dennoch werden hier zusätzlich Informationen zur Vorbelastung durch Luftschadstoffe zusammengestellt.

In der Umgebung des Standortes werden durch das Lufthygienische Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) die Konzentrationen verschiedener Schadstoffe gemessen [9]. In der folgenden Tabelle 4 sind die Vorbelastungen der Jahre 2006 bis 2008 zusammengestellt. Die Lage der in Tabelle 4 genannten Messstellen kann der Abbildung 6 entnommen werden.

Es ist zu erkennen, dass an der Station Wesermündung gegenüber den anderen Stationen deutlich höhere Werte für Stickoxide und Schwefeloxide gemessen werden. Dies ist auf die Lage des Station Wesermündung im Stadt- bzw. Hafenbereich von Bremerhaven zurückzuführen. Die dort gewonnenen Messwerte sind als nicht typisch für die großräumige Immissionssituation im Gebiet um Wilhelmshaven anzusehen und werden in der Folge nicht weiter berücksichtigt. An den anderen Messstellen wird der nach 22. BImSchV ab 2010 gültige Immissionswert für NO₂ von 40 µg/m³ höchstens zur Hälfte ausgeschöpft. Bei Schwebstaub (PM 10) wird der Jahresmittelwert von 40 µg/m³ bei keiner Messstation überschritten und liegt bei allen Stationen zwischen 40-70 % des Jahresmittelwertes. Bei SO₂ treten nur geringe Vorbelastungen auf. Diese liegen bei etwa 6 % des zulässigen Grenzwertes von 50 µg/m³ der Nr. 4.2.1 der TA Luft.

Tabelle 4. Messwerte (Jahresmittelwerte) aus dem LÜN [9]

	PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NO _x in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			SO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Jahr	2008	2007	2006	2008	2007	2006	2008	2007	2006	2008	2007	2006
Elbmündung	17	16	23	12	12	13	15	15	15	--	--	--
Jadebusen	15	16	23	12	11	14	14	14	16	--	--	--
Ostfriesische Inseln	17	24	28	10	9	10	11	12	13	3	--	--
Ostfriesland	19	19	27	16	15	16	22	20	21	--	--	--
Wesermündung	18	20	24	22	23	24	33	34	34	7	9	10

--: keine Messwerte vorhanden



Abbildung 6. Lage der Messstellen, Standort rot [9]

Großräumig (ohne Betrachtung der besonderen Situation an der Station Wesermündung oder anderer durch lokale Emittenten, z.B. Verkehr, besonders geprägten Situationen) kann damit die mittlere Vorbelastung etwa mit folgenden Werten abgeschätzt werden:

- etwa 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Schwebstaub (PM-10),
- etwa 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Stickstoffdioxid (NO₂)
- etwa 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Stickoxide (NO_x),
- weniger als 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Schwefeldioxid (SO₂).

Für Benzol wurden in 2008 an den Stationen Jadebusen, Ostfriesische Inseln und Ostfriesland Werte zwischen 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Die Vorbelastung durch Staubbiederschlag kann auf der Basis der vorliegenden Messwerte für Niedersachsen [10] mit etwa 0,04 g/(m²*d) abgeschätzt werden.

Die zukünftige Vorbelastung zum Zeitpunkt der Realisierung der Vorhaben im Geltungsbereich des B-Plans 203 kann von den genannten Messdaten durchaus etwas abweichen.

Zum einen werden bis dahin möglicherweise andere, durch vorhandene bzw. rechtskräftige Bebauungspläne oder durch Genehmigungen gesicherte Vorhaben schon realisiert und in Betrieb sein und zum anderen wird sich der Einfluss des Straßenverkehrs auf die Immissionssituation aufgrund anderer Verkehrszahlen und neuerer Motorentechnologie ändern. Orientierende Betrachtungen hierzu werden in der Machbarkeitsstudie zur FNP-Änderung für verschiedene Szenarien vorgenommen.

Auch die geplante Verlängerung des Nordgleises und Maßnahmen der Luftreinhaltepolitik können Einfluss auf die zukünftige Luftqualität haben.

Grundlegend andere großräumige Vorbelastungswerte als die oben genannten sind jedoch auch in den nächsten Jahren bzw. bei Berücksichtigung der rechtlich gesicherten Vorhaben nicht zu erwarten. Bei lokalen Quelleinflüssen, insbesondere an verkehrsnah gelegenen Orten, können die Vorbelastungswerte von den oben genannten abweichen.

Zur Vorbelastung durch Gerüche liegen keine vergleichbaren Angaben vor.

Hierzu wären Betrachtungen zu Beiträgen aus den existierenden oder durch vorhandene bzw. rechtskräftige Bebauungspläne oder durch Genehmigungen gesicherten Industrie- und Gewerbeansiedlungen im Heppenser Groden (Tanklager der NWO, Kläranlage, Klärschlammvererdung, Schlachthof, Entsorgungszentrum und ggf. Ansiedlungen im Geltungsbereich des B-Plans 177) durchzuführen - z.B. auf Basis vorliegender Gutachten und sonstiger Informationen.

4 Beschreibung der Anlagen und der Emissionen

4.1 Asphaltmischanlage

4.1.1 Beschreibung einer typischen Anlage

Aus Gesteinskörnungen und Bitumen wird in der Anlage Asphaltmischgut für den Straßenbau hergestellt.

Über Dosiergeräte und Förderbänder gelangen die Gesteinskörnungen zur Trockentrommel, durchlaufen diese im Gegenstrom zur Brennerflamme und werden dabei getrocknet und erhitzt.

Die Gesteinskörnungen werden anschließend über einen Heißelevator in den Mischurm gefördert, nach Korngrößen getrennt und in Vorratsbunkern zwischengelagert, je nach verlangtem Rezept dosiert in den Mischer gegeben und mit Bindemittel versetzt.

Der Mischer entleert in einen Beschickungswagen, der den Asphalt dann in ein Mischgut-Verladesilo fördert. Aus dem Silo wird der Asphalt auf LKW verladen und zu den Straßenbaustellen gefahren.

Für die Aufbereitung von Asphaltgranulat (Ausbauasphalt) ist die Anlage sowohl mit einer Asphaltgranulat-Trommel (Paralleltrommel) zur Warmzugabe als auch mit einer Asphaltgranulat-Kaltzugabe ausgerüstet. Das kalte Asphaltgranulat wird dabei über einen Asphaltgranulatelevator entweder zur Erwärmung und Trocknung über die Paralleltrommel (Warmzugabe) oder direkt (Kaltzugabe) in Pufferbehälter gefördert und bei Bedarf über eine Bandwaage in den Mischer der Asphaltmischanlage zugegeben.

Die Trockentrommel, der Mischer sowie die Paralleltrommel werden abgesaugt und die Abgase zur Entstaubungsanlage geleitet, dort gereinigt und danach über einen Schornstein emittiert.

Der in der Entstaubung abgeschiedene Staub gelangt über Förderschnecken und den Elevator in die Füllersilos und wird im Mischer als Fülleranteil dem Mischgut beigefügt.

Die Produktionsleistung (Mischer) beträgt typischerweise zwischen 200 und 240 t/h bei einer Jahresmischgutproduktion von 100.000-200.000 t/a. Daraus errechnen sich theoretisch etwa 400-1.000 Vollastbetriebsstunden pro Jahr. Da die Anlagen aber oft im Teillastbetrieb laufen, ergeben sich höhere Betriebsstundenzahlen für die Mischanlage im Bereich von 800-2.000 h/a. Für die Verlade- und Umschlagvorgänge ist von höheren Betriebsstundenzahlen auszugehen als für den reinen Mischbetrieb (Faktor etwa 1,5).

Dabei liegt die maximale Feuerungswärmeleistung für die Trockentrommel zwischen etwa 15 und 20 MW und für die Paralleltrommel bei etwa 10 MW. Als Brennstoff wird Heizöl EL, Erdgas oder Braunkohlestaub eingesetzt.

Der über den Kamin abgeleitete Abgasvolumenstrom (trocken, Normbedingungen) liegt bei dieser Anlagengröße bei knapp 50.000 m³/h, meist etwa 49.000 m³/h.

Die Bauhöhe des Kamins beträgt dabei je nach spezifischen Standortgegebenheiten typischerweise etwa 30-40 m.

Branchenüblich wird i.d.R. eine Brech- und Siebanlage für Ausbauasphalt und Bauschutt eingesetzt.

Beispielhaft ist in Abbildung 7 der Aufbau einer Asphaltmischanlage ohne Paralleltrommel gezeigt.

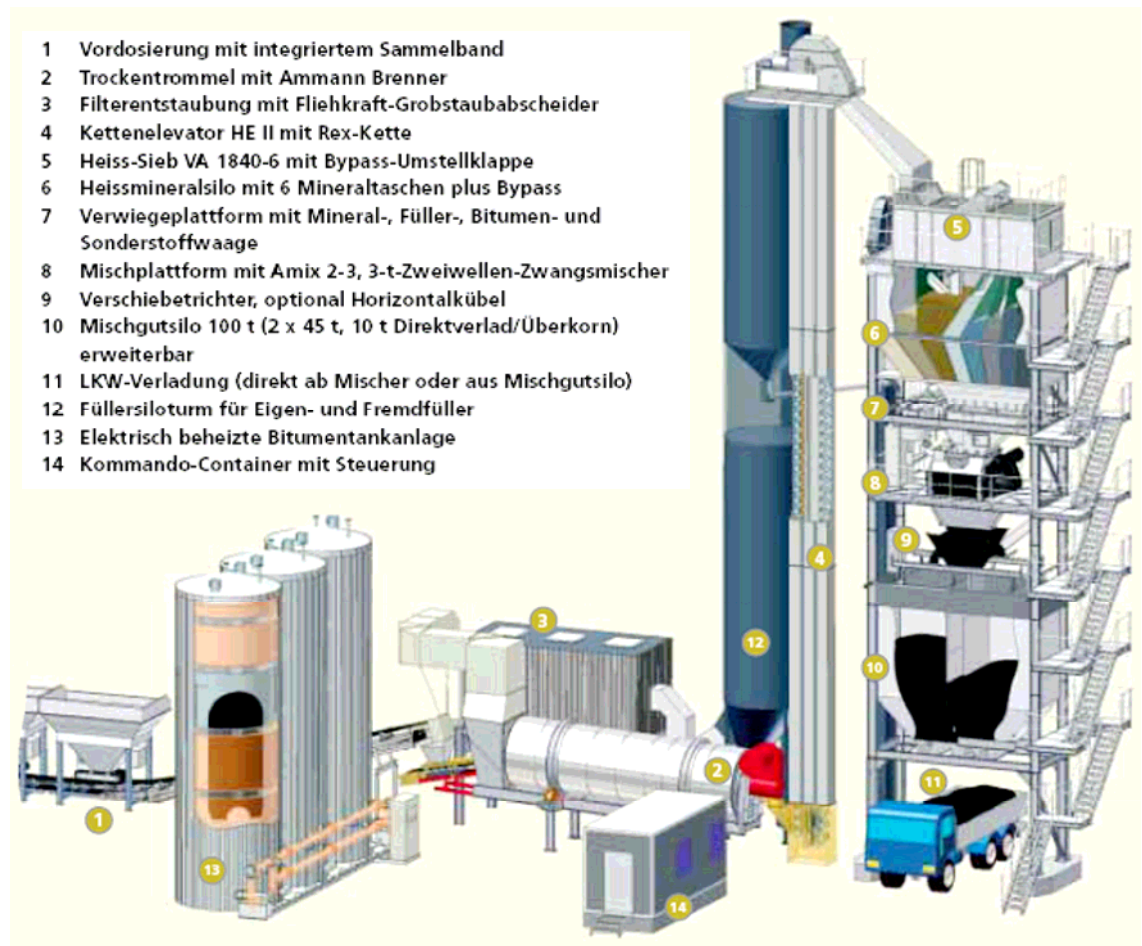


Abbildung 7. Beispielhafter Aufbau einer Asphaltmischanlage (ohne Paralleltrommel) [11]

4.1.2 Emissionen Asphaltmischanlage

Bei Asphaltmischanlagen ergeben sich die größten Beiträge zur gesamten Staubemission typischerweise aus den diffusen Quellen. Die über den Kamin abgeleiteten Staubemissionen sind dem gegenüber geringer. Ansonsten werden Emissionen im Wesentlichen über den Kamin freigesetzt.

Aus den oben gemachten Angaben ergeben sich für die Ableitung über den Schornstein ungefähr die in Tabelle 5 zusammengestellten Ableitbedingungen und Emissionen.

Tabelle 5. Ableitbedingungen und Emissionen einer typischen Asphaltmischanlage (orientierende Angaben für eine typische Anlage)

Schornstein		
Schornsteinhöhe, ca.	m	30-40
Innendurchmesser Schornstein, ca.	m	1,30
Querschnittfläche, gesamt	m ²	1,33
Abgaskenngrößen im Schornstein		
Temperatur an der Mündung, ca.	°C	100
Volumenstrom Betriebszustand	m ³ /h	85.000
Volumenstrom Norm, feucht	m ³ /h	62.000
Volumenstrom Norm, trocken	m ³ /h	49.000
Stickstoffoxide		
max. NO _x -Konzentration (als NO ₂) ¹⁾	g/m ³	0,35
maximaler NO _x -Massenstrom als NO ₂	kg/h	17,15
Kohlenmonoxid (CO)		
maximale Konzentration ¹⁾	g/m ³	1,0
maximaler Massenstrom	kg/h	49,00
Staub		
maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	20
maximaler Massenstrom	kg/h	0,98
Schwefeloxide		
maximale Konzentration ¹⁾	g/m ³	0,35
maximaler Massenstrom	kg/h	17,15
Gesamt-Kohlenstoff		
maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	50
maximaler Massenstrom	kg/h	2,45
Krebserzeugende Stoffe Kl. III (Benzol, 1,3-Butadien)		
maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	5
maximaler Massenstrom	kg/h	0,25

¹⁾ Konzentrationsangaben jeweils bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand und 17 Vol.-% O₂

Die diffusen Staubemissionen aus Umschlag, Lagerung, Zerkleinerung und Transporten der Einsatzstoffe (Sand, Kies, Gesteinskörnungen, Füller, Ausbauasphalt, Bauschutt etc.) und der Produkte werden bodennah freigesetzt.

Bei typischen Jahrestonnagen bzgl. Einsatzstoffen und Produkten für eine Jahresmischgutproduktion von 100.000-200.000 t/a ergibt sich aus den emissionsverursachenden Betriebsvorgängen eine Jahresemission an diffus freigesetztem Gesamtstaub von etwa 2.000-5.000 kg pro Jahr. Davon sind geschätzt etwa 50% (1.000-2.500 kg/a) als Feinstaub (PM-10) einzustufen. Je Betriebsstunde errechnen sich die diffusen Staubemissionen im Mittel etwa zu 2-3 kg/h.

Bei der Herstellung von Asphaltmischgut werden Geruchsstoffe sowohl aus Feuerungsabgasen als auch aus dem auf Verarbeitungstemperatur gebrachten Bitumen freigesetzt. Die Gerüche aus Bitumen sind auf flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen zurückzuführen [7].

Der größte Geruchsstoffstrom einer Asphaltmischanlage wird aus dem Kamin emittiert.

Die Verladung sowie der Transport von Asphalt mittels LKW zu den Baustellen im öffentlichen Verkehrsraum trägt zu den Geruchswahrnehmungen bei.

Auf der Basis eigener Messergebnisse der Geruchstoffkonzentration am Kamin sowie an der Verladung von Asphaltmischanlagen können für die Mischanlage die folgenden Geruchsstoffkonzentrationen als Erwartungswerte angesetzt werden:

- Kamin Mischanlage: 3.300 GE/m³
- Verladung: 3.600 GE/m³

Diese Geruchsstoffkonzentrationen sind in die VDI-Richtlinie 2283 übernommen worden [7].

Geruchsemissionen aus der Befüllung der Bitumentanks können mit dem Gaspendelverfahren vermieden werden.

Mit einem Abgasvolumenstrom von 67.000 m³/h (feucht, 20 °C) ergibt sich für den Kamin der Mischanlage eine Geruchsemission pro Betriebsstunde von etwa 220 MGE/h.

Die Geruchsemission aus dem Verladebereich erfolgt diffus. Auf der Grundlage eigener Untersuchungen für Anlagen der genannten Größe kann eine Geruchsemission pro Betriebsstunde in diesem Bereich mit etwa 1/3 der Geruchsemission aus dem Kamin angesetzt werden.

4.1.3 Beurteilung der Emissionen aus der Asphaltmischanlage

Auch wenn im Rahmen der Bauleitplanung die TA Luft nicht unmittelbar anwendbar ist, wird an dieser Stelle eine Einordnung der Emissionen vor dem Hintergrund der Regelungen in der TA Luft vorgenommen.

Bei Einhaltung des Bagatellmassenstroms nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft kann nach Nr. 4.1 der TA Luft davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 vor. Hinweise auf eine Sonderfallprüfung liegen nicht vor.

In Tabelle 6 sind die gefassten Emissionsmassenströme aus Tabelle 5 den in der TA Luft 4.6.1.1 vorgegebenen Bagatellmassenströmen gegenüber gestellt.

Tabelle 6. Emissionsmassenströme (gefasst) und Bagatellmassenströme nach TA Luft

Komponenten	Emissionsmassenstrom Kamin Mischanlage	Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 Tabelle 7 TA Luft
	kg/h	kg/h
Gesamtstaub	0,98	1
Kohlenmonoxid ¹⁾	49,0	---
Kohlenmonoxid ²⁾	24,50	---
Stickstoffoxide (als NO ₂)	17,15	20
Schwefeloxide (als SO ₂)	17,15	20
Organ. Stoffe (Gesamt-C)	2,45	---
Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1, Kl. III (Benzol, etc.)	0,25	0,05 ³⁾

¹⁾ Betrieb mit Braunkohlenstaub (BKS)²⁾ Betrieb mit Heizöl EL³⁾ Gilt für Benzol, nicht für Summenwert für Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1, Kl. III

Aus dieser Auswertung ergibt sich, dass die Emissionen aus dem Kamin der Asphaltmischanlage die Bagatellmassenströme für Gesamtstaub, Stickstoffoxide und Schwefeloxide einhalten, während der Bagatellmassenstrom für Benzol überschritten werden kann. Für die anderen Stoffe sind in der TA Luft keine Bagatellmassenströme festgelegt.

Die diffusen Staubemissionen liegen über dem Bagatellmassenstrom gemäß Nr. 4.6.1.1 Buchstabe b) TA Luft [3].

Für Gerüche gibt es keine analogen Beurteilungskriterien für Emissionen.

4.2 Mischwasserbehandlungsanlage

4.2.1 Anlagenbeschreibung

Im südöstlichen Teil des B-Plans 203 ist auf einer Planfläche von etwa 30.000 m² ein Retentionsbodenfilter zur Behandlung von Mischwasser vorgesehen. Es wird hier davon ausgegangen, dass das Retentionsbodenfilter etwa 2/3 der gesamten Planfläche belegt.

Ein Retentionsbodenfilter ist ein gegen den Untergrund gedichtetes Filterbecken mit den Hauptkomponenten Retentionsraum, Filter, Dränage und Drosselorgan. Der Filter wird mit Schilf bepflanzt. Der Zufluss wird im Retentionsraum über dem Filter zwischengespeichert und durchsickert langsam das voll wassergesättigte Filtermaterial. Das gereinigte Wasser wird in einer Dränage unter dem Filter gefasst und über ein Drosselorgan mit einem konstanten Drosselabfluss abgeleitet. Der Filter wird nach jeder Beschickung vollständig entleert, um eine Wiederbelüftung zu erzielen. Retentionsbodenfilter eignen sich zur physikalisch-biologischen Behandlung von gelösten, partikulären und partikulär gebundenen Stoffen bei akuten, verzögerten und langfristigen Gewässerbelastungen. Die Reinigungsleistung ist hauptsächlich vom Filtersubstrat, von der Filtergeschwindigkeit, von der Betriebsweise und der Zulaufcharakteristik abhängig [12].

Ein Schnitt durch ein Retentionsbodenfilter ist in Abbildung 8 gezeigt.

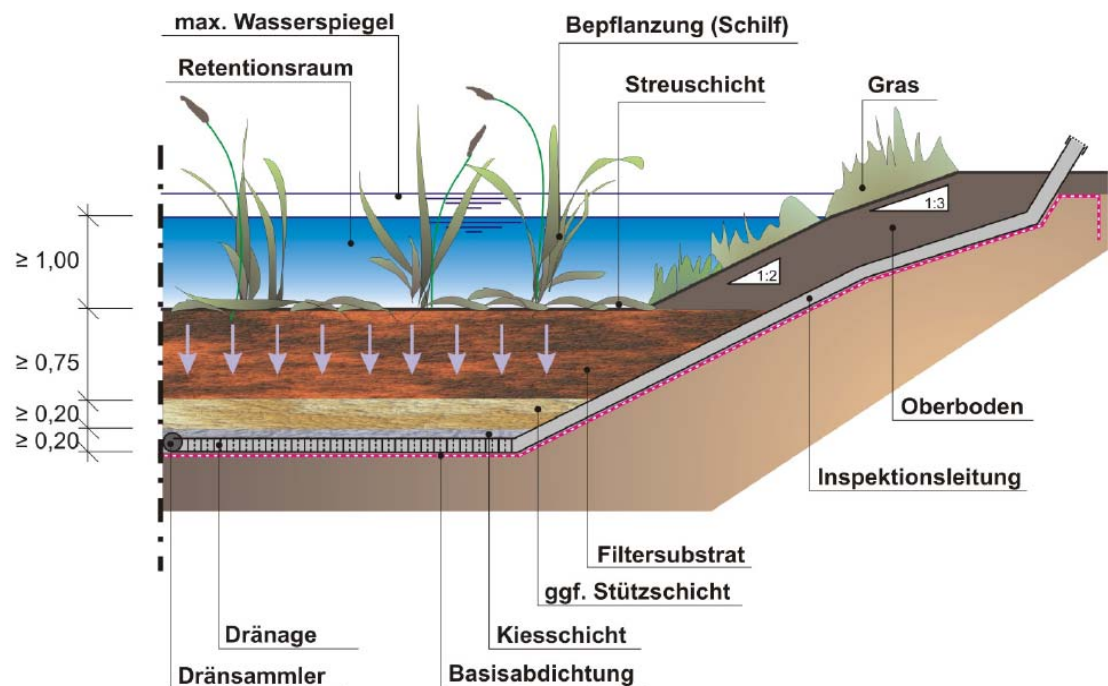


Abbildung 8. Aufbau eines Retentionsbodenfilters nach [13]

4.2.2 Emissionen Mischwasserbehandlungsanlage

Im störungsfreien Betrieb sind aus Retentionsbodenfiltern keine relevanten Geruchsemissionen zu erwarten.

Je nach Zusammensetzung des Mischwassers können Geruchsemissionen aufgrund dessen Inhaltsstoffe nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen (hohe Temperaturen im Sommer) können Geruchsemissionen nicht ganz ausgeschlossen werden.

Ansonsten können Geruchsfreisetzen im nicht bestimmungsgemäßen Betrieb (z.B. bei unzureichender Wartung, bei zu hoher Belastung oder bei ungenügender Belüftung) vorkommen, da dann anaerobe Verhältnissen mit Fäulnisprozessen auftreten können.

Die beiden letztgenannten, potentiell geruchsrelevanten Vorgänge/Ereignisse sind zeitlich begrenzt.

Insgesamt ist also nicht von relevanten oder gar hohen Geruchsfreisetzen aus der Mischwasserbehandlung auszugehen.

Legt man im Sinne einer konservativen Abschätzung in Anlehnung an die Ansätze für kommunale naturnahe Kläranlagen im Programm GERDA [14] dennoch eine flächenspezifische Geruchsemission von 200 GE/(m²*h) zugrunde und geht entsprechend obiger Abschätzung weiter von einer geruchsemittierenden Oberfläche von 2/3 der Planfläche, also 20.000 m² aus, so errechnen sich Geruchsemissionen von 4 MGE/h.

5 Abschätzung potentieller Zusatzbelastungen

5.1 Zusatzbelastung Asphaltmischanlage

Bei den beschriebenen Emissionen und Ableitbedingungen sowie meteorologischen Gegebenheiten kann folgendes festgestellt werden:

Eine Verfrachtung findet bei der in Abbildung 3 gezeigten Windrichtungshäufigkeitsverteilung vor allem in Richtung Nordost und Nordwest statt. Dies wird sich insbesondere auf die Verteilung der über den Kamin abgeleiteten Schadstoffe auswirken. Die Ausprägung bei den bodennah freigesetzten Emissionen wird weniger deutlich sein.

Aufgrund der am Standort vergleichsweise hohen mittleren Windgeschwindigkeiten von 4,5 m/s dürfte eine gute Durchmischung in der atmosphärischen Grenzschicht und damit eine gute Verdünnung der Schadstoffe und Gerüche stattfinden.

Aufgrund der Ableitung der Abgase über einen 30-40 m hohen Kamin und der aus der Temperatur und der Austrittsgeschwindigkeit resultierenden Überhöhung der Abgasfahne, sind die über den Kamin geführten Emissionen an Gerüchen und Luftschadstoffen für den Nahbereich der Anlage nicht relevant.

Im Nahbereich der Anlage sind die bodennah diffus – also nicht über eine Abgasleitung geführt - austretenden Staubemissionen und Gerüche dominierend. In der näheren Umgebung der Asphaltmischanlage kann es daher zu relevanten Zusatzbelastungen durch Staub und Gerüche kommen.

Im Nahbereich von Asphaltmischanlagen werden die Geruchswahrnehmungen signifikant durch diese geprägt. In der VDI 2283 [7] wird Nahbereich quantifiziert mit bis zu 50 m. Deutliche bis starke Gerüche sind bis ca. 20 m im Umkreis zu erwarten.

Auch die Zusatzbelastung durch Schwebstaub (PM-10) und durch Staubbiederschlag kann in der näheren Umgebung der Anlage (ca. 50-100 m) über dem Irrelevanzkriterium der TA Luft liegen.

Beurteilungsrelevant sind jedoch die Bereiche, an denen sich das jeweilige Schutzgut (hier insbesondere: menschliche Gesundheit) nicht nur vorübergehend aufhält. Das sind vor allem Wohnbebauungen, aber auch Arbeitsplätze benachbarter Betriebe mit ständigem Aufenthalt (Büros). Insofern sind die Immissionen im Nahbereich der Asphaltmischanlage nicht weiter beurteilungsrelevant.

An den einige hundert Meter entfernten relevanten Immissionsorten (Wohnbebauung, Büros) wird die Zusatzbelastung durch Schwebstaub (PM-10) und Staubbiederschlag aller Voraussicht nach irrelevant sein. Soweit die Vorbelastung nicht aufgrund lokaler Einflüsse (z.B. Nähe zu verkehrsreicher Straße) signifikant über den oben genannten großräumig gültigen Werten liegt, erscheint aber an den Immissionsorten auf jeden Fall die Einhaltung der Immissionswerte im Jahresmittel von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM-10 bzw. von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ für Staubbiederschlag als gesichert.

Die Zusatzbelastung durch Gerüche an den relevanten Immissionsorten wird sich voraussichtlich im Bereich weniger Prozent, d.h. im Bereich der Irrelevanz nach GIRL bewegen. Inwieweit das Irrelevanzkriterium (die durch die Asphaltmischanlage hervorgerufene Geruchswahrnehmungshäufigkeit beträgt nicht mehr als 2% der Jahres-

stunden) tatsächlich eingehalten werden kann, kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht abschließend geklärt werden.

Entsprechend ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass bzgl. Gerüchen evtl. weiterer Untersuchungsbedarf besteht hinsichtlich der Einhaltung der Irrelevanz der Zusatzbelastung an der Wohnbebauung (Immissionsprognose) und/oder hinsichtlich der Vorbelastung durch andere Anlagen (NWO, Fleischzentrum, Kläranlage, Entsorgungszentrum) zur Ableitung einer Aussage zur Gesamtbelastung durch Gerüche.

Dagegen ist davon auszugehen, dass die maximalen Zusatzbelastungen durch NO₂, NO_x, SO₂ und Benzol in einiger Entfernung von der Anlage auftreten und dass die Zusatzbelastungen im Maximum und damit im gesamten Einwirkungsbereich der Anlage mit großer Sicherheit deutlich unter den Irrelevanzkriterien der TA Luft liegen werden. Hinsichtlich dieser Schadstoffe kann somit ein relevanter Einfluss auf die Immissionssituation ausgeschlossen werden.

5.2 Zusatzbelastung Mischwasserbehandlungsanlage

Aufgrund der gegenüber der Asphaltmischanlage deutlich geringeren Freisetzung von Gerüchen bei ähnlichen Entfernungen zur Wohnbebauung und zu benachbarten Betrieben ist davon auszugehen, dass die Zusatzbelastung durch die Mischwasserbehandlungsanlage an den relevanten Immissionsorten irrelevant im Sinne der GIRL ist.

5.3 Zusatzbelastung durch beide Anlagen

Im Wesentlichen gelten hier die Aussagen, die oben schon für die Asphaltmischanlage getroffen wurden.

Hinsichtlich der in der 22. BImSchV geregelten Luftschadstoffe NO_x, NO₂, SO₂, Benzol, Schwebstaub (PM-10) und Staubbiederschlag sind demnach keine unüberwindbaren Hindernisse hinsichtlich der Belange der Luftreinhaltung erkennbar. Genauere Untersuchungen können in die Genehmigungsverfahren verlagert werden.

Im Hinblick auf die zu erwartenden Geruchsimmissionen an den relevanten Immissionsorten können im Rahmen der vorliegenden Untersuchung eventuelle Belästigungen nicht ohne Weiteres ausgeschlossen werden, als an den relevanten Immissionsorten

- die Zusatzbelastung möglicherweise nicht irrelevant ist und
- zur Einhaltung der Immissionswerte der GIRL keine Aussage getroffen werden kann, da
- die Vorbelastung durch andere Anlagen bzw. Vorhaben in der Umgebung des B-Plans (Tanklager der NWO, Kläranlage, Klärschlammvererdung, Schlachthof, Entsorgungszentrum und ggf. Ansiedlungen im Geltungsbereich des B-Plans 177) hier zunächst nicht untersucht werden sollten.

5.4 Zusatzbelastung durch Ansiedlungen auf den GE-Flächen

Obwohl in der Aufgabenstellung nicht vorgesehen, wird folgend doch ein Aspekt zur lufthygienischen Relevanz von potentiellen Ansiedlungen auf den GE-Flächen des B-Plans 203 ausgeführt.

Soweit mit den potentiellen Ansiedlungen auf den als GE ausgewiesenen Flächen im Wesentlichen nur Emissionen aus einem Kfz-Verkehr im üblichen Rahmen verbunden sind, ist aufgrund der bodennahen Freisetzung davon auszugehen, dass die daraus resultierenden Zusatzbelastungen mit zunehmender Entfernung relativ rasch abnimmt.

Der Abstand zwischen der Grenze des B-Plans und der nächstgelegenen Wohnbebauung beträgt etwa 100 m. Zum Emissionsschwerpunkt der GE-Flächen beträgt die Entfernung mehr als 200 m.

Über diese Entfernungen sind durch den Verkehr auf den GE-Flächen keine signifikanten Immissionsbeiträge an den Immissionsorten zu erwarten.

6 Empfehlungen für das weitere Vorgehen

Es sollte in einem zweiten Schritt eine Abschätzung zur Geruchsvorbelastung an den relevanten Immissionsorten anhand vorliegender Gutachten vorgenommen werden. Soweit die Vorbelastung deutlich unterhalb der Immissionswerte der GIRL liegt, kann bei der oben abgeschätzten Zusatzbelastung evtl. die Einhaltung der Immissionswerte mit ausreichender Sicherheit festgestellt werden.

Alternativ oder ergänzend kann mittels einer Ausbreitungsrechnung für Gerüche die Zusatzbelastung durch die Asphaltmischanlage und die Mischwasserbehandlung genauer quantifiziert und damit möglicherweise deren Irrelevanz an den Immissionsorten mit ausreichender Sicherheit belegt werden.

Der Fokus der vorliegenden Stellungnahmen liegt auf den beiden konkreten Vorhaben (Asphaltmischanlage und Mischwasserbehandlung). Gemäß der Aufgabenstellung wurde die lufthygienische Relevanz von potentiellen Ansiedlungen auf den restlichen Flächen des B-Plans 203 hier nicht näher betrachtet. Soweit sich jedoch Anhaltspunkte dafür ergeben, dass aus diesen Bereichen relevante Emissionen an Luftschadstoffen oder an Gerüchen zu erwarten sind, sind die hier getroffenen Aussagen zu überprüfen.

7 Zusammenfassung

Im Bereich des Heppenser Grodens ist die Aufstellung des Bebauungsplans 203 vorgesehen. In dessen Geltungsbereich ist die Errichtung eines Asphaltmischwerkes sowie einer Mischwasserbehandlungsanlage geplant.

Im Rahmen der Bauleitplanung ist zu prüfen, ob hinsichtlich der Belange der Luftreinhaltung grundsätzliche, der Aufstellung des B-Plans 203 entgegenstehende Bedenken bestehen können. Als Grundlage für das weitere Vorgehen im Rahmen der Bauleitplanung wurde daher eine Stellungnahme zur Luftreinhaltung erarbeitet. Das Augenmerk sollte dabei auf den beiden genannten, konkreten Vorhaben (Asphaltmischanlage und Mischwasserbehandlung) liegen.

Betrachtungen zur lufthygienische Relevanz von potentiellen Ansiedlungen auf den restlichen Flächen des B-Plans 203 und zur Vorbelastung (durch Verkehr, Bestandsanlagen und durch rechtlich gesicherte Vorhaben ³) sowie die Durchführung von Ausbreitungsrechnungen zur Berechnung der Zusatzbelastung waren hier zunächst nicht vorgesehen.

Entsprechend wurden auf der Basis einer Emissionsabschätzung für das Asphaltmischwerk sowie für die Mischwasserbehandlungsanlage orientierende Aussagen zu deren möglichen immissionsseitigen Auswirkung abgeleitet.

Die wesentlichen Aussagen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es ist davon auszugehen, dass die Zusatzbelastungen durch die beiden Anlagen an NO_x, NO₂, SO₂ und Benzol im Maximum und daher auch an den relevanten Immissionsorten (Wohnbebauung, Büros) deutlich unter den Irrelevanzkriterien der TA Luft liegen werden.
- An den relevanten Immissionsorten (Wohnbebauung, Büros) wird die Zusatzbelastung durch Schwebstaub (PM-10) und Staubniederschlag aller Voraussicht nach ebenfalls irrelevant sein.
- Soweit die Vorbelastung nicht aufgrund lokaler Einflüsse (z.B. Nähe zu verkehrsreicher Straße) signifikant über den großräumig gültigen Werten liegt, erscheint die Einhaltung der Immissionswerte für NO_x, NO₂, SO₂, Benzol, Schwebstaub (PM-10) und Staubniederschlag an den Immissionsorten als gesichert.
- Hinsichtlich dieser in der 22. BImSchV bzw. der TA Luft geregelten Luftschadstoffe sind somit keine unüberwindbaren Hindernisse hinsichtlich der Belange der Luftreinhaltung erkennbar.
- Genauere Untersuchungen zu diesen Luftschadstoffen können daher in die Genehmigungsverfahren verlagert werden.
- Die Zusatzbelastung durch Geruchswahrnehmungen an den relevanten Immissionsorten wird sich voraussichtlich im Bereich weniger Prozent der Jahresstunden bewegen.

³ z.B. Tanklager der NWO, Schlachthof, Entsorgungszentrum, Kläranlage, Ansiedlungen im Bereich des B-Plans 177, Verlängerung Nordgleis, etc.

- Ob die Zusatzbelastung das Irrelevanzkriterium der GIRL einhalten wird, kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht abschließend geklärt werden.
- Zur Einhaltung der Immissionswerte der GIRL an den Immissionsorten kann ohne weitere Untersuchungen keine Aussage getroffen werden.

Im Zuge des weiteren Vorgehens sollten ergänzende Betrachtungen zur Geruchsbelastung unter Berücksichtigung der Vorbelastung und/oder der Ergebnisse einer Ausbreitungsrechnung vorgenommen werden.

Soweit sich Anhaltspunkte dafür ergeben, dass aus den restlichen Flächen des Bebauungsplans 203 relevante Emissionen an Luftschadstoffen oder an Gerüchen zu erwarten sind oder wenn statt der hier untersuchten Anlagen andere realisiert werden sollen, sind die hier getroffenen Aussagen zu überprüfen.

Dipl.-Ing. Till Nürrenbach

8 Literatur, Quellen

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002 S. 3830) zuletzt geändert am 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470)
- [2] 22. BImSchV: Verordnung über Immissionswerte - Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Juni 2007 (BGBl. I Nr. 25 vom 12.06.2007 S. 1006)
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), (GMBI Nr. 25-29 (53), S. 509; vom 30. Juli 2002)
- [4] Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL) – Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen in der Fassung vom 29. Februar 2008 und einer Ergänzung vom 10. September 2008
- [5] Unterlagen und Angaben des Auftraggebers
- [6] Topographische Karten Niedersachsen, M 1:50 000, Landesvermessungsamt (CD-ROM-Version)
- [7] VDI-Richtlinie 2283, Emissionsminderung Aufbereitungsanlagen für Asphaltmischgut (Asphalt-Mischanlagen), Juni 2008
- [8] Deutscher Wetterdienst: Meteorologische Zeitreihe Wilhelmshaven für das repräsentative Jahr 1993, Offenbach
- [9] Lufthygienisches Überwachungssystem Niedersachsen: Jahreswerte 2004-2008;
http://www.umwelt.niedersachsen.de/master/C51136231_N41759079_L20_D0_I598.html
- [10] http://www.umwelt.niedersachsen.de/master/C24082870_N22898469_L20_D0_I598.html
- [11] Prospekt der Firma Amman, http://www.ammann-slovenija.si/fileadmin/pdf/asfaltne_baze_univerzalni_prospekt.pdf
- [12] Wasserwirtschaftsinitiative NRW,
http://wasser.nrw.de/Retentionsbodenfilter_zur_Behandlung_ver.717.0.html
- [13] Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Niederschlagswasserbehandlung durch Retentionsbodenfilteranlagen, November 2008
- [14] GERDA, EDV-Programm zur Abschätzung von Geruchsemissionen aus Anlagen, Programmentwicklung: Ingenieurbüro Dr.-Ing. A. Lohmeyer, Karlsruhe im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg