

---

**Gewerbegebietsentwicklung in Quickborn,  
Abschätzung der Stickstoffdepositionen  
in einem nahe gelegenen FFH-Gebiet  
– ergänzende Untersuchung zur Begrenzung der  
Stickstoffeinträge –**

---

Projektnummer: 15105.01

8. Mai 2019

Im Auftrag von:  
Stadt Quickborn  
Fachbereich Stadtentwicklung  
Rathausplatz 1  
25451 Quickborn

Dieses Gutachten wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt / Objekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.



## Inhaltsverzeichnis

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Anlass und Aufgabenstellung.....        | 2  |
| 2.     | Örtliche Situation .....                | 2  |
| 3.     | Luftschadstoffquellen.....              | 2  |
| 4.     | Grundlagen.....                         | 3  |
| 5.     | Emissionen .....                        | 4  |
| 5.1.   | Kfz-Verkehr .....                       | 4  |
| 5.1.1. | Verkehrsbelastungen .....               | 4  |
| 5.1.2. | Emissionsfaktoren.....                  | 5  |
| 5.1.3. | Ermittlung der Emissionen .....         | 6  |
| 5.2.   | Anlagenbezogene Emissionen .....        | 6  |
| 5.2.1. | Gebäudeheizungen.....                   | 6  |
| 5.2.2. | BHKW-Anlage.....                        | 9  |
| 5.3.   | Emissionen im Untersuchungsgebiet.....  | 10 |
| 6.     | Immissionen .....                       | 12 |
| 6.1.   | Berechnungsverfahren .....              | 12 |
| 6.1.1. | Rechenmodell.....                       | 12 |
| 6.1.2. | Rechengebiet.....                       | 13 |
| 6.1.3. | Quellenmodell.....                      | 14 |
| 6.2.   | Stickstoffdeposition im FFH-Gebiet..... | 15 |
| 7.     | Zusammenfassung .....                   | 15 |
| 8.     | Quellenverzeichnis .....                | 18 |
| 9.     | Anlagenverzeichnis.....                 | I  |

## 1. Anlass und Aufgabenstellung

Die Stadt Quickborn beabsichtigt mit dem Bebauungsplan Nr. 37 Teil 3 die Erweiterung eines bestehenden Gewerbegebietes. In unmittelbarer Nachbarschaft zum Plangebiet befindet sich das FFH-Gebiet DE-2225-303 „Pinnau/Gronau“. Im Rahmen des Bauleitplanverfahrens sind die zu erwartenden Stickstoffdepositionen im Bereich des FFH-Gebietes zu beurteilen und die Verträglichkeit des Gewerbegebietes mit dem Schutz des FFH-Gebietes vor Stickstoffeinträgen sicherzustellen.

Durch den Betrieb des Gewerbegebietes sind Stickstoffemissionen durch die Verkehrserzeugung (insbesondere LKW) und die Gebäudeheizungen zu erwarten.

Hierzu wurde im Rahmen einer Machbarkeitsstudie eine Untersuchung der Stickstoffdepositionen erstellt [33]. Immissionsseitig werden die zusätzlichen Stickstoffeinträge maßgeblich durch die Gebäudeheizungen bestimmt. Um den Schutz des FFH-Gebietes zu gewährleisten, ist eine Begrenzung der Emissionen der Gebäudeheizungen erforderlich.

In einer ergänzenden Untersuchung werden zwei Varianten überprüft, Stickstoffeinträge durch Gebäudeheizungen planungsrechtlich zu begrenzen:

- Variante 1: Festsetzung von flächenbezogenen Stickstoffemissionskontingenten;
- Variante 2: Planung eines BHKW im nordöstlichen Teil des Plangebietes.

## 2. Örtliche Situation

Das geplante Gewerbegebiet ist südwestlich des bestehenden Gewerbegebietes „Hohenbecksmoor“ am Albert-Einstein-Ring [35] vorgesehen und umfasst bislang landwirtschaftlich genutzte Flächen. Westlich und südlich wird das Plangebiet vom Ohlmühlenweg begrenzt.

Die Anbindung des geplanten Gewerbegebietes ist im Nordosten über die Pascalstraße vorgesehen, die zur Anschlussstelle der Bundesautobahn A7 führt.

Im Südosten des Plangebietes befindet sich in etwa 100 m Entfernung die Grenze des FFH-Gebietes DE 2225-303 „Pinnau / Gronau“, das entlang der Gronau verläuft. Zusätzlich werden die relevanten FFH-Lebensraumtypen (91E0 Auwald und 9190 bodensaurer Eichenwald auf Sand) miteinbezogen.

Die genauen Örtlichkeiten sind den Plänen der Anlage A 1 zu entnehmen.

## 3. Luftschadstoffquellen

Luftverunreinigungen führen. Zu diesen primären Luftschadstoffen, die Bestandteil der Abgase sind, zählen im Wesentlichen:

- Stickoxide (in der Regel angegeben als  $\text{NO}_x$ : Summe aus Stickstoffmonoxid  $\text{NO}$  und Stickstoffdioxid  $\text{NO}_2$ ),

- Kohlenmonoxid (CO),
- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>),
- Kohlenwasserstoffe (HC, darunter Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), Toluol (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) und Xylol (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>)),
- Partikel (PM, darunter Dieselruß und Feinstaub) und
- Blei (Pb).

Die Stickoxide im Abgas setzen sich in der Regel zu mehr als 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und weniger als 10 % aus Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zusammen. Auf dem Ausbreitungsweg in der Atmosphäre wird das Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert, wobei eine Vielzahl von chemischen Reaktionen möglich ist (s. hierzu z.B. [1]). Der wichtigste Umwandlungsprozess von NO in der Atmosphäre ist die Oxidation durch Ozon (O<sub>3</sub>). Die Reaktion läuft relativ schnell ab, so dass im straßennahen Bereich ein großer Teil des als natürliches Spurengas in der Luft vorhandenen Ozons aufgebraucht wird. Bei Sonnenlicht kann sich NO<sub>2</sub> durch Photolyse wieder in NO und O<sub>3</sub> umwandeln.

Weiterhin ist auch Ammoniak im Abgas enthalten. Dies ist für die Ermittlung der Stickstoffdeposition relevant.

Die relevanten Emissionen der Gebäudeheizungen sind durch NO<sub>x</sub> gegeben.

## 4. Grundlagen

Unter Deposition wird die Ablagerung eines Spurenstoffes an einer Grenzfläche der Atmosphäre, z.B. Erdboden, Gebäudeoberfläche verstanden. Man unterscheidet zwischen *trockener Deposition* durch Anhaften, zufällige Berührung oder Sedimentation (Absinken von Aerosolen infolge der Schwerkraft) und *nasser Deposition* infolge von Niederschlag ([22]/[24]).

Die atmosphärische Deposition ist ein komplexer, aus vielen Einzelmechanismen bestehender Vorgang. Größere Partikel und Tropfen folgen der Schwerkraft und sedimentieren. Kleinere schwebende Partikel werden mit den Turbulenzen der Luftströmungen auf Oberflächen abgelagert. Gase werden an feuchten Oberflächen gelöst oder von trockenen Oberflächen adsorbiert. Eine detaillierte Beschreibung der physikalischen Prozesse, die bei der trockenen und nassen Deposition eine Rolle spielen, ist außerordentlich komplex und Gegenstand aktueller Forschungen. Für praktische Anwendungen wird daher meist auf ein einfaches Modellkonzept zurückgegriffen.

Trockene atmosphärische Deposition ist die Ablagerung oder Absorption von festen Partikeln, kleinen flüssigen Partikeln (Nebel- und Wolkentröpfchen) und Gasen aus der Luft heraus an Grenzflächen wie z.B. dem Erdboden, Pflanzen und bebauten Flächen. Die physikalischen Prozesse, die bei der trockenen Deposition eine Rolle spielen, sind der Transport der Schadstoffe zur Oberfläche und die Aufnahme in diese. Der Transport wird von den Turbulenzeigenschaften der oberflächennahen Luftschicht bestimmt, die Aufnahme hängt, insbesondere bei pflanzlichem Bewuchs, von einer ganzen Reihe von Parametern ab, wie

der Pflanzenart, der Oberflächenfeuchte, der Jahres- und Tageszeit und den Konzentrationen bereits absorbiertes Spurenstoffe. Der Vorgang des Austrags und der Ablage von Stoffen durch kleine flüssige Partikel (Tröpfchen) wird auch gesondert als feuchte atmosphärische Deposition bezeichnet.

Nasse atmosphärische Deposition ist der Austrag von gelösten und ungelösten (an Partikeln haftenden) Substanzen durch wässrige Niederschläge wie Regen, Schnee und Hagel. Neben der Niederschlagsmenge hängt der Bodeneintrag vom Transport der Spurenstoffe zur Oberfläche und von den Lösungseigenschaften ab.

Die Beurteilung der Deposition in empfindlichen Gebieten erfolgt auf Grundlage von nutzungsabhängigen kritischen Stoffeinträgen („critical loads“) [19]-[20]. Sofern die critical loads aufgrund der vorhandenen Vorbelastungen bereits überschritten werden, sind in der Regel zum Schutz der FFH-Gebiete keine relevanten zusätzlichen Einträge zulässig. Die Irrelevanzgrenze liegt in der Regel in Anlehnung an die TA Luft bei einem Zusatzeintrag von bis zu 3 % des critical load-Wertes. Dies wurde auch in der aktuellen Rechtsprechung bestätigt [8]. Bei Unterschreiten dieser Schwelle können Beeinträchtigungen von FFH-Lebensraumtypen ausgeschlossen werden. Diese ist jedoch durch ggf. kumulativ einwirkende Vorhaben insgesamt einzuhalten.

Im Rahmen eines aktuellen Forschungsvorhabens der Bundesanstalt für Straßenwesen wurde ein Verfahren zur Bewertung straßenverkehrsbedingter Nährstoffeinträge in empfindliche Biotope erarbeitet [29]. Dem entsprechend wird die Anwendung eines unteren Abschneidekriteriums von  $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$  empfohlen (Irrelevanzschwelle). Bei vorhabenbezogenen Stickstoffeinträgen unterhalb dieses Wertes wäre das Vorhaben dann grundsätzlich zulässig. Dieser Wert stützt sich direkt auf einen Fachkonventionsvorschlag zur Erheblichkeitsbeurteilung. Die zusätzliche Menge an vorhabenbedingten Stickstoffeinträgen ist bis zu dieser Schwelle weder durch Messungen empirisch nachweisbar noch wirkungsseitig relevant und damit nach den Maßstäben der praktischen Vernunft und der Verhältnismäßigkeit irrelevant. Der Wert von  $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$  ist unabhängig von einem critical load.

## **5. Emissionen**

### **5.1. Kfz-Verkehr**

#### **5.1.1. Verkehrsbelastungen**

Als Eingangsdaten für die Berechnung der Luftschadstoffbelastungen werden geeignete Straßenverkehrsbelastungen als DTV (Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an allen Tagen des Jahres) und die maßgeblichen LKW-Anteile benötigt. Dabei wird die Verteilung auf PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF: Kfz bis 3,5 t) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF: Kfz über 3,5 t) unterschieden.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die durch das Planvorhaben zusätzlichen Verkehrsbelastungen ermittelt. Die Abschätzung der Verkehrserzeugung durch das

Gewerbegebiet erfolgte unter Berücksichtigung der Gebietsgröße gemäß Bosserhoff [18]. Dabei wurde von Gewerbebetrieben mit Produktion ausgegangen.

Bei den ermittelten LKW wurden zur sicheren Seite alle Fahrzeuge als schwere Nutzfahrzeuge (SNF) eingestuft.

Eine Zusammenstellung der Verkehrserzeugung sowie der Verkehrsbelastungen (Zusatzverkehre) sind den Anlagen A 2.1.2 und A 2.1.3 zu entnehmen.

### **5.1.2. Emissionsfaktoren**

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren der Kfz-Abgase wird die aktuelle Fassung des „Handbuchs Emissionsfaktoren“ [9] herangezogen (HBEFA, Version 3.3, April 2017).

Die Emissionsfaktoren hängen u. a. von folgenden Parametern ab:

- Fahrzeugkategorien und -zusammensetzungen;
- Verkehrssituation (Gebiet (städtisch/ländlich), Straßentypen, Geschwindigkeiten, Verkehrszustand, Steigung/Gefälle);
- Umgebungstemperatur, Längsneigung, Laufleistung, Anteil Klimaanlage etc.;
- Bezugsjahr.

Das EDV-Programm „Handbuch Emissionsfaktoren“ berechnet die Emissionen für unterschiedliche Straßentypen und Verkehrssituationen. Darin sind je nach Bezugsjahr entsprechende Verteilungen der Fahrleistungsgewichte (Zusammensetzung der Fahrzeugflotte) sowie typische Temperaturganglinien und Kaltstarthäufigkeiten angegeben, die bei Fehlen exakter Zählzeiten verwendet werden können.

Die Emissionsfaktoren hängen zum Teil erheblich vom Bezugsjahr ab, das für die Berechnung zugrunde gelegt wird, da sich die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte nach Alter, Motorenkonzept und Abgas-Norm ändert. Das „Handbuch Emissionsfaktoren“ legt daher je nach Bezugsjahr eine entsprechende Prognoseverteilung der Fahrzeugflotte zugrunde. Zusätzlich werden absehbare bzw. bereits gesetzlich beschlossene Verbesserungen der Kraftstoffqualitäten berücksichtigt.

In der vorliegenden Untersuchung wird zur Ermittlung der Emissionsfaktoren das Bezugsjahr 2020 zugrunde gelegt. Dabei wird der Anteil durch den Betrieb von Kfz-Klimaanlagen eingerechnet (Mittelwert gemäß Handbuch Emissionsfaktoren).

Hinsichtlich der Eingangsdaten für die Verkehrsbelastungen wird die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) benötigt. Für die Tagesgänge wurden Verteilungen gemäß Zählungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zugrunde gelegt, die für das Untersuchungsgebiet repräsentativ sind.

Die Basisemissionsfaktoren aus dem „Handbuch Emissionsfaktoren“ finden sich in der Anlage A 3.1. Die relevanten Verkehrssituationen für die Ermittlung der Emissionen sind in der Anlage A 2.2 aufgeführt. Die Emissionen des berücksichtigten Straßennetzes sind in der

Anlage A 2.4 aufgeführt. Die Emissionen sind als mittlere Emissionsfaktoren je Kfz und Kilometer für den entsprechenden Straßenabschnitt angegeben.

Die für die Stickstoffdeposition maßgebenden Schadstoffe im Abgas sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen und in deutlich geringerem Maße die NH<sub>3</sub>-Emissionen. Aufgrund der hohen Depositionsgeschwindigkeit und der damit verbundenen Depositionsrate wird NH<sub>3</sub> jedoch explizit einbezogen (vgl. Tabelle 2 in Abschnitt 6.1.1).

### **5.1.3. Ermittlung der Emissionen**

Im Rahmen dieser Untersuchung werden alle relevanten Straßenabschnitte als maßgebliche Quellen berücksichtigt, soweit innerhalb des Rechengebietes liegen. (s. Anlage A 1.1) Dies umfasst die Anbindung an die Anschlussstelle der Bundesautobahn A7 über die Pascalstraße. Eine Zusammenstellung der Straßenabschnitte sowie der Verkehrssituationen zur Ermittlung der Emissionsfaktoren zeigen die Anlagen A 2.1.3 und A 2.2.

Für alle weiteren Straßenabschnitte ist nicht anzunehmen, dass sie durch die zusätzlichen Verkehre des Planvorhabens maßgeblich genutzt werden. Diese können somit vernachlässigt werden.

Die Emissionsfaktoren der einzelnen Straßenabschnitte und die sich ergebenden Gesamtemissionen pro Jahr sind in der Anlage A 2.4 zusammengestellt.

Zur Ermittlung der Emissionen durch Kfz-Fahrten auf dem Betriebsgelände wird das „Handbuch Emissionsfaktoren“ des Umweltbundesamtes [9] herangezogen. Hierin sind zusätzlich (Kalt-) Startzuschläge verfügbar.

Für die Fahrstrecken der Zu- und Abfahrten sowie auf den Betriebsflächen wird das Fahrmuster „Innerorts, Stop+Go“ angenommen. Die Betriebsflächen wurden modellbedingt in Teilflächen aufgeteilt. Für die Fahrwege wurden mittlere Streckenlängen pro Fahrzeug berücksichtigt.

Weiterhin werden Startzuschläge berücksichtigt. Zur sicheren Seite wurde für jeden PKW und LKW ein Kaltstartzuschlag vergeben.

Die Basisemissionsfaktoren auf den Betriebsflächen sind der Anlage A 3.1 zu entnehmen. Die Emissionen der geplanten Gewerbeflächen sind in der Anlage A 3.2 zu finden. Die jährlichen Gesamtemissionen sind in der Anlage A 3.3 zusammengestellt.

## **5.2. Anlagenbezogene Emissionen**

### **5.2.1. Gebäudeheizungen**

Für die Ermittlung der Emissionen aus den Gebäudeheizungen im Plangebiet wurde exemplarisch von einem durchschnittlich erforderlichen Wärmebedarf von 200 kWh/(m<sup>2</sup> a) ausgegangen, wobei als Bezugsgröße die Grundflächen aller Geschosse zugrunde gelegt wurden.



Dies stellt lediglich eine grobe Abschätzung dar, da derzeit nicht abzusehen ist, welcher Heizbedarf konkret für jedes Gebäude erforderlich ist. Für neue Wohngebäude ist typischerweise von etwa 200 kWh/(m<sup>2</sup> a) und weniger auszugehen. Für Produktions- und Lagerhallen ist der Heizbedarf sehr unterschiedlich und abhängig von verschiedenen Parametern (Volumen, Innentemperatur, Isolierung, Luftwechsel). Einige mit einem Berechnungsprogramm [32] ermittelte Werte für den Wärmebedarf bei verschiedenen Parametern finden sich in der Anlage A 3.4.3. Es zeigt sich, dass der gewählte Ansatz von 200 kWh/(m<sup>2</sup> a) mit hinreichender Wärmedämmung erreicht werden kann. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen werden gemäß den Grenzwerten der 1. BImSchV [4] für Erdgas angesetzt. Die Größe der Heizungsanlage wird mit über 400 kW angenommen. Für den Wärmebedarf von 200 kWh/(m<sup>2</sup> a) ergibt sich aus dem Grenzwert von 120 mg/kWh eine NO<sub>x</sub>-Emission von 24 g/(m<sup>2</sup> a).

Es wird von einer Grundflächenzahl von 0,8 und fünf Geschossen ausgegangen [34]. Es stellt sich heraus, dass immissionsseitig die zusätzlichen Stickstoffeinträge maßgeblich durch die Gebäudeheizungen bestimmt werden. Um bei maximal zulässiger Bebauung und dem angesetzten Wärmebedarf immissionsseitig das Abschneidekriterium für den Stickstoffeintrag einhalten zu können, ist eine Einschränkung der Geschossigkeit der Bebauung erforderlich. In der ergänzenden Untersuchung werden alternativ dazu zwei Varianten überprüft, Stickstoffeinträge durch Gebäudeheizungen planungsrechtlich zu begrenzen:

- **Variante 1: Festsetzung von flächenbezogenen Stickstoffemissionskontingenten:** Auf der Grundlage eines Rahmenkonzeptes werden differenziert für die Bauflächen flächenbezogene Stickstoffemissionen für die Gebäudeheizungen ermittelt, die mit dem Schutz des FFH-Gebietes vor Stickstoffeinträgen verträglich sind. Die Untersuchung erfolgt für unterschiedlich hohe flächenbezogene Stickstoffemissionen für die einzelnen Bauflächen. Als mögliche Schornsteinhöhen werden alternativ 18 m und 10 m in die Untersuchung einbezogen.
- **Variante 2: Planung eines BHKW im nordöstlichen Teil des Plangebietes:** Es wird eine zentrale Wärmeversorgung mit einem Blockheizkraftwerk untersucht, dessen Standort sich im Abstand zum FFH-Gebiet befindet. Die Stickstoffdeposition im FFH-Gebiet wird berechnet. Zugrunde gelegt wird der Lastbetrieb für das maximal mögliche Bauvolumen. Dabei wird von einem exemplarischen Wärmeenergiebedarf von 200 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die Grundfläche aller Geschosse ausgegangen. Ergänzend wird eine Teilbebauung von betrachtet. Die Schornsteinhöhe wird mit 20 m angesetzt.

Bei einem Wärmebedarf von 200 kWh/(m<sup>2</sup> a) ergibt sich für ein Vollgeschoss ein benötigtes Kontingent von 24 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, bezogen auf die bebaute Grundfläche. In Bezug auf die gesamte ausgewiesene Baufläche (mit der Grundflächenzahl von 0,8) entspricht das 19,2 g/(m<sup>2</sup>a) je Vollgeschoss. Im Folgenden werden die Emissionskontingente aufgerundet als Vielfaches von 20 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> gewählt. Damit wird der Wärmebedarf von 200 kWh/(m<sup>2</sup> a) bei vollständiger Bebauung für die entsprechende Anzahl Vollgeschosse abgedeckt.

Dementsprechend wurden für die Variante 1 drei Lastfälle folgendermaßen gewählt und hierfür mögliche Emissionskontingentierungen (jeweils auf die gesamte Baufläche bezogen) ermittelt:

- **Lastfall 1: Gebäudeheizungen im nördlichen Teilbereich** (Flächenquellen fq1 bis fq9 in Anlage A 1.2); südlich keine NO<sub>x</sub>-Emission aus Gebäudeheizungen bzw. keine beheizten Gebäude:
  - **Emissionskontingentierung 1.1** mit einem flächenbezogenen Kontingent von 100 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> und einer Schornsteinhöhe von 18 m (entsprechend einem Wärmebedarf von fünf Vollgeschossen, wenn die Grundflächenzahl von 0,8 voll ausgeschöpft wird);
- **Lastfall 2: Gebäudeheizungen im nördlichen und südöstlichen Teilbereich:** Flächenquellen fq1 bis fq9 und fq11 bis fq13 in Anlage A 1.2, südwestlicher Abschnitt ohne Gebäudeheizungen (Flächenquelle fq10):
  - **Emissionskontingentierung 2.1** mit einem flächenbezogenen Emissionskontingent von 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> im nördlichen Teilbereich (zwei Vollgeschosse) und 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> südöstlich (drei Vollgeschosse) bei einer Schornsteinhöhe von 10 m (entspricht Lastfall 2 der vorhergehenden Untersuchung [33]);
  - **Emissionskontingentierung 2.2** mit flächenbezogenen Kontingenten von 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> im nördlichen und 20 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> im südöstlichen Teilbereich (ein Vollgeschoss), Schornsteinhöhe ebenfalls 10 m (umfasst Lastfall 1 der vorhergehenden Untersuchung);
  - **Emissionskontingentierung 2.3** mit einer Schornsteinhöhe 18 m und flächenbezogenen Kontingenten von 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> im nördlichen Teilbereich (drei Vollgeschosse) und 100 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> südöstlich (fünf Vollgeschosse).
- **Lastfall 3: Gebäudeheizungen im nördlichen, südöstlichen und westliche Teilbereich:**
  - **Emissionskontingentierung 3.1:** Schornsteinhöhe 10 m, nördlicher und südöstlicher Teilbereich mit einem flächenbezogenen Kontingent von 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> (zwei Vollgeschosse), im südwestlichen Teilbereich 20 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> (ein Vollgeschoss) kontingentiert (entspricht Lastfall 3 der vorhergehenden Untersuchung);
  - **Emissionskontingentierung 3.2:** Schornsteinhöhe 18 m, nördlicher Teilbereich mit einem flächenbezogenen Kontingent von 80 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> (vier Vollgeschosse), südöstlicher Teilbereich mit 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> (zwei Vollgeschosse) und südwestlicher Teilbereich 20 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> flächenbezogenem Kontingent (ein Vollgeschoss);
  - **Emissionskontingentierung 3.3:** Schornsteinhöhe 18 m, nördlicher und südöstlicher Teilbereich mit einem flächenbezogenen Kontingent von 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> (drei Vollgeschosse), im südwestlichen Teilbereich 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> flächenbezogenes Kontingent (zwei Vollgeschosse).

In der Anlage A 3.5 sind die ermittelten NO<sub>x</sub>-Emissionen für die insgesamt sieben Kontingentierungen der Variante 1 tabellarisch zusammengestellt. Für die Emissionskontingentierung 2.3 ergeben sich dabei die höchsten Emissionen.

## 5.2.2. BHKW-Anlage

In der Variante 2 ist eine zentrale Energieversorgung des Gewerbegebietes mit einer BHKW-Anlage vorgesehen. Der Leistungsbedarf liegt bei einer vollständigen Bebauung auf einer Fläche von ca. 100.000 m<sup>2</sup> mit fünf Vollgeschossen bei insgesamt etwa 20 MW.

Hierzu wird exemplarisch eine Gesamtanlage mit 10 BHKW-Modulen mit je 2 MW für die Emissionsermittlung zugrunde gelegt (Variante 2a).

Alternativ wird der Betrieb einer Heizkesselanlage mit 2 Kesseln zu 8 MW und zwei BHKW-Modulen mit je 2 MW untersucht. Hier werden weniger Emissionen freigesetzt (Variante 2b).

Es werden die in der Anlage A 3.6 zusammengestellten Eingangsdaten berücksichtigt. Diese entsprechen repräsentativen Werten, wie sie bei anderen Anlagen ermittelt worden sind.

Für die Berechnung der Schornsteinhöhe sind hinsichtlich der Betriebsparameter und Emissionen gemäß TA Luft jeweils die Werte zu verwenden, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben. Für das geplante BHKW-Modul werden zunächst die Grenzwerte für Verbrennungsmotoranlagen gemäß 5.4.1.4 TA Luft (2002) herangezogen (siehe Anlage A 3.6.1). Dieser beträgt für Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) 500 mg/m<sup>3</sup>. Für erdgasbetriebene Heizkessel ist im Referententwurf der neuen TA Luft [7] ein Grenzwert für Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) von 100 mg/m<sup>3</sup> vorgesehen, der angesetzt wird.

Die bei Verbrennungsprozessen entstehenden Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> setzen sich in der Regel zu etwa 95 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und 5 % aus Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zusammen. Auf dem Ausbreitungsweg in der Atmosphäre wird das Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert, wobei eine Vielzahl von chemischen Reaktionen möglich ist. Dementsprechend wird für die Zusammensetzung des Abgases von 95 % NO und 5 % NO<sub>2</sub> ausgegangen. Für den Umwandlungsgrad ist gemäß Nr. 5.5.3 TA Luft von 60 % auszugehen.

In der Anlage A 3.6.3 sind die Emissionen der Gesamtanlage für die maßgeblichen Abgasbestandteile unter Berücksichtigung der S-Werte gemäß Anhang 7 zur TA Luft zusammengestellt. Im vorliegenden Fall sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen für die Berechnung der Schornsteinhöhen maßgebend, da sich die höchsten Emissionsmassenströme Q/S ergeben.

Die Ableitung der Abgase wird über einen mehrzügigen Schornstein (ein Zug je Aggregat) angenommen. Für einen mehrzügigen Schornstein werden dem üblichen Verfahren entsprechend die Volumen- und Massenströme addiert und es wird ein fiktiver äquivalenter Schornsteindurchmesser gebildet, der sich im vorliegenden Fall bei einem Durchmesser von 0,5 m je BHKW zu 1,58 m errechnet. Für die Heizkessel wird von jeweils 0,6 m Durchmesser Schornsteinzug ausgegangen, insgesamt ergibt sich damit für zwei BHKW-Module und zwei Heizkessel ein fiktiver äquivalenter Schornsteindurchmesser von 1,10 m.

Die erforderliche Schornsteinhöhe nach TA Luft (2002) beträgt in der Variante 2a ohne Reduktion der Stickstoffemissionen der BHKW-Module 48,2 m. Bei einer Reduzierung der

Stickstoffemissionen um 50 %, die immissionsseitig nötig ist, liegt die erforderliche Schornsteinhöhe bei 31,0 m. Für die Variante 2b ergibt sich eine Schornstein-Mindesthöhe von 28,3 m. Dabei wurde jeweils ein mittleres Immissionsniveau (mittlere Höhe der geschlossenen Bebauung bzw. des geschlossenen Bewuchses) für das Untersuchungsgebiet von 12 m berücksichtigt und zur sicheren Seite von einer exemplarischen Abgastemperatur von 70 °C an der Schornsteinmündung ausgegangen.

Im Folgenden werden zur sicheren Seite nur eine Schornsteinhöhe von 20 m und weiterhin eine Abgastemperatur von 70 °C zugrunde gelegt.

Es zeigt sich, dass bei einem Betrieb ausschließlich mit BHKW-Modulen (Variante 2a) eine Reduzierung der Stickstoffemissionen um 50 % erforderlich ist. Ohne zusätzliche Abgasreinigungsanlage oder einer Abgasreinigung mit einer Reduktion von 25 % kann immissionsseitig das Abschneidekriterium nicht eingehalten werden, auch nicht bei einer Schornsteinhöhe von 48,2 m, welche sich als Mindesthöhe aus einer Schornsteinhöhenberechnung ohne zusätzliche Abgasreinigung ergibt (unter Berücksichtigung eines mittleren Immissionsniveaus (mittlere Höhe der geschlossenen Bebauung bzw. des geschlossenen Bewuchses) für das Untersuchungsgebiet von 12 m).

Bei einem Betrieb zusammen mit Heizkesseln (Variante 2b) ist eine zusätzliche Abgasreinigung nicht erforderlich.

Die für die anschließende Ausbreitungsrechnung erforderlichen Eingangsdaten sind in der Anlage A 3.6.5 aufgeführt.

### **5.3. Emissionen im Untersuchungsgebiet**

Zur Abschätzung der Größe der Luftschadstoff-Emissionen durch Quellen innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden die gesamten planbedingten Zusatzemissionen bilanziert. Dabei wurden die einzelnen Quellbereiche zum Vergleich detailliert angegeben. Dazu zählen die Emissionen der öffentlichen Straßen, die Emissionen des Kfz-Verkehrs auf dem Betriebsgelände und die Gebäudeheizungen.

Die sich ergebenden jährlichen Gesamtemissionen sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Es zeigt sich, dass die maßgeblichen Emissionen bei der Schadstoffkomponente NO<sub>x</sub> durch die geplanten Gebäudeheizungen gegeben sind. Die Kfz-Fahrten auf den öffentlichen Straßen und dem Betriebsgelände tragen in deutlich geringerem Maße zu den NO<sub>x</sub>-Zusatzemissionen bei.

Im Gegensatz zu den NO<sub>x</sub>-Emissionen mit insgesamt zwischen 6 t/a (Variante 1 Kontingenzierung 2.2) und 61 t/a (Variante 2a BHKW mit 50 % Reduktion) sind die NH<sub>3</sub>-Emissionen mit lediglich etwa 0,06 t/a als sehr gering anzusehen. Diese werden dabei maßgeblich durch den Straßenverkehr bestimmt. Von den Gebäudeheizungen sind keine relevanten NH<sub>3</sub>-Emissionen zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Zusatzemissionen im Untersuchungsgebiet durch das geplante Vorhaben (Tonnen pro Jahr)

| Schadstoff / Quellgruppe         | Variante 1<br>Kontingen-<br>tierung 1.1 | Variante 1<br>Kontingen-<br>tierung 2.1 | Variante 1<br>Kontingen-<br>tierung 2.2 | Variante 1<br>Kontingen-<br>tierung 2.3 | Variante 1<br>Kontingen-<br>tierung 3.1 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|
|                                  | Emissionen<br>[t/a]                     | Emissionen<br>[t/a]                     | Emissionen<br>[t/a]                     | Emissionen<br>[t/a]                     | Emissionen<br>[t/a]                     |
| <b>Stickoxide (NOx)</b>          |   |   |   |   |   |
| Straßen                          | 1,341                                   | 1,341                                   | 1,341                                   | 1,341                                   | 1,341                                   |
| Betriebsgelände                  | 0,200                                   | 0,200                                   | 0,200                                   | 0,200                                   | 0,200                                   |
| Gebäudeheizungen                 | 5,604                                   | 5,342                                   | 4,396                                   | 5,853                                   | 4,734                                   |
| Summe                            | 7,145                                   | 6,883                                   | 5,937                                   | 7,394                                   | 6,275                                   |
| <b>Ammoniak (NH<sub>3</sub>)</b> |   |   |   |   |   |
| Straßen                          | 0,054                                   | 0,054                                   | 0,054                                   | 0,054                                   | 0,054                                   |
| Betriebsgelände                  | 0,001                                   | 0,001                                   | 0,001                                   | 0,001                                   | 0,001                                   |
| Gebäudeheizungen                 | -                                       | -                                       | -                                       | -                                       | -                                       |
| Summe                            | 0,055                                   | 0,055                                   | 0,055                                   | 0,055                                   | 0,055                                   |

| Schadstoff / Quellgruppe         | Variante 1<br>Kontingen-<br>tierung 3.2 | Variante 1<br>Kontingen-<br>tierung 3.3 | Variante 2a<br>BHKW (50 %<br>Reduktion) | Variante 2b<br>BHKW und<br>Heizkessel |
|----------------------------------|---|---|---|---------------------------------------|
|                                  | Emissionen<br>[t/a]                     | Emissionen<br>[t/a]                     | Emissionen<br>[t/a]                     | Emissionen<br>[t/a]                   |
| <b>Stickoxide (NOx)</b>          |   |   |   |                                       |
| Straßen                          | 1,341                                   | 1,341                                   | 1,341                                   | 1,341                                 |
| Betriebsgelände                  | 0,200                                   | 0,200                                   | 0,200                                   | 0,200                                 |
| Gebäudeheizungen                 | 6,976                                   | 7,314                                   | 59,937                                  | 29,148                                |
| Summe                            | 8,517                                   | 8,855                                   | 61,478                                  | 30,689                                |
| <b>Ammoniak (NH<sub>3</sub>)</b> |   |   |   |                                       |
| Straßen                          | 0,054                                   | 0,054                                   | 0,054                                   | 0,054                                 |
| Betriebsgelände                  | 0,001                                   | 0,001                                   | 0,001                                   | 0,001                                 |
| Gebäudeheizungen                 | -                                       | -                                       | -                                       | -                                     |
| Summe                            | 0,055                                   | 0,055                                   | 0,055                                   | 0,055                                 |

## 6. Immissionen

### 6.1. Berechnungsverfahren

#### 6.1.1. Rechenmodell

In der Nähe von niedrig liegenden Quellen wird der Stickstoffeintrag in der Regel durch die trockene Deposition bestimmt. Bei hohen Quellen (Schornsteinen) kann demgegenüber im Nahbereich die nasse Deposition durch Auswaschvorgänge überwiegen. Demensprechend wurde neben den Berechnungen für die trockene Deposition auch die nasse Deposition abgeschätzt.

Zur Einstufung der Größenordnung der nassen Deposition wurden der trockene und der nasse Depositionsfluss nach VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 [24] für Stickstoff abgeschätzt. Dabei wurde die mittlere jährliche Niederschlagsmenge für den Standort Lübeck-Blankensee mit etwa 700 mm/a zugrunde gelegt [31]. Die Berechnung einer typischen vertikalen Verteilung der Schadstoffkonzentrationen erfolgte mit dem Programm AUSTAL2000 und anschließender Berechnung der nassen Deposition unter Berücksichtigung der Auswaschraten gemäß VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 [24]. Im vorliegenden Fall ergibt sich für alle Quellen, dass das Verhältnis von nasser zu trockener Deposition für  $\text{NO}_x$  mit unter 1% sehr gering ausfällt. Die nasse Deposition trägt somit nicht relevant zur Gesamtdeposition bei und wird im Folgenden vernachlässigt.

Die trockene Deposition wird durch Depositionsgeschwindigkeiten bestimmt, die stoffspezifisch sind und von der Nutzung der Landschaft abhängen. Hierzu stehen Ansätze in der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 [24] zur Verfügung. Aktuelle Werte für die Depositionsgeschwindigkeiten, differenziert nach Landnutzungsklassen gemäß dem CORINE-Kataster, wurden für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes ermittelt [15]-[16] und für die Anwendung empfohlen. Letztere Daten sind derzeit jedoch in der Diskussion, so dass im Folgenden die verifizierten Depositionsgeschwindigkeiten der VDI 3782, Blatt 5 zugrunde gelegt werden.

Die Berechnung der Schadstoffdeposition erfolgte mithilfe des Programms AUSTAL2000 für die Schadstoffkomponenten Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Bei der Ausbreitungsrechnung wurden für die Stickoxide und für Ammoniak entsprechenden Depositionsgeschwindigkeiten zugrunde gelegt (siehe Tabelle 19). Für  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$  wurden die Depositionsgeschwindigkeiten für die Mesoskala berücksichtigt, da landnutzungsabhängige Werte in der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 nicht zur Verfügung stehen. Die Deposition von  $\text{NH}_3$  wurde mit einer Depositionsgeschwindigkeit von 1,0 cm/s gemäß TA Luft berechnet, um den Schadstoffaustrag auf dem Ausbreitungsweg, wo noch kein Wald mit höherer Depositionsrate vorliegt, nicht zu überschätzen. Die Ammoniaketräge bezogen auf das Waldgebiet wurden anschließend mit dem Faktor 2 auf die Depositionsgeschwindigkeit von 2,0 cm/s umgerechnet [17].

Die vom Modell berechneten  $\text{NO}_x$ - und Ammoniakdepositionen werden aus den jeweiligen Stickstoffmassenanteilen in Stickstoffdepositionen umgerechnet.

Tabelle 2: Stickstoff Depositionsgeschwindigkeiten  $v_d$  [cm/s] gemäß VDI 3782, Blatt 5

| Schadstoffkomponente  | Depositionsgeschwindigkeit $v_d$ [cm/s] |           |
|---|---|-----------|
|   | Wald                                    | Mesoskala |
| Stickstoffmonoxid (NO)  | —                                       | 0,05      |
| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )   | —                                       | 0,30      |
| Stickoxide (NO <sub>x</sub> ), Anteil NO <sub>2</sub> an NO <sub>x</sub> etwa 70% | —                                       | 0,23      |
| Ammoniak (NH <sub>3</sub> )   | 2,0                                     | 1,2       |

Bei der Berechnung der Stickstoffdepositionen aus der NO<sub>x</sub>-Belastung wird die Verteilung der NO- und NO<sub>2</sub>-Anteile benötigt, da die Depositionsgeschwindigkeiten unterschiedlich sind. Aktuelle Messwerte zeigen für die großräumige Hintergrundbelastung abseits von Hauptverkehrsstraßen einen NO<sub>2</sub>-Anteil von etwa 70 % bis 75 %, während der NO<sub>2</sub>-Anteil an straßenverkehrsexponierten Standorten mit etwa 30 % deutlich niedriger liegt.

Im Folgenden wird für die Zusatzbelastungen im Untersuchungsgebiet zur sicheren Seite von einem mittleren Umwandlungsgrad von 70 %, d.h. einem NO<sub>2</sub>-Anteil von 70 % ausgegangen. Die NO<sub>2</sub>/NO-Verteilung von 70:30 wird für die Ableitung einer mittleren Depositionsgeschwindigkeit für die NO<sub>x</sub>-Belastungen zugrunde gelegt.

Für das gesamte Untersuchungsgebiet ist der Einfluss von Bebauung vernachlässigbar. Straßenschluchten oder besonders dichte und hohe Bebauung entlang der maßgebenden Quellen, die die Luftströmungen relevant behindern könnten, sind nicht vorhanden. Hinsichtlich der Berücksichtigung nicht detailliert aufgelöster Bebauung sowie des Bewuchses wurde eine Rauheitslänge  $z_0$  von 1 m in Ansatz gebracht, welche in der TA Luft für nicht durchgängig städtische Prägung und Industrie- und Gewerbeflächen empfohlen wird.

Bei der Ausbreitungsrechnung wurden die standortspezifischen meteorologischen Daten für ein repräsentatives Jahr berücksichtigt („AKTerm“, s. Anlage A 4).

Die Qualität bzw. die Standardabweichung der Simulationsergebnisse mit AUSTAL2000 hängt von der Anzahl der bei der Simulation berücksichtigten Teilchen ab. Die Anzahl der Teilchen kann durch die Wahl des Berechnungsparameters „Qualitätsstufe“ beeinflusst werden. Im vorliegenden Fall wurde die Qualitätsstufe QS = 2 gewählt, die zu ausreichend niedrigen Standardabweichungen im Bereich der maßgebenden Straßenrandbebauung führt. Dies wurde in Voruntersuchungen geprüft. Die Genauigkeitsanforderungen der TA Luft hinsichtlich der statistischen Unsicherheiten werden eingehalten.

### 6.1.2. Rechengebiet

Da Zeitreihenberechnungen mit AUSTAL2000 sehr zeitaufwändig sind, insbesondere bei Berücksichtigung von Bebauung und Geländetopografie, muss bei der Festlegung des Rechengebietes ein Kompromiss zwischen Auflösung und Rechenzeit gefunden werden.

Um das FFH-Gebiet und die nahegelegenen Quellen noch hinreichend aufzulösen, gleichzeitig auch die Straßenanbindung zur Autobahn noch zu erfassen, wird mit zwei ineinander geschachtelten Rechengittern gearbeitet.

Das äußere Rechengebiet umfasst das geplante Gewerbegebiet und die Autobahnanchlussstelle. Zum Schutz der Vegetation schließt das Rechengebiet den angrenzenden östlichen Teil des FFH-Gebiets DE 2225-303 „Pinnau / Gronau“ mit ein. Die Maschenweite des Untersuchungsgebietes beträgt 10 m mit einer Ausdehnung von 3.000 m x 2.000 m.

Das innere Rechengebiet verfügt über eine Auflösung von 5 m und erstreckt sich über eine Fläche von 1.500 m x 1.250 m.

Vertikal wurde das Standardgitter gemäß AUSTAL2000 angepasst. Die für die Auswertung maßgebende Höhe liegt in der untersten Gitterzelle mit einer mittleren Höhe von 1,5 m.

Die Lage des Rechengebietes kann der Anlage A 1 entnommen werden.

### 6.1.3. Quellenmodell

Bei der Modellerstellung wurden folgende Teilquellbereiche unterschieden:

- Kfz-Fahrten und Parkvorgänge auf dem Betriebsgelände: Flächenquellen;
- Fahrten auf der öffentlichen Straße: Linienquellen;
- Gebäudeheizungen in der Variante 1: Flächenquellen;
- BHKW in der Variante 2: Punktquelle.

Bei Umströmungen eines Hindernisses entstehen typische turbulente Wirbel mit nach unten gerichteten Vertikalwinden im Nachlauf des Hindernisses. Diese Vertikalwinde sorgen dafür, dass Schadstoffkonzentrationen im Hindernisnachlauf in Bodennähe transportiert werden und dort zu Konzentrationserhöhungen führen können (Down-Wash-Effekt). Da der Gebäudekörper des Abgaskamins aufgrund von rechenzeittechnischen Gründen nicht explizit einbezogen wurde, erfolgt die Berücksichtigung des Einflusses des Schornsteins hier indirekt in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 [25] durch die Benutzung von einer vertikal ausgedehnten Quelle. Durch die vertikal verteilte Emissionsabgabe wird der Down-Wash-Effekt simuliert, so dass eine realistischere Konzentrationsverteilung der Luftschadstoffe ermöglicht wird.

Die Schornsteinhöhe kann mittels einer Schornsteinhöhenberechnung gemäß TA Luft berechnet werden. Allerdings ist die maximal anzusetzende Schornsteinhöhe durch die zulässigen Gebäudehöhen im Plangeltungsbereich begrenzt. Auch eine niedrigere Schornsteinhöhe als die maximale Gebäudehöhe sollte nicht angestrebt werden, um einen ungestörten Abtransport der Abgase zu gewährleisten. Dementsprechend wird in diesem Fall eine Schornsteinhöhe von 20 m zugrunde gelegt, welche die Quelloberkante darstellt. Um die Vertikalausdehnung zu berücksichtigen, wurden die Quellen von halber Schornsteinhöhe bis zur vollen Schornsteinhöhe (10 m bis 20 m) modelliert.

Für die Emissionen aus Schornsteinen ist mit AUSTAL2000 die Berücksichtigung einer Abgasfahnenüberhöhung durch die mit einem vertikalen Impuls behafteten heißen Abgase



möglich. Im vorliegenden Fall wurde für die Schiffsemissionen eine Abgasfahnenüberhöhung gemäß VDI 3782, Teil 3 [23] berücksichtigt. Die Abgasfahnenüberhöhung hängt von Abgasvolumenstrom, der Abgastemperatur, der Umgebungstemperatur, dem Schornsteindurchmesser sowie der Austrittsgeschwindigkeit ab. Für diese Parameter wurden typische Werte für die BHKW-Anlage zugrunde gelegt. In der Anlage A 3.6.5.2 sind die Ansätze der Abgasfahnenüberhöhung zusammengefasst.

Die Schornsteine der Gebäudeheizungen wurden jeweils in 10 m bzw. 18 m Höhe als Flächenquellen angesetzt.

Die Lage der Quellen kann dem detaillierten Lageplan in Anlage A 1.2 entnommen werden.

## 6.2. Stickstoffdeposition im FFH-Gebiet

Zur Bewertung der Stickstoffdepositionen wurden die Zusatzbelastungen durch das geplante Gewerbegebiet ermittelt. Die Stickstoffdeposition wurde als Jahresfracht in  $g/(ha \ a)$  flächendeckend berechnet.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung des Straßen- und Betriebsverkehrs und der Gebäudeheizungen in den beiden untersuchten Varianten einer geeigneten Emissionskontingentierung bzw. zentraler Wärmeenergieversorgung (vgl. Abschnitt 5.2.1) sind den Rasterkarten in der Anlage A 5 zu entnehmen. Das FFH-Gebiet DE 2225-303 und die relevanten FFH-Lebensraumtypen sind in der Rasterkarte umrandet dargestellt. Im vorliegenden Fall erfolgt die Auswertung für den Vegetationstyp „Wald“, da aufgrund der hohen Depositionsgeschwindigkeit die höchsten Stickstoffeinträge zu erwarten sind. Somit kann davon ausgegangen werden, dass Berechnungen für weitere Vegetationstypen im FFH-Gebiet zu geringeren Ergebnissen führen.

Wie aus den Rasterkarten ersichtlich ist, liegen die maximalen Stickstoff-Zusatzeinträge in den untersuchten Fällen jeweils bei maximal  $0,3 \text{ kg}/(\text{ha} \ a)$ . Diese werden maßgeblich durch die Emissionen der Gebäudeheizungen bestimmt. Die Stickstoffeinträge durch den Straßen- und Betriebsverkehr spielen hierbei nur eine untergeordnete Rolle, wie in der Rasterkarte unter A 5.1 dargestellt.

Die Zusatzeinträge durch das Planvorhaben liegen innerhalb des Abschneidekriteriums von  $0,3 \text{ kg}/(\text{ha} \ a)$ , somit sind die Stickstoffeinträge durch das Gewerbegebiet irrelevant.

## 7. Zusammenfassung

Die Stadt Quickborn beabsichtigt mit dem Bebauungsplan Nr. 37 Teil 3 die Erweiterung eines bestehenden Gewerbegebietes. In unmittelbarer Nachbarschaft zum Plangebiet befindet sich das FFH-Gebiet DE-2225-303 „Pinnau/Gronau“. Im Rahmen des Bauleitplanverfahrens sind die zu erwartenden Stickstoffdepositionen im Bereich des FFH-Gebietes zu beurteilen und die Verträglichkeit des Gewerbegebietes mit dem Schutz des FFH-Gebietes vor Stickstoffeinträgen sicherzustellen.

Hierzu wurde im Rahmen einer Machbarkeitsstudie eine Untersuchung der Stickstoffdepositionen erstellt [33]. Immissionsseitig werden die zusätzlichen Stickstoffeinträge maßgeblich durch die Gebäudeheizungen bestimmt. Um den Schutz des FFH-Gebietes zu gewährleisten, ist eine Begrenzung der Emissionen der Gebäudeheizungen erforderlich.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden zwei Varianten überprüft, Stickstoffeinträge durch Gebäudeheizungen planungsrechtlich zu begrenzen:

- **Variante 1: Festsetzung von flächenbezogenen Stickstoffemissionskontingenten:**  
Auf der Grundlage eines Rahmenkonzeptes wurden differenziert für die Bauflächen flächenbezogene Stickstoffemissionen für die Gebäudeheizungen ermittelt, die mit dem Schutz des FFH-Gebietes vor Stickstoffeinträgen verträglich sind.
- **Variante 2: Planung eines BHKW im nordöstlichen Teil des Plangebietes:** Es wurde eine zentrale Wärmeversorgung mit einem Blockheizkraftwerk untersucht, dessen Standort sich im Abstand zum FFH-Gebiet befindet. Zugrunde gelegt wurde der Lastbetrieb für das maximal mögliche Bauvolumen. Dabei wurde von einem exemplarischen Wärmeenergiebedarf von 200 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die Grundfläche aller Geschosse ausgegangen.

Die Berechnung der Stickstoffdeposition erfolgte auf Grundlage von stundenfeinen Jahresganglinien der Straßenverkehrsemissionen und von mittleren jährlichen Emissionen mit dem TA Luft-Modell AUSTAL2000. Bei der Ausbreitungsrechnung wurden die standortspezifischen meteorologischen Bedingungen berücksichtigt.

Um die Verträglichkeit des Gewerbegebietes mit dem Schutz des FFH-Gebietes vor Stickstoffeinträgen sicherzustellen, sollten die NO<sub>x</sub>-Emissionen in den geplanten Teilbereichen wie folgt flächenbezogen begrenzt werden (auf die ausgewiesenen Gewerbegebietsflächen) und die (Mindest-)Schornsteinhöhen entsprechend festgesetzt werden:

- Kontingentierung 1.1: nördlicher Teilbereich mit 100 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub> und 18 m Schornsteinhöhe, südlicher Teilbereich ohne Gebäudeheizungen *oder*
- Kontingentierung 2.1: nördlicher Teilbereich mit 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, südöstlicher Teilbereich mit 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, Schornsteinhöhe 10 m, südwestlicher Teilbereich ohne Gebäudeheizungen *oder*
- Kontingentierung 2.2: nördlicher Teilbereich mit 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, südöstlicher Teilbereich mit 20 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, Schornsteinhöhe 10 m, südwestlicher Teilbereich ohne Gebäudeheizungen *oder*
- Kontingentierung 2.3: nördlicher Teilbereich mit 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, südöstlicher Teilbereich mit 100 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, Schornsteinhöhe 18 m, südwestlicher Teilbereich ohne Gebäudeheizungen *oder*
- Kontingentierung 3.1: nördlicher und südöstlicher Teilbereich mit 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, südwestlicher Teilbereich mit 20 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, Schornsteinhöhe 10 m *oder*
- Kontingentierung 3.2: nördlicher Teilbereich mit 80 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, südöstlicher Teilbereich mit 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, südwestlicher Teilbereich mit 20 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, Schornsteinhöhe 18 m *oder*

- Kontingentierung 3.3: nördlicher und südöstlicher Teilbereich mit 60 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, südwestlicher Teilbereich mit 40 g/(m<sup>2</sup>a) NO<sub>x</sub>, Schornsteinhöhe 18m.

Die Kontingente beziehen sich dabei jeweils auf die ausgewiesenen bebaubaren Gewerbegebietsflächen. Es wird von einer Grundflächenzahl von 0,8 ausgegangen.

Alternativ kann im Nordosten des Plangeltungsbereichs eine zentrale Wärmeenergieversorgung mit BHKW errichtet werden. Hierfür wurde exemplarisch ein Wärmeenergiebedarf von 200 kWh/(m<sup>2</sup> a), bezogen auf die Grundflächen aller fünf Vollgeschosse, zugrunde gelegt. Dies lässt sich abhängig von der Gebäudenutzung durch eine entsprechende Isolierung realisieren. Es ergibt sich eine erforderliche Wärmeleistung von ca. 20 MW. Die Schornsteinhöhe wurde mit 20 m angesetzt. Die zentrale Wärmeenergieversorgung kann z. B. wie folgt vorgesehen werden:

- Zehn BHKW-Module mit jeweils 2 MW Leistung und Reduzierung der Stickstoffemission um 50 %, Schornsteinhöhe mindestens 20 m, *oder*
- Zwei BHKW-Module mit jeweils 2 MW und zwei Heizkessel zu 8 MW Leistung, Schornsteinhöhe mindestens 20 m.

(Anmerkung: Im konkreten Genehmigungsverfahren für die zentrale Wärmeversorgung ist die erforderliche Schornsteinhöhe gemäß TA Luft zu ermitteln.)

In diesen Fällen betragen die maximalen Zusatzeinträge durch das geplante Gewerbegebiet für den Vegetationstyp „Wald“ bis zu 0,3 kg/(ha a) im FFH-Gebiet. Sie liegen damit unterhalb des Abschneidekriteriums, so dass von einer Irrelevanz ausgegangen werden kann.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unter Berücksichtigung einer Begrenzung des Wärmeenergiebedarfs die vorliegende Bauleitplanung mit dem Schutz des angrenzenden FFH-Gebietes vor zusätzlichen Stickstoffeinträgen grundsätzlich verträglich ist.

Bargteheide, den 8. Mai 2019

erstellt durch:

gez.

Dipl.-Phys. Dr. Olaf Peschel  
Projektingenieur



geprüft durch:

gez.

Dipl.-Phys. Dr. Bernd Burandt  
Geschäftsführender Gesellschafter

## 8. Quellenverzeichnis

### *Allgemeines*

- [1] Baumbach, G.: Luftreinhaltung, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1990;
- [2] Gesundheitsgefahren durch Feinstaubemissionen, Reiner Remus, UB Media-Fachdatenbank Immissionsschutz, 1999;

### *Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien*

- [3] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 25 vom 27.05.2013 S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432);
- [4] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I Nr. 4 vom 01.02.2010 S. 38);
- [5] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV), vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065);
- [6] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (1. BImSchVwV) TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 24. Juli 2002 (GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511);
- [7] Entwurf zur Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (1. BImSchVwV) TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Referentenentwurf vom 16. Juli 2018;
- [8] Bundesverwaltungsgericht, Urteil vom 14.04.2010, Az.: 9 A 5.08;

### *Emissionsberechnung*

- [9] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 24. April 2017;
- [10] MOBILEV (Maßnahmenorientiertes Berechnungsinstrumentarium für die lokalen Schadstoff-Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs), Software, Version 2.4, TÜV Automotive GmbH, Ingenieurzentrum Herzogenrath (vormals FIGE), im Auftrag des Umweltbundesamtes, August 1999;
- [11] Straßenverkehrszählung 2005, Bundesanstalt für Straßenwesen
- [12] H. Steven: Maßnahmenorientiertes Berechnungsinstrumentarium für die lokalen Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs, Proceedings, 438. Seminar „Handbuch Emissionsfaktoren, Immissionsberechnung nach § 40.2 Abs. 2 BImSchG“, Block II am 19./20.09.1996, TU Berlin;

- [13] Programm Ver\_Bau: Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung mit Excel-Tabellen am PC, Büro Bosserhoff, Gustavsborg, Stand April 2015;
- [14] Bachhiesl, M., Narodoslowsky und M., Sturm, P.-J., Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen, UVP-report 1+2/2002;
- [15] Gauger (2007): F+E Vorhaben "Nationale Umsetzung UNECE-Luftreinhaltekonvention (Wirkungen)..." (Fkz. 204 63 252) im Auftrag des BMU, Stand März 2008;
- [16] MAPESI, Modelling of Air Pollutants and EcoSystems Impact, Forschungsvorhaben BMU/UBA 3707 64 200, Umweltbundesamt;
- [17] Ermittlung von Stickstoff- und Säureeinträgen in Wäldern mit Lagrange'schen Ausbreitungsmodellen: Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden, Immissionsschutz Nr.1 2013; LANUV NRW, 2013;
- [18] Umweltdaten Deutschland online Datenbank, Stickstoffvorbelastungen in Deutschland 2007, Umweltbundesamt, 2013, <http://gis.uba.de/website/depo1/>;
- [19] Manual on Methodologies and Criteria for Mapping critical levels/loads and Geographical areas where they are exceeded, UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution;
- [20] Bobbink & Hettelingh (Hrsg.), Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships, 2011;

#### *Immissionsberechnung*

- [21] AUSTAL2000, Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz, UFOPLAN Forschungskennzahl 200 43 256, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin;
- [22] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahnenmodell für Pläne zur Luftreinhaltung, Dezember 2001;
- [23] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, Juni 1985;
- [24] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter, April 2006;
- [25] VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Immissionsschutz, Januar 2010;
- [26] VDI-Richtlinie 3783, Blatt 14: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung, Kraftfahrzeugbedingte Immissionen, Entwurf, Januar 2012;
- [27] Lohmeyer aktuell, Ausgabe Nr. 3, Mai 2000, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe;
- [28] E. Romberg, R. Bösing, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, E. Röth: NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56, 215/218, 1996;

- [29] S. Balla, R. Uhl, A. Schlutow, H. Lorentz, M. Förster, C. Becker, K. Müller-Pfannenstiel, J. Lüttmann, T. Scheuschner, A. Kiebel, I. Düring und W. Herzog (2013): „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“, Bericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Band 1099, BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn, Carl Schünemann Verlag, Bremen, November 2013;
- [30] Meteorologische Zeitreihen für den Standort Hamburg-Fuhlsbüttel, Jahr 2005, Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Regionales Gutachterbüro Hamburg;
- [31] Tageswerte Lufttemperatur 1981-2010 für den Standort Hamburg-Fuhlsbüttel, Deutscher Wetterdienst;
- [32] Wärmeenergiebedarfsrechner, Dassler GmbH, Bad Gandesheim, <http://www.dassler-online.de/wbd/htm>;

*Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen*

- [33] Gewerbegebietsentwicklung in Quickborn, Abschätzung der Stickstoffdepositionen in einem nahe gelegenen FFH-Gebiet, LAIRM CONSULT GmbH, Stand: 24. Juli 2015;
- [34] Bebauungsplan Nr. 37, Teil 3 Stadt Quickborn, Wirtschaftsförderungs- und Entwicklungsgesellschaft des Kreises Pinneberg mbH, Stand: 17. Mai 2018;
- [35] Bebauungsplan Nr. 37, Teil 2 „Gewerbegebiet Hohenbecksmoor“ 3 Stadt Quickborn, 23. Januar 2003);
- [36] digitale Kartengrundlage Bebauungsplan Nr. 37.3 der Gemeinde Quickborn, erhalten am 06. Juni 2018;
- [37] Beispielstandort BHKW Bebauungsplan Nr. 37, Teil 3 Stadt Quickborn, erhalten am 05. Juni 2018;
- [38] FFH-Gebiet DE-2225-303 „Pinnau-Gronau“, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein;
- [39] Bestand FFH-Lebensraumtypen Bebauungsplan Nr. 37.3 der Gemeinde Quickborn, GFN mbH, Molfsee, 19. Juli 2018;
- [40] Besprechung mit der Projektgruppe Gewerbegebiet Nord Bebauungsplan Nr. 37, Teil 3, Stadt Quickborn am 20. April 2018;
- [41] Informationen gemäß Ortstermin mit Fotodokumentation, LAIRM CONSULT GmbH, 15. Juni 2015

## 9. Anlagenverzeichnis

|     |  |      |
|-----|--|------|
| A 1 | Lagepläne.....   | IV   |
|     | A 1.1 Lastfall 1, Maßstab 1:12.000.....                                      | IV   |
|     | A 1.2 Gewerbegebiet, Maßstab 1 :6.000.....                                   | V    |
| A 2 | Emissionen des Straßenverkehrs .....   | VI   |
|     | A 2.1 Zusammenstellung der Verkehrsbelastungen.....                          | VI   |
|     | A 2.1.1 Allgemeines .....  | VI   |
|     | A 2.1.2 Verkehrserzeugung.....   | VI   |
|     | A 2.1.3 Verkehrsbelastungen .....  | VII  |
|     | A 2.2 Verkehrssituationen .....  | VII  |
|     | A 2.3 Basis-Emissionsfaktoren .....  | VII  |
|     | A 2.3.1 Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.3),<br>Bezugsjahr 2020..... | VII  |
|     | A 2.4 Emissionsfaktoren und Emissionen .....                                 | VII  |
| A 3 | Emissionen von den Betriebsgrundstücken .....                                | VIII |
|     | A 3.1 Basis-Emissionsfaktoren (Bezugsjahr 2020).....                         | VIII |
|     | A 3.2 Emissionen.....  | VIII |
|     | A 3.3 Gesamtemissionen pro Jahr .....  | IX   |
|     | A 3.4 Emissionen der Gebäudeheizungen .....                                  | X    |
|     | A 3.4.1 Allgemeines .....  | X    |
|     | A 3.4.2 Außentemperatur .....  | X    |
|     | A 3.4.3 Energiebedarf .....  | XI   |
|     | A 3.5 Emissionen der Gebäudeheizungen .....                                  | XII  |
|     | A 3.5.1 Kontingentierung der NOx-Emissionen .....                            | XII  |
|     | A 3.5.2 NOx-Emissionen Kontingentierung 1.1 .....                            | XII  |
|     | A 3.5.3 NOx-Emissionen Kontingentierung 2.1 .....                            | XIII |
|     | A 3.5.4 NOx-Emissionen Kontingentierung 2.2 .....                            | XIII |
|     | A 3.5.5 NOx-Emissionen Kontingentierung 2.3 .....                            | XIV  |
|     | A 3.5.6 NOx-Emissionen Kontingentierung 3.1 .....                            | XIV  |
|     | A 3.5.7 NOx-Emissionen Kontingentierung 3.2 .....                            | XV   |

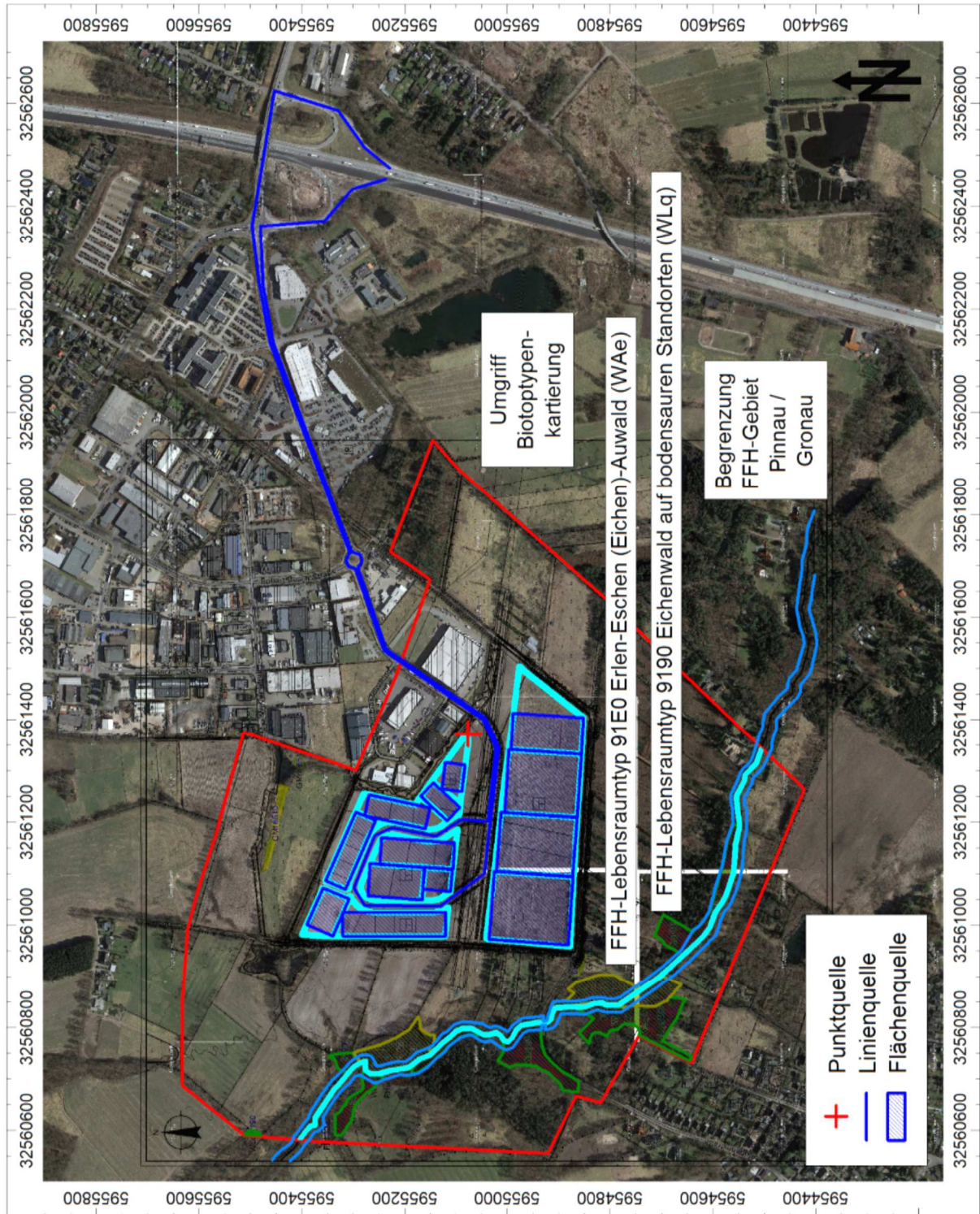
|           |  |       |
|-----------|--|-------|
| A 3.5.8   | NOx-Emissionen Kontingentierung 3.3 .....  | XV    |
| A 3.6     | Emissionen der zentralen Heizungsanlage.....   | XVI   |
| A 3.6.1   | Schadstoffemissionen für ein exemplarisches<br>BHKW-Modul (Leistung 2 MW).....   | XVI   |
| A 3.6.2   | Schadstoffemissionen für eine exemplarische<br>Heizkesselanlage (Leistung 8 MW).....   | XVI   |
| A 3.6.3   | Emissionsmassenströme Q/S der Gesamtanlage<br>(Leistung 20 MW) .....   | XVII  |
| A 3.6.3.1 | BHKW-Anlage (10 Module mit 2 MW).....  | XVII  |
| A 3.6.3.2 | BHKW-Module und Heizkessel (2 Kessel<br>mit 8 MW und 2 BHKW-Module mit 2 MW) .....   | XVII  |
| A 3.6.4   | Anlagenparameter .....   | XVIII |
| A 3.6.5   | Eingangsdaten Ausbreitungsrechnung .....   | XVIII |
| A 3.6.5.1 | NOx-Emissionen der Gesamtanlage .....  | XVIII |
| A 3.6.5.2 | Abgasfahnenüberhöhung (thermischer<br>Anteil nach VDI 3782 Blatt 3) .....  | XIX   |
| A 4       | Ausbreitungsklasse des Deutschen Wetterdienstes,<br>Standort Hamburg-Fuhlsbüttel (2005) .....  | XX    |
| A 4.1     | Windrichtungsverteilung im Jahresmittel .....  | XX    |
| A 4.2     | Verteilung der Ausbreitungsklassen .....   | XX    |
| A 5       | Stickstoffdeposition für den Vegetationstyp Wald, Zusatzbelastung<br>vom Plangeltungsbereich, Maßstab 1: 6.000.....                                    | XXI   |
| A 5.1     | Straßen- und Betriebsverkehr .....   | XXI   |
| A 5.2     | Variante 1, Lastfall 1: Gebäudeheizungen im nördlichen Teil<br>sowie Straßen- und Betriebsverkehr .....  | XXII  |
| A 5.2.1   | Kontingentierung 1.1: Schornsteinhöhe 18 m,<br>NOx-Emissionskontingent 100 kg/(m <sup>2</sup> a) .....   | XXII  |
| A 5.3     | Variante 1, Lastfall 2: Gebäudeheizungen im nördlichen<br>und südöstlichen Teil sowie Straßen- und Betriebsverkehr .....                               | XXIII |
| A 5.3.1   | Kontingentierung 2.1: Schornsteinhöhe 10 m,<br>NOx-Emissionskontingent nördlich 40 kg/(m <sup>2</sup> a),<br>südöstlich 60 kg/(m <sup>2</sup> a) ..... | XXIII |
| A 5.3.2   | Kontingentierung 2.2: Schornsteinhöhe 10 m,<br>NOx-Emissionskontingent nördlich 60 kg/(m <sup>2</sup> a),<br>südöstlich 20 kg/(m <sup>2</sup> a) ..... | XXIV  |



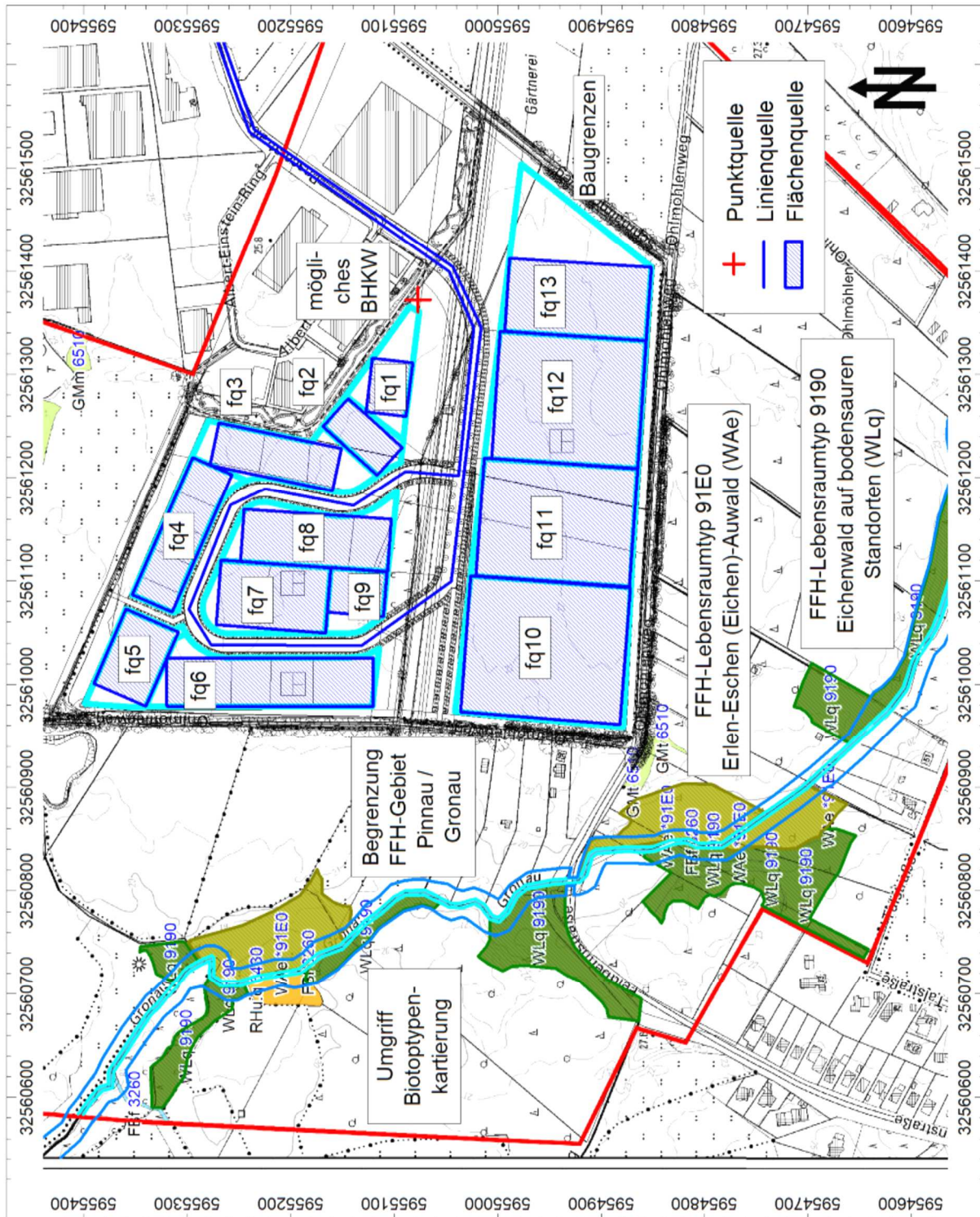
|         |   |        |
|---------|---|--------|
| A 5.3.3 | Kontingentierung 2.3: Schornsteinhöhe 18 m, NOx-Emissionskontingent nördlich 60 kg/(m <sup>2</sup> a), südöstlich 100 kg/(m <sup>2</sup> a).....                                      | XXV    |
| A 5.4   | Variante 1, Lastfall 3: Gebäudeheizungen im nördlichen, südöstlichen und südwestlichen Teil sowie Straßen- und Betriebsverkehr .....  | XXVI   |
| A 5.4.1 | Kontingentierung 3.1: Schornsteinhöhe 10 m, NOx-Emissionskontingent nördlich und südöstlich 40 kg/(m <sup>2</sup> a), südwestlich 20 kg/(m <sup>2</sup> a) .....                      | XXVI   |
| A 5.4.2 | Kontingentierung 3.2: Schornsteinhöhe 18 m, NOx-Emissionskontingent nördlich und südöstlich 60 kg/(m <sup>2</sup> a), südwestlich 40 kg/(m <sup>2</sup> a) .....                      | XXVII  |
| A 5.4.3 | Kontingentierung 3.3: Schornsteinhöhe 18 m, NOx-Emissionskontingent nördlich 80 kg/(m <sup>2</sup> a), südöstlich 40 kg/(m <sup>2</sup> a), südwestlich 20 kg/(m <sup>2</sup> a)..... | XXVIII |
| A 5.5   | Variante 2: Zentrale Energieversorgung im nordöstlichen Teil sowie Straßen- und Betriebsverkehr .....   | XXIX   |
| A 5.5.1 | BHKW-Module, Schornsteinhöhe 20 m, Reduzierung der NOx-Emission um 50 %, vollständige Bebauung (fünf Vollgeschosse) .....   | XXIX   |
| A 5.5.2 | BHKW-Module und Heizkessel, Schornsteinhöhe 20 m, vollständige Bebauung (fünf Vollgeschosse) .....  | XXX    |

## A 1 Lagepläne

### A 1.1 Lastfall 1, Maßstab 1:12.000



### A 1.2 Gewerbegebiet, Maßstab 1 :6.000



## A 2 Emissionen des Straßenverkehrs

### A 2.1 Zusammenstellung der Verkehrsbelastungen

#### A 2.1.1 Allgemeines

Im Folgenden sind die Verkehrsbelastungen des untersuchten Straßennetzes zusammengestellt. Folgende Abkürzungen werden verwendet:

- DTV: durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke  
 SV: Schwerverkehrsanteil (Kfz > 3,5 t)  
 PKW: Personenkraftwagen  
 LNF: leichte Nutzfahrzeuge ( $\leq 3,5$  t)  
 SNF: schwere Nutzfahrzeuge (> 3,5 t)

#### A 2.1.2 Verkehrserzeugung

| Sp   | 1  |    | 2                  |                          | 3                              |   | 4   |     | 5                  |     | 6                         |  | 7 |  |
|--|--|----|--------------------|--------------------------|--------------------------------|---|---|-----|--------------------|-----|---------------------------|--|---|--|
| <b>Abschätzung der Verkehrserzeugung durch Beschäftigten-, Besucher-/Kunden- und Geschäftsverkehr<br/>(Nutzungen ohne hohen Kundenverkehr)</b> |  |    |                    |                          |                                |   |   |     |                    |     |                           |  |   |  |
| Ze   | Produktion, Beschäftigte pro ha Nettobaulandfläche |    | Gebietsgröße in ha | Anzahl der Beschäftigten | Wege pro Beschäftigtem und Tag |   | Anteil am motorisierten individual Verkehr (MIV-Anteil) |     | Pkw-Besetzungsgrad |     | Verkehrserzeugung pro Tag |  |   |  |
| 1  | 50-100   | 50 | 12,9               | 645                      | 2,5-3,0                        | 3 | 0,3-1,0   | 0,9 | 1,1                | 1,1 | 1583                      |  |   |  |

| Sp   | 1  |   | 2                        |                             | 3   |     | 4                  |     | 5                         |  | 6 |  |
|--|--|---|--------------------------|-----------------------------|---|-----|--------------------|-----|---------------------------|--|---|--|
| <b>Abschätzung der Verkehrserzeugung durch Kunden und Besucher</b> |  |   |                          |                             |   |     |                    |     |                           |  |   |  |
| Ze   | Kunden- und Besucherwege pro Beschäftigten |   | Anzahl der Beschäftigten | Anzahl Kunden-/Besucherwege | Anteil am motorisierten individual Verkehr (MIV-Anteil) |     | Pkw-Besetzungsgrad |     | Verkehrserzeugung pro Tag |  |   |  |
| 1  | 5-50                                       | 1 | 645                      | 645                         | 0,3-1,0   | 0,9 | 1,1                | 1,1 | 528                       |  |   |  |

| Sp   | 1   |    | 2                  |                           | 3 |  |
|--|---|----|--------------------|---------------------------|---|--|
| <b>Abschätzung der Verkehrserzeugung durch Lieferverkehr</b> |   |    |                    |                           |   |  |
| Ze   | Abschätzung der Lkw-Fahrten über die Nettobaulandfläche |    | Gebietsgröße in ha | Verkehrserzeugung pro Tag |   |  |
| 1  | 10-15   | 15 | 12,9               | 193                       |   |  |

### A 2.1.3 Verkehrsbelastungen

| Sp                             | 1      | 2                              | 3                   | 4   | 5           | 6           | 7           |
|--------------------------------|--------|--------------------------------|---------------------|-----|-------------|-------------|-------------|
| Ze                             | Kürzel | Straßenabschnitt               | Verkehrsbelastungen |     |             |             |             |
|                                |        |                                | DTV                 | SV  | PKW         | LNF         | SNF         |
|                                |        |                                | Kfz/<br>24h         | %   | Kfz/<br>24h | Kfz/<br>24h | Kfz/<br>24h |
| <b>Anbindung Gewerbegebiet</b> |        |                                |                     |     |             |             |             |
| 1                              | str1   | A7 - Pascalstraße - Planstraße | 2.304               | 8,4 | 2.111       | 0           | 193         |

### A 2.2 Verkehrssituationen

Das Verkehrsaufkommen im Plangebiet ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

| 1                              | 2   | 3             | 4                   | 5                      | 6                    | 7             | 8                                   |
|--------------------------------|-----|---------------|---------------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------------|
| Straße                         | Nr. | Gebiet        | Straßentyp          | Ge-<br>schw.<br>[km/h] | Verkehrs-<br>zustand | Stei-<br>gung | Verkehrssituation                   |
| <b>Anbindung Gewerbegebiet</b> |     |               |                     |                        |                      |               |                                     |
| 1                              | 27  | Stadt/Agglom. | Erschließungsstraße | 50                     | flüssig              | ±0%           | Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0% |

### A 2.3 Basis-Emissionsfaktoren

#### A 2.3.1 Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.3), Bezugsjahr 2020

| Verkehrssituation                   | PKW         |                        |                 |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|-----------------|
|                                     | v<br>[km/h] | Emissionsfaktor [g/km] |                 |
|                                     |             | NOx                    | NH <sub>3</sub> |
| Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0% | 45,8        | 0,270                  | 0,0164          |

| Verkehrssituation                   | LNF         |                        |                 |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|-----------------|
|                                     | v<br>[km/h] | Emissionsfaktor [g/km] |                 |
|                                     |             | NOx                    | NH <sub>3</sub> |
| Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0% | 45,9        | 0,375                  | 0,0022          |

| Verkehrssituation                   | SNF         |                        |                 |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|-----------------|
|                                     | v<br>[km/h] | Emissionsfaktor [g/km] |                 |
|                                     |             | NOx                    | NH <sub>3</sub> |
| Agglo/Erschliessung/50/fluessig_±0% | 31,0        | 1,567                  | 0,0030          |

### A 2.4 Emissionsfaktoren und Emissionen

| 1            | 2    | 3                                | 4            | 5                | 6               | 7               | 8               | 9               |
|--------------|------|----------------------------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Abschnitt    |      | Verkehrssituation                | Länge<br>[m] | DTV<br>[Kfz/24h] | Emissionsfaktor |                 | Emissionen/Jahr |                 |
|              |      |                                  |              |                  | NOx             | NH <sub>3</sub> | NOx             | NH <sub>3</sub> |
|              |      |                                  |              |                  | [g/km]          | [g/km]          | [kg/a]          | [kg/a]          |
| 1            | str1 | Agglo/Erschliessung/50/fluessig_ | 4.208        | 2.304            | 0,37885         | 0,01527         | 1.340,9         | 54,0            |
| <b>Summe</b> |      |                                  |              |                  |                 |                 | <b>1.341</b>    | <b>54</b>       |

## A 3 Emissionen von den Betriebsgrundstücken

### A 3.1 Basis-Emissionsfaktoren (Bezugsjahr 2020)

| Fahrzeugschicht         | PKW   |                 | LNF   |                 | SNF <sup>1)</sup> |                 |
|-------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Stoff<br>Fall           | NOx   | NH <sub>3</sub> | NOx   | NH <sub>3</sub> | NOx               | NH <sub>3</sub> |
| Emissionsfaktor [g/km]  |       |                 |       |                 |                   |                 |
| stop+go_±0%             | 0,504 | 0,0031          | 0,576 | 0,0014          | 4,167             | 0,0030          |
| Staubaufwirbelung       | —     | —               | —     | —               | —                 | —               |
| Startzuschlag [g/Start] | 0,071 | —               | —     | —               | —                 | —               |

<sup>1)</sup> Startzuschläge in Handbuch Emissionsfaktoren nicht verfügbar,  
 Werte anhand der Verhältnisse der Startzuschläge zu den Emissionen im  
 Fahrmodus IO\_Stop+Go für LNF hochgerechnet

### A 3.2 Emissionen

| Abschnitt                    | Anzahl Fahrten |        |         | Weg-<br>länge<br>[m] | Gesamt-<br>fahrweg<br>[km] | NOx            |                             | NH <sub>3</sub> |                             |
|------------------------------|----------------|--------|---------|----------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                              | Kürzel         | Anteil | [Kfz/a] |                      |                            | Fahrt<br>[g/a] | Start-<br>zuschlag<br>[g/a] | Fahrt<br>[g/a]  | Start-<br>zuschlag<br>[g/a] |
| <i>Betriebsflächen</i>       |                |        |         |                      |                            |                |                             |                 |                             |
| <b>1 Teilfläche Nordost</b>  |                |        |         |                      |                            |                |                             |                 |                             |
| Zufahrten PKW                | pk1zu          | 100 %  | 343     | 50,0                 | 17,1                       | 8,63           | —                           | 0,05            | —                           |
| Abfahrten PKW                | pk1ab          | 100 %  | 343     | 50,0                 | 17,1                       | 8,63           | —                           | 0,05            | —                           |
| Starts/ Stopps PKW           | pk1zu          | 100 %  | 343     | —                    | —                          | —              | 24,36                       | —               | —                           |
| Zufahrten SNF                | lk1zu          | 100 %  | 31      | 50,0                 | 1,6                        | 6,54           | —                           | 0,00            | —                           |
| Abfahrten SNF                | lk1ab          | 100 %  | 31      | 50,0                 | 1,6                        | 6,54           | —                           | 0,00            | —                           |
| Starts/ Stopps SNF           | lk1zu          | 100 %  | 31      | —                    | —                          | —              | —                           | —               | —                           |
| Gesamtemissionen             |                |        |         |                      |                            | 54,70          |                             | 0,12            |                             |
| <b>2 Teilfläche Nordwest</b> |                |        |         |                      |                            |                |                             |                 |                             |
| Zufahrten PKW                | pk2zu          | 100 %  | 255     | 50,0                 | 12,8                       | 6,43           | —                           | 0,04            | —                           |
| Abfahrten PKW                | pk2ab          | 100 %  | 255     | 50,0                 | 12,8                       | 6,43           | —                           | 0,04            | —                           |
| Starts/ Stopps PKW           | pk2zu          | 100 %  | 255     | —                    | —                          | —              | 18,15                       | —               | —                           |
| Zufahrten SNF                | lk2zu          | 100 %  | 23      | 50,0                 | 1,2                        | 4,87           | —                           | 0,00            | —                           |
| Abfahrten SNF                | lk2ab          | 100 %  | 23      | 50,0                 | 1,2                        | 4,87           | —                           | 0,00            | —                           |
| Starts/ Stopps SNF           | lk2zu          | 100 %  | 23      | —                    | —                          | —              | —                           | —               | —                           |
| Gesamtemissionen             |                |        |         |                      |                            | 40,75          |                             | 0,09            |                             |
| <b>3 Teilfläche Mitte</b>    |                |        |         |                      |                            |                |                             |                 |                             |
| Zufahrten PKW                | pk3zu          | 100 %  | 319     | 50,0                 | 16,0                       | 8,04           | —                           | 0,05            | —                           |
| Abfahrten PKW                | pk3ab          | 100 %  | 319     | 50,0                 | 16,0                       | 8,04           | —                           | 0,05            | —                           |
| Starts/ Stopps PKW           | pk3zu          | 100 %  | 319     | —                    | —                          | —              | 22,70                       | —               | —                           |
| Zufahrten SNF                | lk3zu          | 100 %  | 29      | 50,0                 | 1,5                        | 6,10           | —                           | 0,00            | —                           |
| Abfahrten SNF                | lk3ab          | 100 %  | 29      | 50,0                 | 1,5                        | 6,10           | —                           | 0,00            | —                           |
| Starts/ Stopps SNF           | lk3zu          | 100 %  | 29      | —                    | —                          | —              | —                           | —               | —                           |
| Gesamtemissionen             |                |        |         |                      |                            | 50,96          |                             | 0,11            |                             |
| <b>4 Teilfläche Süd</b>      |                |        |         |                      |                            |                |                             |                 |                             |
| Zufahrten PKW                | pk3zu          | 100 %  | 1.194   | 150,0                | 179,1                      | 90,18          | —                           | 0,56            | —                           |
| Abfahrten PKW                | pk3ab          | 100 %  | 1.194   | 150,0                | 179,1                      | 90,18          | —                           | 0,56            | —                           |
| Starts/ Stopps PKW           | pk3zu          | 100 %  | 1.194   | —                    | —                          | —              | 84,88                       | —               | —                           |
| Zufahrten SNF                | lk3zu          | 100 %  | 109     | 150,0                | 16,4                       | 68,39          | —                           | 0,05            | —                           |
| Abfahrten SNF                | lk3ab          | 100 %  | 109     | 150,0                | 16,4                       | 68,39          | —                           | 0,05            | —                           |
| Starts/ Stopps SNF           | lk3zu          | 100 %  | 109     | —                    | —                          | —              | —                           | —               | —                           |
| Gesamtemissionen             |                |        |         |                      |                            | 402,02         |                             | 1,21            |                             |

### A 3.3 Gesamtemissionen pro Jahr

| Quelle              |           | Emissionen pro Jahr |               |
|---------------------|-----------|---------------------|---------------|
|                     |           | NOx<br>[t/a]        | NH3<br>[t/a]  |
| Teilfläche Nordost  | fq1-fq4   | 0,0200              | 0,000042      |
| Teilfläche Nordwest | fq5-fq6   | 0,0149              | 0,000032      |
| Teilfläche Mitte    | fq7-fq9   | 0,0186              | 0,000040      |
| Teilfläche Süd      | fq10-fq13 | 0,1467              | 0,000443      |
| <b>Gesamt</b>       |           | <b>0,2002</b>       | <b>0,0006</b> |

## A 3.4 Emissionen der Gebäudeheizungen

### A 3.4.1 Allgemeines

Der Wärmebedarf ist abhängig vom Volumen, der Raumtemperatur, der Außentemperatur, der Isolierung und der Häufigkeit des Luftwechsels. Aus diesen Parametern lässt sich der erforderliche Wärmebedarf mit Berechnungsprogrammen ermitteln.

Als Raumtemperatur ist für Hallen 15 °C zu veranschlagen, für Büronutzungen 19 °C.

Für normal isolierte Gebäude liegt der k-Wert bei 1,0 W/(m<sup>2</sup> K), bei guter Isolierung bei 0,6 W/(m<sup>2</sup> K) und für sehr gut isolierte Gebäude bei 0,3 W/(m<sup>2</sup> K).

Der Luftwechsel findet in geschlossenen Hallen stündlich einfach statt, bei erhöhter Lüftung über Türen und Fenster zweifach und bei großen Toren dreifach.

### A 3.4.2 Außentemperatur

Für Hamburg-Fuhlsbüttel liegen die vergangenen täglichen mittleren Temperaturen sowie Tageshöchst- und Tiefsttemperaturen vor.

Für den 30-Jahres-Zeitraum 1981-2010 lassen sich die mittleren Tagestemperaturen in Bereiche einteilen, für die sich die folgenden Anteile ergeben:

| mittlere<br>Tagestemperatur | < 0 °C | >= 0 °C,<br>< 5 °C | >= 5 °C,<br>< 10 °C | >= 10 °C,<br>< 15 °C | >= 15 °C |
|-----------------------------|--------|--------------------|---------------------|----------------------|----------|
| Anteil                      | 9,39%  | 18,56%             | 23,37%              | 24,82%               | 23,86%   |

Für den Wärmebedarf wurden anteilig diese Temperaturbereiche angesetzt. Als Außentemperatur wurde die jeweils untere Bereichsgrenze (niedrigere Temperatur) zugrunde gelegt bzw. für Minusgrade von -10 °C Außentemperatur ausgegangen. Für Außentemperaturen oberhalb von 15 °C wird kein Wärmebedarf angesetzt.



### A 3.4.3 Energiebedarf

Für verschiedene Gebäudeabmessungen wurde wie oben beschrieben der Wärmeenergiebedarf ermittelt, bezogen auf eine Geschossgrundfläche unter Annahme einer Raumhöhe von 3 m.

| Länge<br>[m] | Breite<br>[m] | Höhe<br>[m] | Geschoss-<br>höhe<br>[m] | Raum-<br>temperatur<br>[°C] | k-Wert<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Luftwechsel<br>[-fach / h] | Energiebedarf<br>je Geschoss<br>[kWh/(m <sup>2</sup> a)] |
|--------------|---------------|-------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|
| 40           | 30            | 6           | 3                        | 19                          | 1,0                              | 1                          | 241,03   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 2                          | 344,48   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 3                          | 447,95   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 1                          | 186,00   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 2                          | 289,47   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 3                          | 392,92   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 1                          | 144,73   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 2                          | 248,19   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 3                          | 351,66   |
| 40           | 30            | 6           | 3                        | 15                          | 1,0                              | 1                          | 178,06   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 2                          | 254,85   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 3                          | 331,52   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 1                          | 137,59   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 2                          | 214,24   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 3                          | 290,90   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 1                          | 107,13   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 2                          | 183,77   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 3                          | 260,43   |
| 50           | 20            | 6           | 6                        | 15                          | 1,0                              | 1                          | 148,66   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 2                          | 210,02   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 3                          | 271,31   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 1                          | 113,73   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 2                          | 175,05   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 3                          | 236,37   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 1                          | 87,53  |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 2                          | 148,85   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 3                          | 210,17   |
| 100          | 100           | 12          | 12                       | 15                          | 1,0                              | 1                          | 123,23   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 2                          | 199,89   |
|              |               |             |                          |                             | 1,0                              | 3                          | 276,55   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 1                          | 104,60   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 2                          | 181,26   |
|              |               |             |                          |                             | 0,6                              | 3                          | 257,92   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 1                          | 90,63  |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 2                          | 167,29   |
|              |               |             |                          |                             | 0,3                              | 3                          | 243,95   |

## A 3.5 Emissionen der Gebäudeheizungen

### A 3.5.1 Kontingentierung der NOx-Emissionen

|                      | Emissionskontingent Nox<br>je Bauland-Grundfläche<br>[g/(m <sup>2</sup> a)] |                                    |  | Schorn-<br>steinhöhe<br>[m]    |
|----------------------|---|------------------------------------|--|--------------------------------|
|                      | Teilbereich<br>nördlich<br>fq1 - fq9  | Teilbereich<br>südwestlich<br>fq10 | Teilbereich<br>südöstlich<br>fq11 - fq13 | Gesamt-<br>bereich<br>fq1-fq13 |
| Kontingentierung 1.1 | 100   | 0                                  | 0  | 18                             |
| Kontingentierung 2.1 | 40  | 0                                  | 60                                       | 10                             |
| Kontingentierung 2.2 | 60  | 0                                  | 20                                       | 10                             |
| Kontingentierung 2.3 | 60  | 0                                  | 100                                      | 18                             |
| Kontingentierung 3.1 | 40  | 20                                 | 40                                       | 10                             |
| Kontingentierung 3.2 | 80  | 20                                 | 40                                       | 18                             |
| Kontingentierung 3.3 | 60  | 40                                 | 60                                       | 18                             |

### A 3.5.2 NOx-Emissionen Kontingentierung 1.1

|               | Bauland-<br>Fläche<br>[m <sup>2</sup> ] | maximal<br>bebaubare<br>Fläche<br>[m <sup>2</sup> ] | Kontingent<br>Nox<br>Bauland-<br>fläche<br>[g/(m <sup>2</sup> a)] | Emission<br>NOx<br>[kg/a] | Grenzwert<br>[mg/kWh] | Wärme-<br>energie<br>gesamt<br>[kWh/a] | Wärme-<br>energie je<br>Gebäude-<br>grundfläche<br>[kWh/(m <sup>2</sup> a)] | mögliche<br>Vollgeschos-<br>se á 200<br>kWh/(m <sup>2</sup> a)<br>Wärme |
|---------------|---|---|---|---------------------------|-----------------------|--|---|---|
| Teilfläche 1  | 4.332                                   | 3.466   | 100   | 433,227                   | 120                   | 3.610.225                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 2  | 3.001                                   | 2.401   | 100   | 300,080                   | 120                   | 2.500.667                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 3  | 7.262                                   | 5.809   | 100   | 726,182                   | 120                   | 6.051.517                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 4  | 6.343                                   | 5.075   | 100   | 634,345                   | 120                   | 5.286.208                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 5  | 5.028                                   | 4.022   | 100   | 502,783                   | 120                   | 4.189.858                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 6  | 10.571                                  | 8.457   | 100   | 1.057,085                 | 120                   | 8.809.042                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 7  | 7.674                                   | 6.139   | 100   | 767,397                   | 120                   | 6.394.975                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 8  | 8.682                                   | 6.945   | 100   | 868,187                   | 120                   | 7.234.892                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 9  | 3.151                                   | 2.521   | 100   | 315,094                   | 120                   | 2.625.783                              | 1.041,667   | 5   |
| Teilfläche 10 | 21.281                                  | 17.025  | 0   | 0,000                     | 120                   | 0                                      | 0,000   | 0   |
| Teilfläche 11 | 17.473                                  | 13.978  | 0   | 0,000                     | 120                   | 0                                      | 0,000   | 0   |
| Teilfläche 12 | 17.952                                  | 14.361  | 0   | 0,000                     | 120                   | 0                                      | 0,000   | 0   |
| Teilfläche 13 | 16.247                                  | 12.998  | 0   | 0,000                     | 120                   | 0                                      | 0,000   | 0   |
| Summe         | 128.997                                 | 103.197   |   | 5.604,38                  |                       | 46.703.167                             |   |   |

### A 3.5.3 NOx-Emissionen Kontingentierung 2.1

|               | Bauland-<br>Fläche | maximal<br>bebaubare<br>Fläche | Kontingent<br>Nox<br>Bauland-<br>fläche | Emission<br>NOx | Grenzwert | Wärme-<br>energie<br>gesamt | Wärme-<br>energie je<br>Gebäude-<br>grundfläche | mögliche<br>Vollgeschos-<br>se á 200<br>kWh/(m <sup>2</sup> a)<br>Wärme |
|---------------|--------------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------|-----------------------------|---|---|
|               | [m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>2</sup> ]              | [g/(m <sup>2</sup> a)]                  | [kg/a]          | [mg/kWh]  | [kWh/a]                     | [kWh/(m <sup>2</sup> a)]                        |   |
| Teilfläche 1  | 4.332              | 3.466                          | 40                                      | 173,291         | 120       | 1.444.090                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 2  | 3.001              | 2.401                          | 40                                      | 120,032         | 120       | 1.000.267                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 3  | 7.262              | 5.809                          | 40                                      | 290,473         | 120       | 2.420.607                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 4  | 6.343              | 5.075                          | 40                                      | 253,738         | 120       | 2.114.483                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 5  | 5.028              | 4.022                          | 40                                      | 201,113         | 120       | 1.675.943                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 6  | 10.571             | 8.457                          | 40                                      | 422,834         | 120       | 3.523.617                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 7  | 7.674              | 6.139                          | 40                                      | 306,959         | 120       | 2.557.990                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 8  | 8.682              | 6.945                          | 40                                      | 347,275         | 120       | 2.893.957                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 9  | 3.151              | 2.521                          | 40                                      | 126,038         | 120       | 1.050.313                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 10 | 21.281             | 17.025                         | 0                                       | 0,000           | 120       | 0                           | 0,000   | 0   |
| Teilfläche 11 | 17.473             | 13.978                         | 60                                      | 1.048,370       | 120       | 8.736.415                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 12 | 17.952             | 14.361                         | 60                                      | 1.077,106       | 120       | 8.975.880                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 13 | 16.247             | 12.998                         | 60                                      | 974,834         | 120       | 8.123.615                   | 625,000   | 3   |
| Summe         | 128.997            | 103.197                        |   | 5.342,06        |           | 44.517.177                  |   |   |

### A 3.5.4 NOx-Emissionen Kontingentierung 2.2

|               | Bauland-<br>Fläche | maximal<br>bebaubare<br>Fläche | Kontingent<br>Nox<br>Bauland-<br>fläche | Emission<br>NOx | Grenzwert | Wärme-<br>energie<br>gesamt | Wärme-<br>energie je<br>Gebäude-<br>grundfläche | mögliche<br>Vollgeschos-<br>se á 200<br>kWh/(m <sup>2</sup> a)<br>Wärme |
|---------------|--------------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------|-----------------------------|---|---|
|               | [m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>2</sup> ]              | [g/(m <sup>2</sup> a)]                  | [kg/a]          | [mg/kWh]  | [kWh/a]                     | [kWh/(m <sup>2</sup> a)]                        |   |
| Teilfläche 1  | 4.332              | 3.466                          | 60                                      | 259,936         | 120       | 2.166.135                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 2  | 3.001              | 2.401                          | 60                                      | 180,048         | 120       | 1.500.400                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 3  | 7.262              | 5.809                          | 60                                      | 435,709         | 120       | 3.630.910                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 4  | 6.343              | 5.075                          | 60                                      | 380,607         | 120       | 3.171.725                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 5  | 5.028              | 4.022                          | 60                                      | 301,670         | 120       | 2.513.915                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 6  | 10.571             | 8.457                          | 60                                      | 634,251         | 120       | 5.285.425                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 7  | 7.674              | 6.139                          | 60                                      | 460,438         | 120       | 3.836.985                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 8  | 8.682              | 6.945                          | 60                                      | 520,912         | 120       | 4.340.935                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 9  | 3.151              | 2.521                          | 60                                      | 189,056         | 120       | 1.575.470                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 10 | 21.281             | 17.025                         | 0                                       | 0,000           | 120       | 0                           | 0,000   | 0   |
| Teilfläche 11 | 17.473             | 13.978                         | 20                                      | 349,457         | 120       | 2.912.138                   | 208,333   | 1   |
| Teilfläche 12 | 17.952             | 14.361                         | 20                                      | 359,035         | 120       | 2.991.960                   | 208,333   | 1   |
| Teilfläche 13 | 16.247             | 12.998                         | 20                                      | 324,945         | 120       | 2.707.872                   | 208,333   | 1   |
| Summe         | 128.997            | 103.197                        |   | 4.396,06        |           | 36.633.870                  |   |   |

### A 3.5.5 NOx-Emissionen Kontingentierung 2.3

|               | Bauland-<br>Fläche | maximal<br>bebaubare<br>Fläche | Kontingent<br>Nox<br>Bauland-<br>fläche | Emission<br>NOx | Grenzwert | Wärme-<br>energie<br>gesamt | Wärme-<br>energie je<br>Gebäude-<br>grundfläche | mögliche<br>Vollgeschos-<br>se á 200<br>kWh/(m <sup>2</sup> a)<br>Wärme |
|---------------|--------------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------|-----------------------------|---|---|
|               | [m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>2</sup> ]              | [g/(m <sup>2</sup> a)]                  | [kg/a]          | [mg/kWh]  | [kWh/a]                     | [kWh/(m <sup>2</sup> a)]                        |   |
| Teilfläche 1  | 4.332              | 3.466                          | 60                                      | 259,936         | 120       | 2.166.135                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 2  | 3.001              | 2.401                          | 60                                      | 180,048         | 120       | 1.500.400                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 3  | 7.262              | 5.809                          | 60                                      | 435,709         | 120       | 3.630.910                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 4  | 6.343              | 5.075                          | 60                                      | 380,607         | 120       | 3.171.725                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 5  | 5.028              | 4.022                          | 60                                      | 301,670         | 120       | 2.513.915                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 6  | 10.571             | 8.457                          | 60                                      | 634,251         | 120       | 5.285.425                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 7  | 7.674              | 6.139                          | 60                                      | 460,438         | 120       | 3.836.985                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 8  | 8.682              | 6.945                          | 60                                      | 520,912         | 120       | 4.340.935                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 9  | 3.151              | 2.521                          | 60                                      | 189,056         | 120       | 1.575.470                   | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 10 | 21.281             | 17.025                         | 0                                       | 0,000           | 120       | 0                           | 0,000   | 0   |
| Teilfläche 11 | 17.473             | 13.978                         | 100                                     | 1.747,283       | 120       | 14.560.692                  | 1.041,667                                       | 5   |
| Teilfläche 12 | 17.952             | 14.361                         | 100                                     | 1.795,176       | 120       | 14.959.800                  | 1.041,667                                       | 5   |
| Teilfläche 13 | 16.247             | 12.998                         | 100                                     | 1.624,723       | 120       | 13.539.358                  | 1.041,667                                       | 5   |
| Summe         | 128.997            | 103.197                        |   | 8.529,81        |           | 71.081.750                  |   |   |

### A 3.5.6 NOx-Emissionen Kontingentierung 3.1

|               | Bauland-<br>Fläche | maximal<br>bebaubare<br>Fläche | Kontingent<br>Nox<br>Bauland-<br>fläche | Emission<br>NOx | Grenzwert | Wärme-<br>energie<br>gesamt | Wärme-<br>energie je<br>Gebäude-<br>grundfläche | mögliche<br>Vollgeschos-<br>se á 200<br>kWh/(m <sup>2</sup> a)<br>Wärme |
|---------------|--------------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------|-----------------------------|---|---|
|               | [m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>2</sup> ]              | [g/(m <sup>2</sup> a)]                  | [kg/a]          | [mg/kWh]  | [kWh/a]                     | [kWh/(m <sup>2</sup> a)]                        |   |
| Teilfläche 1  | 4.332              | 3.466                          | 40                                      | 173,291         | 120       | 1.444.090                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 2  | 3.001              | 2.401                          | 40                                      | 120,032         | 120       | 1.000.267                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 3  | 7.262              | 5.809                          | 40                                      | 290,473         | 120       | 2.420.607                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 4  | 6.343              | 5.075                          | 40                                      | 253,738         | 120       | 2.114.483                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 5  | 5.028              | 4.022                          | 40                                      | 201,113         | 120       | 1.675.943                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 6  | 10.571             | 8.457                          | 40                                      | 422,834         | 120       | 3.523.617                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 7  | 7.674              | 6.139                          | 40                                      | 306,959         | 120       | 2.557.990                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 8  | 8.682              | 6.945                          | 40                                      | 347,275         | 120       | 2.893.957                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 9  | 3.151              | 2.521                          | 40                                      | 126,038         | 120       | 1.050.313                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 10 | 21.281             | 17.025                         | 20                                      | 425,622         | 120       | 3.546.850                   | 208,333   | 1   |
| Teilfläche 11 | 17.473             | 13.978                         | 40                                      | 698,913         | 120       | 5.824.277                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 12 | 17.952             | 14.361                         | 40                                      | 718,070         | 120       | 5.983.920                   | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 13 | 16.247             | 12.998                         | 40                                      | 649,889         | 120       | 5.415.743                   | 416,667   | 2   |
| Summe         | 128.997            | 103.197                        |   | 4.734,25        |           | 39.452.057                  |   |   |

### A 3.5.7 NOx-Emissionen Kontingentierung 3.2

|               | Bauland-<br>Fläche<br>[m <sup>2</sup> ] | maximal<br>bebaubare<br>Fläche<br>[m <sup>2</sup> ] | Kontingent<br>Nox<br>Bauland-<br>fläche<br>[g/(m <sup>2</sup> a)] | Emission<br>NOx<br>[kg/a] | Grenzwert<br>[mg/kWh] | Wärme-<br>energie<br>gesamt<br>[kWh/a] | Wärme-<br>energie je<br>Gebäude-<br>grundfläche<br>[kWh/(m <sup>2</sup> a)] | mögliche<br>Vollgeschos-<br>se á 200<br>kWh/(m <sup>2</sup> a)<br>Wärme |
|---------------|---|---|---|---------------------------|-----------------------|--|---|---|
| Teilfläche 1  | 4.332                                   | 3.466   | 80  | 346,582                   | 120                   | 2.888.180                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 2  | 3.001                                   | 2.401   | 80  | 240,064                   | 120                   | 2.000.533                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 3  | 7.262                                   | 5.809   | 80  | 580,946                   | 120                   | 4.841.213                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 4  | 6.343                                   | 5.075   | 80  | 507,476                   | 120                   | 4.228.967                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 5  | 5.028                                   | 4.022   | 80  | 402,226                   | 120                   | 3.351.887                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 6  | 10.571                                  | 8.457   | 80  | 845,668                   | 120                   | 7.047.233                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 7  | 7.674                                   | 6.139   | 80  | 613,918                   | 120                   | 5.115.980                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 8  | 8.682                                   | 6.945   | 80  | 694,550                   | 120                   | 5.787.913                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 9  | 3.151                                   | 2.521   | 80  | 252,075                   | 120                   | 2.100.627                              | 833,333   | 4   |
| Teilfläche 10 | 21.281                                  | 17.025  | 20  | 425,622                   | 120                   | 3.546.850                              | 208,333   | 1   |
| Teilfläche 11 | 17.473                                  | 13.978  | 40  | 698,913                   | 120                   | 5.824.277                              | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 12 | 17.952                                  | 14.361  | 40  | 718,070                   | 120                   | 5.983.920                              | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 13 | 16.247                                  | 12.998  | 40  | 649,889                   | 120                   | 5.415.743                              | 416,667   | 2   |
| Summe         | 128.997                                 | 103.197   |   | 6.976,00                  |                       | 58.133.323                             |   |   |

### A 3.5.8 NOx-Emissionen Kontingentierung 3.3

|               | Bauland-<br>Fläche<br>[m <sup>2</sup> ] | maximal<br>bebaubare<br>Fläche<br>[m <sup>2</sup> ] | Kontingent<br>Nox<br>Bauland-<br>fläche<br>[g/(m <sup>2</sup> a)] | Emission<br>NOx<br>[kg/a] | Grenzwert<br>[mg/kWh] | Wärme-<br>energie<br>gesamt<br>[kWh/a] | Wärme-<br>energie je<br>Gebäude-<br>grundfläche<br>[kWh/(m <sup>2</sup> a)] | mögliche<br>Vollgeschos-<br>se á 200<br>kWh/(m <sup>2</sup> a)<br>Wärme |
|---------------|---|---|---|---------------------------|-----------------------|--|---|---|
| Teilfläche 1  | 4.332                                   | 3.466   | 60  | 259,936                   | 120                   | 2.166.135                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 2  | 3.001                                   | 2.401   | 60  | 180,048                   | 120                   | 1.500.400                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 3  | 7.262                                   | 5.809   | 60  | 435,709                   | 120                   | 3.630.910                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 4  | 6.343                                   | 5.075   | 60  | 380,607                   | 120                   | 3.171.725                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 5  | 5.028                                   | 4.022   | 60  | 301,670                   | 120                   | 2.513.915                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 6  | 10.571                                  | 8.457   | 60  | 634,251                   | 120                   | 5.285.425                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 7  | 7.674                                   | 6.139   | 60  | 460,438                   | 120                   | 3.836.985                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 8  | 8.682                                   | 6.945   | 60  | 520,912                   | 120                   | 4.340.935                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 9  | 3.151                                   | 2.521   | 60  | 189,056                   | 120                   | 1.575.470                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 10 | 21.281                                  | 17.025  | 40  | 851,244                   | 120                   | 7.093.700                              | 416,667   | 2   |
| Teilfläche 11 | 17.473                                  | 13.978  | 60  | 1.048,370                 | 120                   | 8.736.415                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 12 | 17.952                                  | 14.361  | 60  | 1.077,106                 | 120                   | 8.975.880                              | 625,000   | 3   |
| Teilfläche 13 | 16.247                                  | 12.998  | 60  | 974,834                   | 120                   | 8.123.615                              | 625,000   | 3   |
| Summe         | 128.997                                 | 103.197   |   | 7.314,18                  |                       | 60.951.510                             |   |   |

## A 3.6 Emissionen der zentralen Heizungsanlage

### A 3.6.1 Schadstoffemissionen für ein exemplarisches BHKW-Modul (Leistung 2 MW)

| Schadstoff (Stoffklasse gemäß TA Luft)         | Grenzwert<br>TA Luft | Ansatz            | Emissions-<br>massen-<br>strom Q | S-Wert | Q/S   |
|--|----------------------|-------------------|----------------------------------|--------|-------|
|  | mg/m <sup>3</sup>    | mg/m <sup>3</sup> | kg/h                             |        | kg/h  |
| Formaldehyd                                    | 60                   | 60                | 0,456                            | 0,05   | 9,12  |
| Stoffe gemäß Nr. 5.2.5 (Gesamtkohlenstoff)     | —                    | —                 | —                                | 0,10   | —     |
| Kohlenmonoxid (CO)                             | 300                  | 300               | 2,280                            | 7,50   | 0,30  |
| Schwefeloxide (angegeben als SO <sub>2</sub> ) | 8,9                  | 8,9               | 0,068                            | 0,14   | 0,48  |
| Schwebstaub                                    | —                    | —                 | —                                | 0,08   | —     |
| NOx (angegeben als NO <sub>2</sub> )           | 500                  | 500               | 3,800                            |        |       |
| NO, Primäranteil                               | 95 %                 | 475               |                                  |        |       |
| NO <sub>2</sub> , Primäranteil                 | 5 %                  | 25                |                                  |        |       |
| NO, Umwandlungsgrad in NO <sub>2</sub>         | 60 %                 | 285               | 2,166                            |        |       |
| Summe NO <sub>2</sub>                          |                      | 310               | 2,356                            | 0,10   | 23,56 |

### A 3.6.2 Schadstoffemissionen für eine exemplarische Heizkesselanlage (Leistung 8 MW)

| Schadstoff (Stoffklasse gemäß TA Luft)         | Grenzwert<br>TA Luft | Ansatz            | Emissions-<br>massen-<br>strom Q | S-Wert | Q/S  |
|--|----------------------|-------------------|----------------------------------|--------|------|
|  | mg/m <sup>3</sup>    | mg/m <sup>3</sup> | kg/h                             |        | kg/h |
| Formaldehyd                                    | —                    | —                 | —                                | 0,05   | —    |
| Stoffe gemäß Nr. 5.2.5 (Gesamtkohlenstoff)     | 50                   | 50                | 0,410                            | 0,10   | 4,10 |
| Kohlenmonoxid (CO)                             | 50                   | 50                | 0,410                            | 7,50   | 0,05 |
| Schwefeloxide (angegeben als SO <sub>2</sub> ) | 10                   | 10                | 0,082                            | 0,14   | 0,59 |
| Schwebstaub                                    | 5                    | 5                 | 0,041                            | 0,08   | 0,51 |
| NOx (angegeben als NO <sub>2</sub> )           | 100                  | 100               | 0,820                            |        |      |
| NO, Primäranteil                               | 95 %                 | 95                |                                  |        |      |
| NO <sub>2</sub> , Primäranteil                 | 5 %                  | 5                 |                                  |        |      |
| NO, Umwandlungsgrad in NO <sub>2</sub>         | 60 %                 | 57                | 0,467                            |        |      |
| Summe NO <sub>2</sub>                          |                      | 62                | 0,508                            | 0,10   | 5,08 |

### A 3.6.3 Emissionsmassenströme Q/S der Gesamtanlage (Leistung 20 MW)

#### A 3.6.3.1 BHKW-Anlage (10 Module mit 2 MW)

| Schadstoff (Stoffklasse gemäß TA Luft)         | Emissionsmassenstrom Q/S |               |
|--|--------------------------|---------------|
|  | BHKW Planung             | Gesamtanlage  |
|  | kg/h                     | kg/h          |
| Formaldehyd                                    | 9,12                     | 91,20         |
| Stoffe gemäß Nr. 5.2.5 (Gesamtkohlenstoff)     | —                        | —             |
| Kohlenmonoxid (CO)                             | 0,30                     | 3,04          |
| Schwefeloxide (angegeben als SO <sub>2</sub> ) | 0,48                     | 4,83          |
| Schwebstaub                                    | —                        | —             |
| NOx (angegeben als NO <sub>2</sub> )           | <b>23,56</b>             | <b>235,60</b> |

#### A 3.6.3.2 BHKW-Module und Heizkessel (2 Kessel mit 8 MW und 2 BHKW-Module mit 2 MW)

| Schadstoff (Stoffklasse gemäß TA Luft)         | Emissionsmassenstrom Q/S |                |              |              |
|--|--------------------------|----------------|--------------|--------------|
|  | Kessel Planung           | Kessel Planung | BHKW Planung | Gesamtanlage |
|  | kg/h                     | kg/h           | kg/h         | kg/h         |
| Formaldehyd                                    | —                        | —              | 9,12         | 9,12         |
| Stoffe gemäß Nr. 5.2.5 (Gesamtkohlenstoff)     | 4,10                     | 4,10           | —            | 8,20         |
| Kohlenmonoxid (CO)                             | 0,05                     | 0,05           | 0,30         | 0,41         |
| Schwefeloxide (angegeben als SO <sub>2</sub> ) | 0,59                     | 0,59           | 0,48         | 1,65         |
| Schwebstaub                                    | 0,51                     | 0,51           | —            | 1,03         |
| NOx (angegeben als NO <sub>2</sub> )           | <b>5,08</b>              | <b>5,08</b>    | <b>23,56</b> | <b>33,73</b> |

### A 3.6.4 Anlagenparameter

| Anlage                     | Abgasmenge,<br>trocken<br>[Nm <sup>3</sup> /h] | Abgasmenge,<br>feucht<br>[Nm <sup>3</sup> /h] | Abgastem-<br>peratur<br>[°C] | Schornstein-<br>durchmesser<br>[m] |
|----------------------------|--|---|------------------------------|------------------------------------|
| BHKW                       | 7600   | 8500  | 70                           | 0,5                                |
| Heizkessel                 | 8200   | 9500  | 70                           | 0,6                                |
| 10 BHKW                    | 76000  | 85000   | 70                           | 1,58                               |
| 2 BHKW und<br>2 Heizkessel | 31600  | 36000   | 70                           | 1,10                               |

### A 3.6.5 Eingangsdaten Ausbreitungsrechnung

#### A 3.6.5.1 NO<sub>x</sub>-Emissionen der Gesamtanlage

| BHKW-Anlage                             | NO <sub>x</sub> -<br>Emissionsmassen-<br>strom Q [kg/h] |
|---|---|
|   | Ansatz Grenzwert<br>TA Luft                             |
| 1 BHKW                                  | 3,800   |
| 10 BHKW inkl.<br>Abgasfilterung<br>50 % | 19,000  |
| 1 Heizkessel                            | 0,820   |
| 2 BHKW und<br>2 Heizkessel              | 9,240   |

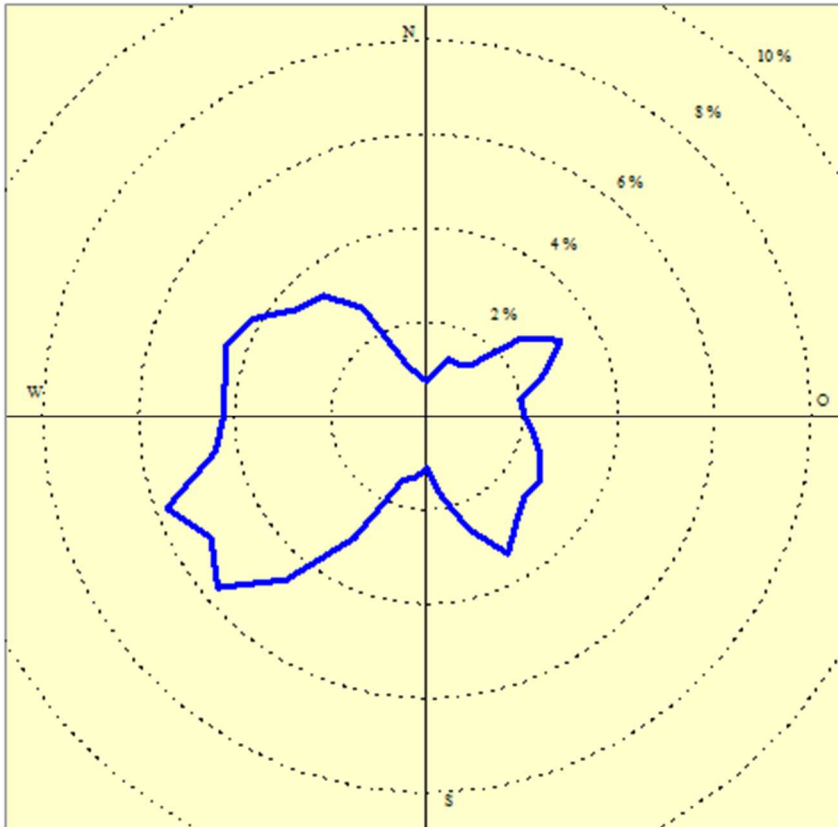


### A 3.6.5.2 Abgasfahnenüberhöhung (thermischer Anteil nach VDI 3782 Blatt 3)

| BHKW-Anlage                       | Abgastemperatur [°C] | Schornsteindurchmesser [m] | Abgasmenge, feucht [Nm³/h] | Quellhöhe (m) |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| 10 BHKW inkl. Abgasfilterung 50 % | 70                   | 1,58                       | 85000                      | 10 - 20       |
| 2 BHKW und 2 Heizkessel           | 70                   | 1,12                       | 36000                      | 10 - 20       |

## A 4 Ausbreitungsklasse des Deutschen Wetterdienstes, Standort Hamburg-Fuhlsbüttel (2005)

### A 4.1 Windrichtungsverteilung im Jahresmittel

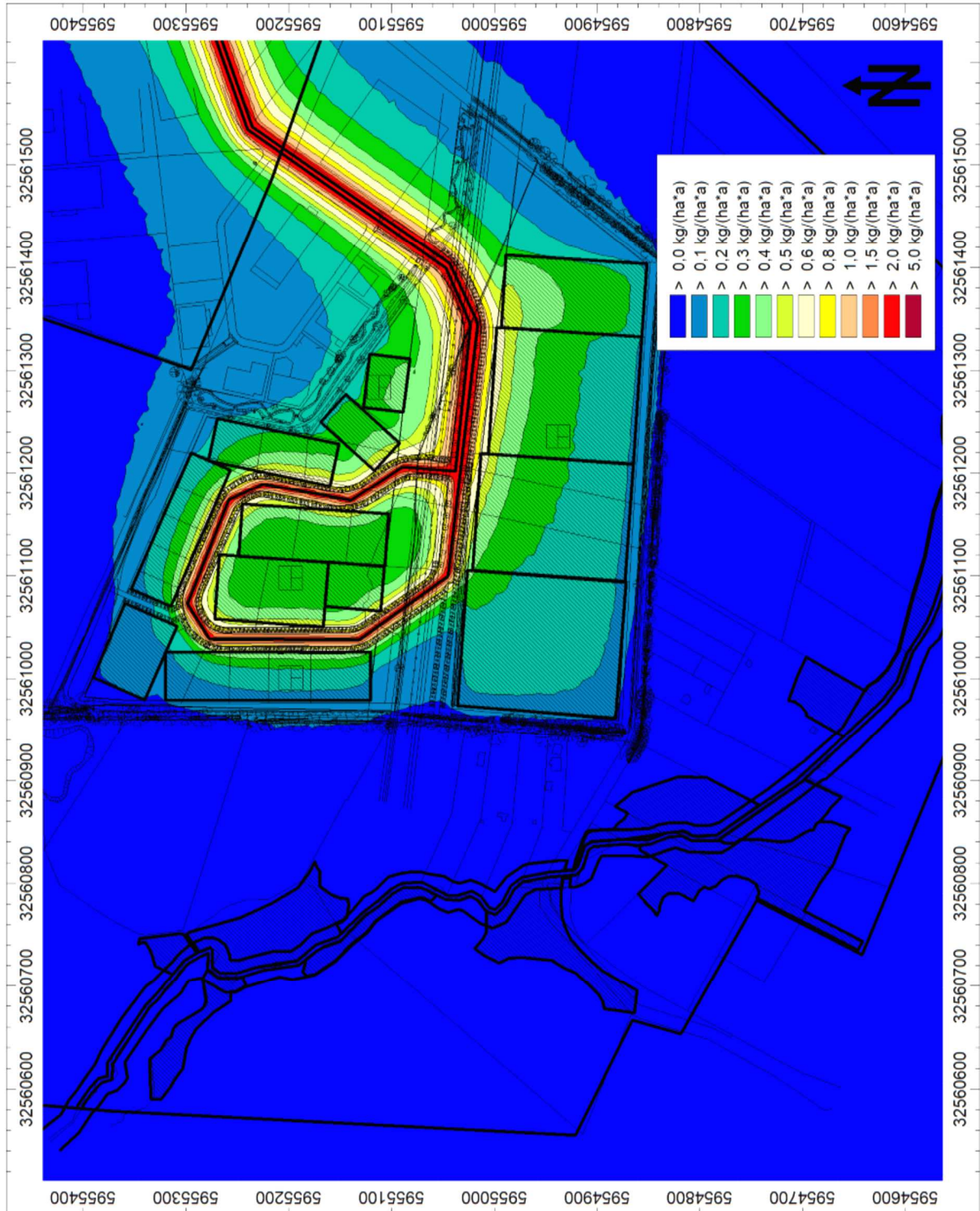


### A 4.2 Verteilung der Ausbreitungsklassen

| Windgeschwindigkeit<br>[m/s] | Ausbreitungsklasse |                |                                       |                                      |               |                 |
|------------------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|
|                              | I<br>sehr stabil   | II<br>stabil   | III/1<br>indifferent<br>leicht stabil | III/2<br>indifferent<br>leicht labil | IV<br>labil   | V<br>sehr labil |
| 0-1                          | 4,83 %             | 2,44 %         | 0,24 %                                | 0,25 %                               | 0,38 %        | 0,22 %          |
| 1,5                          | 2,90 %             | 2,59 %         | 0,48 %                                | 0,32 %                               | 0,45 %        | 0,24 %          |
| 2                            | 2,74 %             | 2,96 %         | 1,22 %                                | 0,85 %                               | 0,67 %        | 0,36 %          |
| 3                            | 0,26 %             | 7,25 %         | 12,73 %                               | 6,25 %                               | 1,90 %        | 0,92 %          |
| 4-5                          | 0,00 %             | 0,00 %         | 19,58 %                               | 4,47 %                               | 1,09 %        | 0,53 %          |
| 6                            | 0,00 %             | 0,00 %         | 9,90 %                                | 1,99 %                               | 0,23 %        | 0,15 %          |
| 7-8                          | 0,00 %             | 0,00 %         | 5,44 %                                | 0,61 %                               | 0,16 %        | 0,00 %          |
| 9                            | 0,00 %             | 0,00 %         | 1,69 %                                | 0,08 %                               | 0,02 %        | 0,00 %          |
| >10                          | 0,00 %             | 0,00 %         | 0,58 %                                | 0,01 %                               | 0,01 %        | 0,00 %          |
| <b>Summe</b>                 | <b>10,74 %</b>     | <b>15,24 %</b> | <b>51,86 %</b>                        | <b>14,83 %</b>                       | <b>4,91 %</b> | <b>2,42 %</b>   |

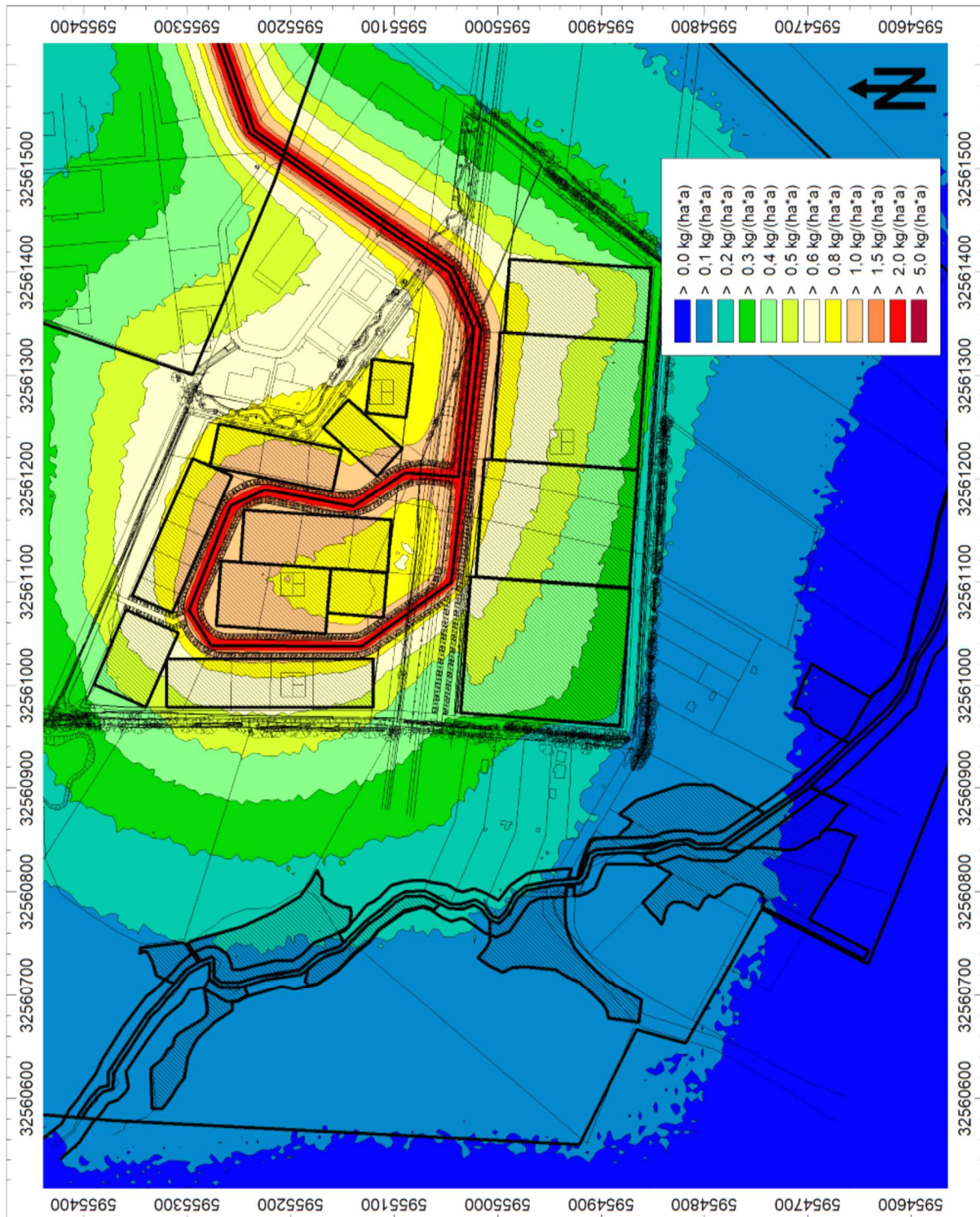
## A 5 Stickstoffdeposition für den Vegetationstyp Wald, Zusatzbelastung vom Plangeltungsbereich, Maßstab 1: 6.000

### A 5.1 Straßen- und Betriebsverkehr



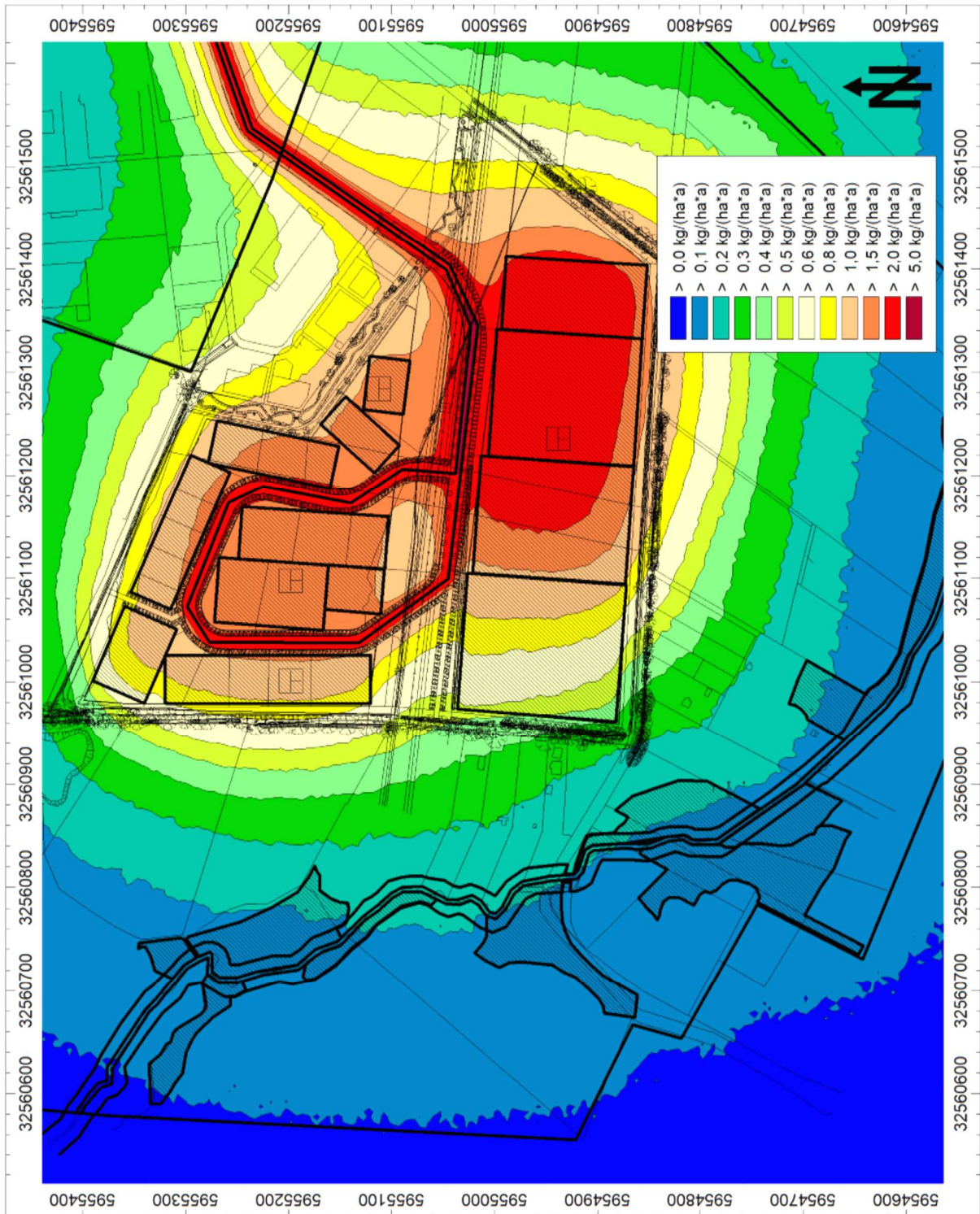
## A 5.2 Variante 1, Lastfall 1: Gebäudeheizungen im nördlichen Teil sowie Straßen- und Betriebsverkehr

### A 5.2.1 Kontingentierung 1.1: Schornsteinhöhe 18 m, NO<sub>x</sub>-Emissionskontingent 100 kg/(m<sup>2</sup>a)

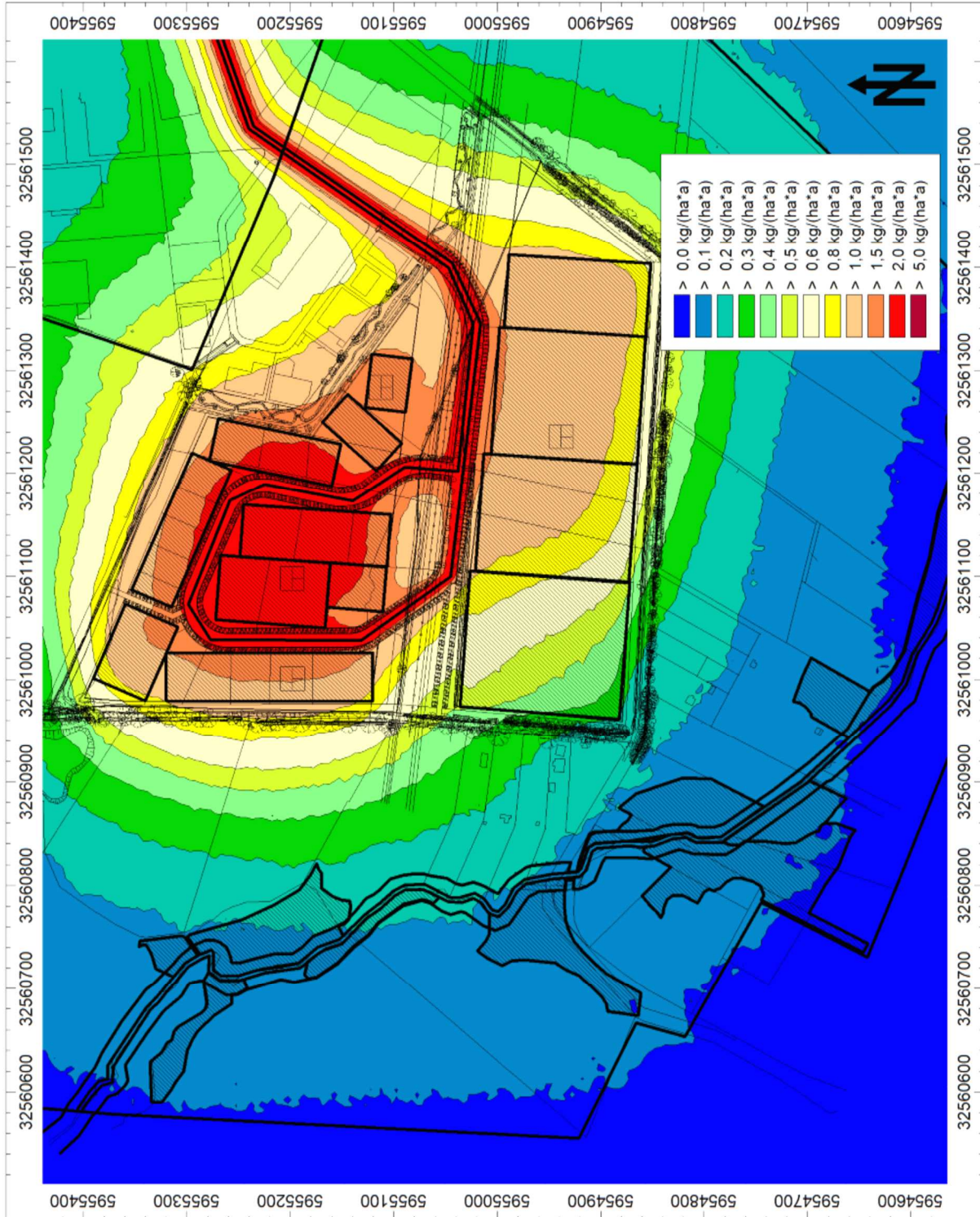


### A 5.3 Variante 1, Lastfall 2: Gebäudeheizungen im nördlichen und südöstlichen Teil sowie Straßen- und Betriebsverkehr

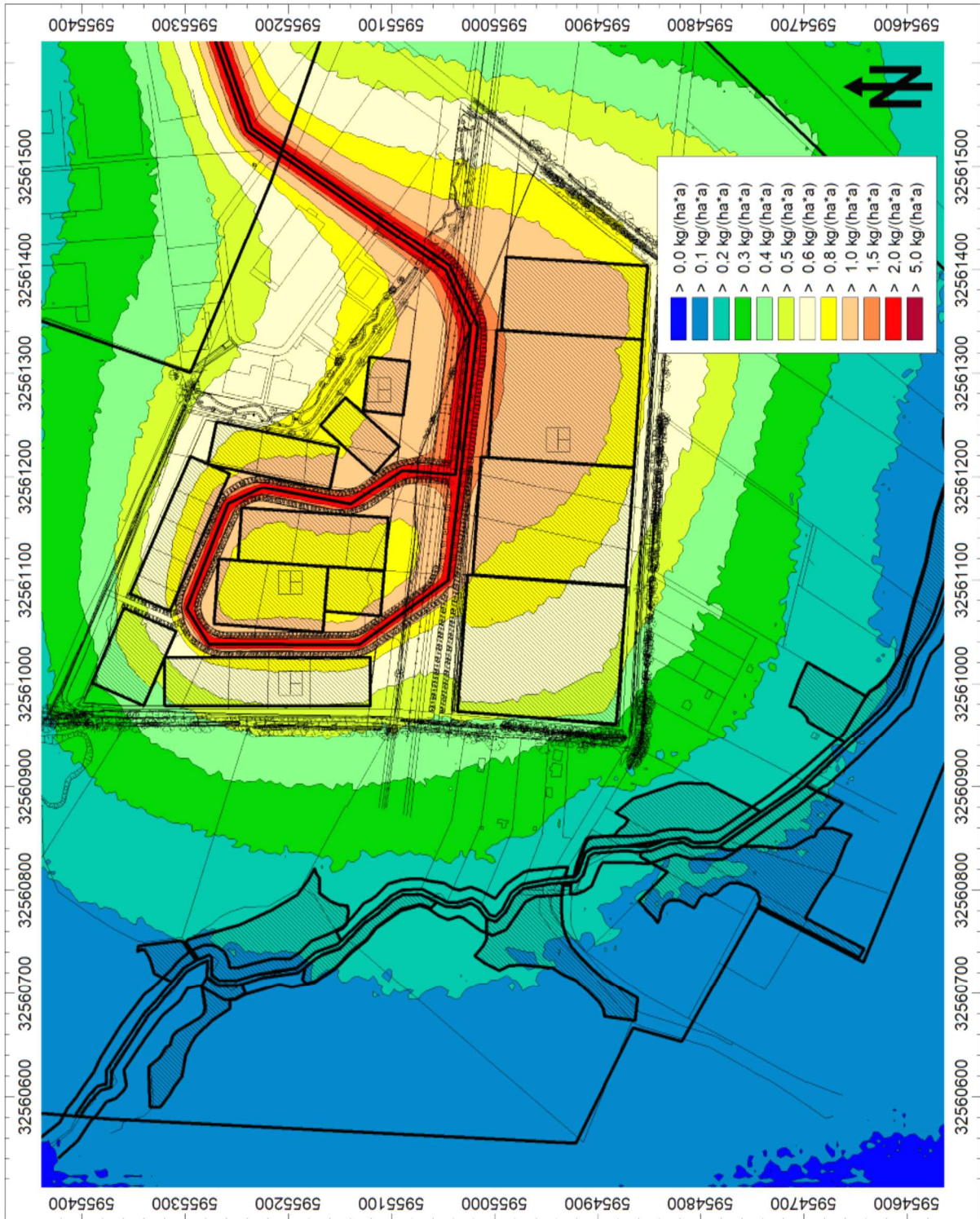
#### A 5.3.1 Kontingentierung 2.1: Schornsteinhöhe 10 m, NO<sub>x</sub>-Emissionskontingent nördlich 40 kg/(m<sup>2</sup>a), südöstlich 60 kg/(m<sup>2</sup>a)



**A 5.3.2 Kontingentierung 2.2: Schornsteinhöhe 10 m, NO<sub>x</sub>-Emissionskontingent nördlich 60 kg/(m<sup>2</sup>a), südöstlich 20 kg/(m<sup>2</sup>a)**

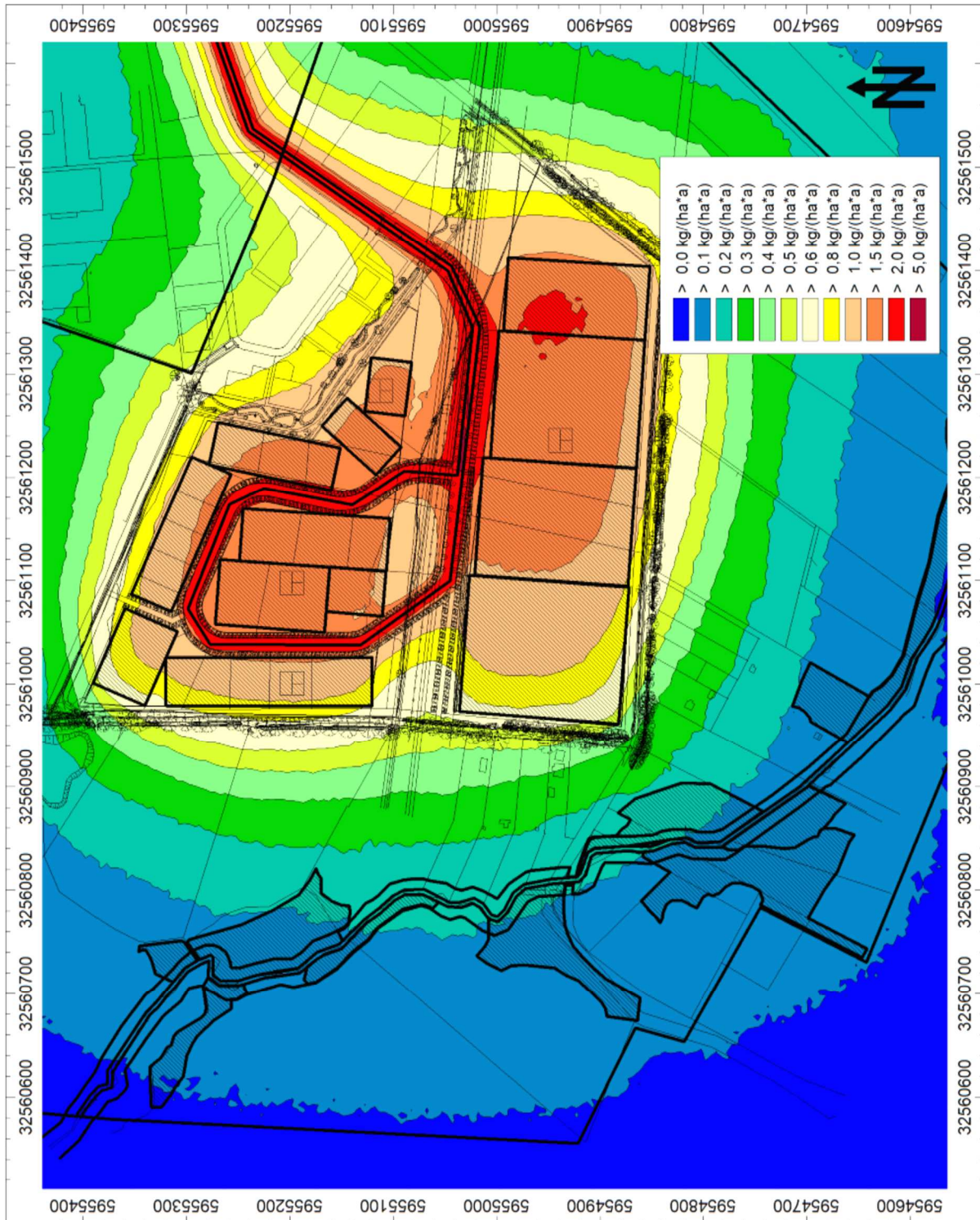


### A 5.3.3 Kontingentierung 2.3: Schornsteinhöhe 18 m, NO<sub>x</sub>-Emissionskontingent nördlich 60 kg/(m<sup>2</sup>a), südöstlich 100 kg/(m<sup>2</sup>a)



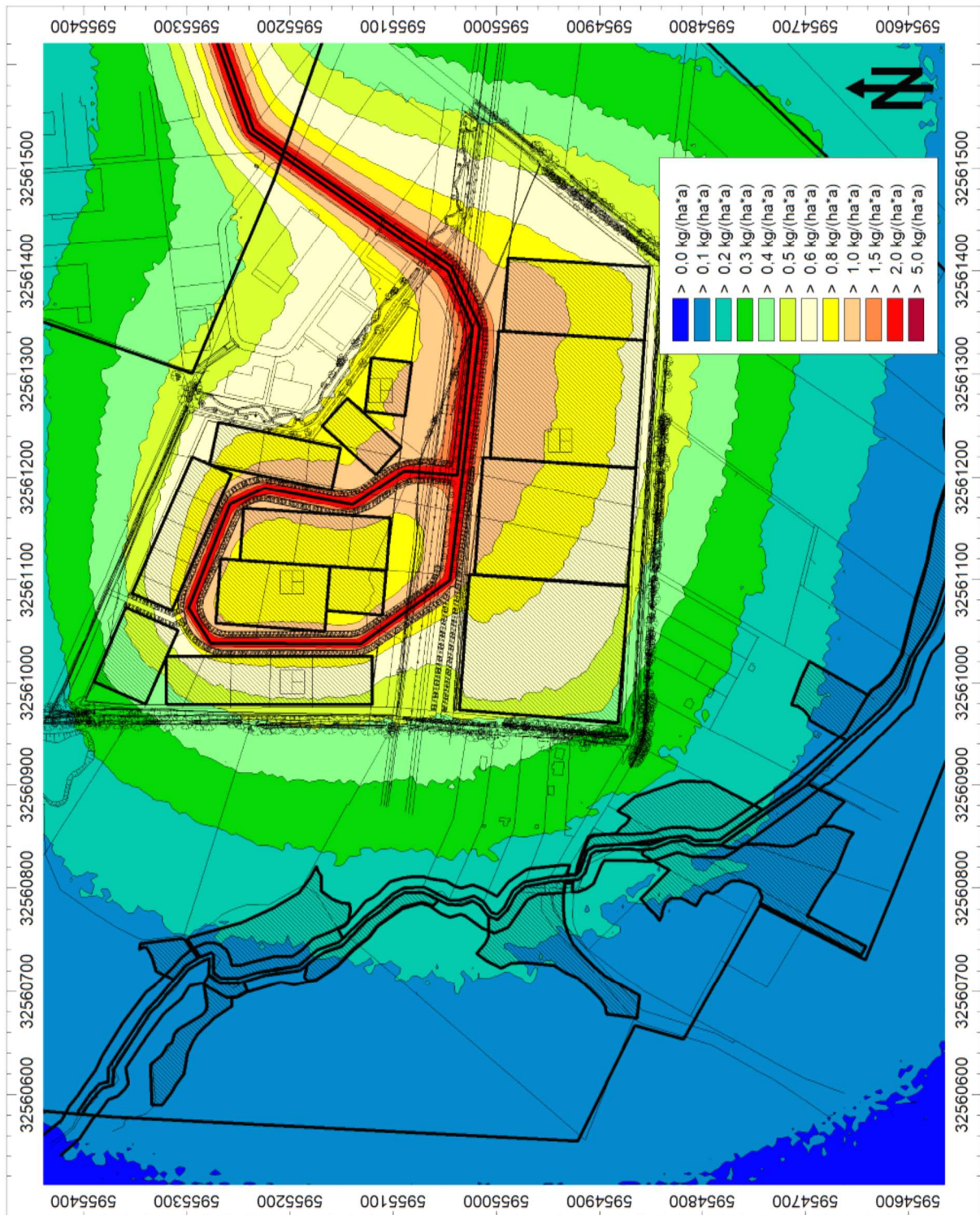
## A 5.4 Variante 1, Lastfall 3: Gebäudeheizungen im nördlichen, südöstlichen und südwestlichen Teil sowie Straßen- und Betriebsverkehr

### A 5.4.1 Kontingentierung 3.1: Schornsteinhöhe 10 m, NO<sub>x</sub>-Emissionskontingent nördlich und südöstlich 40 kg/(m<sup>2</sup>a), südwestlich 20 kg/(m<sup>2</sup>a)

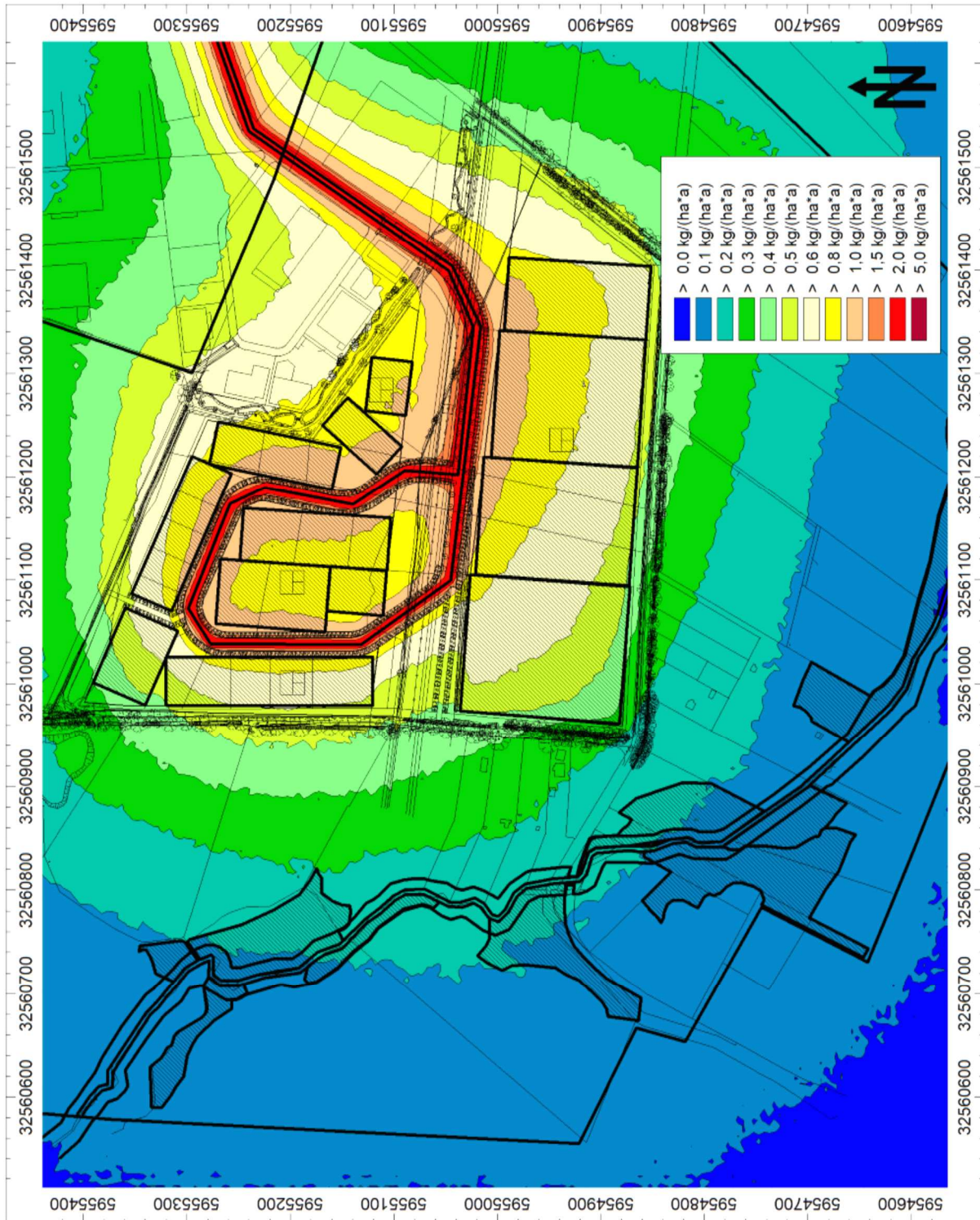




### A 5.4.2 Kontingentierung 3.2: Schornsteinhöhe 18 m, NO<sub>x</sub>-Emissionskontingent nördlich und südöstlich 60 kg/(m<sup>2</sup>a), südwestlich 40 kg/(m<sup>2</sup>a)

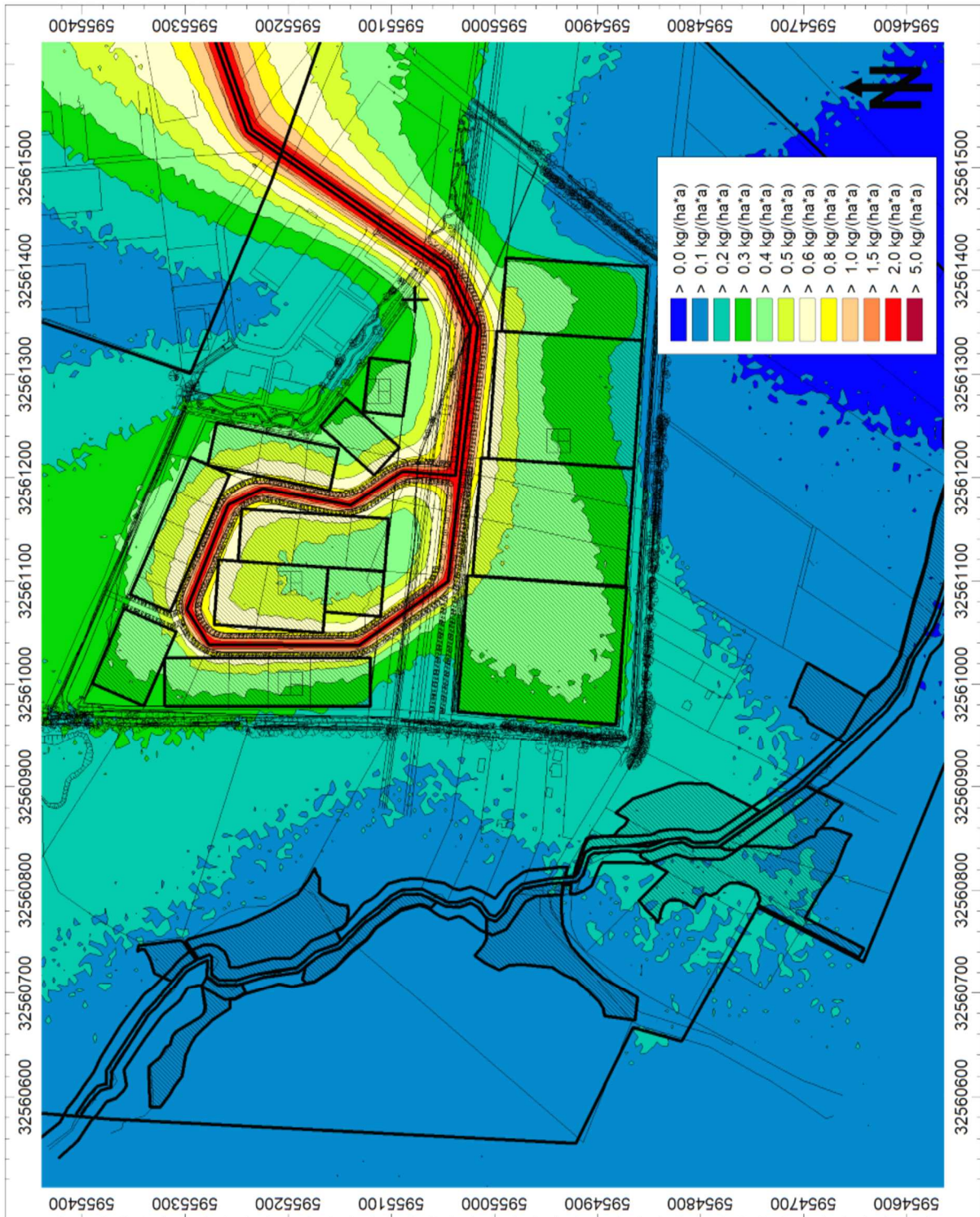


**A 5.4.3 Kontingentierung 3.3: Schornsteinhöhe 18 m, NO<sub>x</sub>-Emissionskontingent nördlich 80 kg/(m<sup>2</sup>a), südöstlich 40 kg/(m<sup>2</sup>a), südwestlich 20 kg/(m<sup>2</sup>a)**



## A 5.5 Variante 2: Zentrale Energieversorgung im nordöstlichen Teil sowie Straßen- und Betriebsverkehr

### A 5.5.1 BHKW-Module, Schornsteinhöhe 20 m, Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Emission um 50 %, vollständige Bebauung (fünf Vollgeschosse)



### A 5.5.2 BHKW-Module und Heizkessel, Schornsteinhöhe 20 m, vollständige Bebauung (fünf Vollgeschosse)

