

BERICHT

Substanzielle Stickstoffemissionen und -deposition Gasgewinnung N05-A

Anlage zur sachgerechten Bewertung

Auftraggeber: ONE-Dyas BV

Aktenzeichen: BG6396-IB-RP-230223-1359

Status: final/02

Datum: 30. Mai 2023

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Contactweg 47
1014 AN Amsterdam
Niederlande
Industrie & Gebäude

+31 88 348 95 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel des Dokuments: Substanzielle Stickstoffemissionen und -deposition Gasgewinnung N05-A

Untertitel: Anlage zur sachgerechten Bewertung

Aktenzeichen: BG6396-IB-RP-300523

Ihre Referenz: --

Status: 02/Final

Datum: 30. Mai 2023

Bezeichnung des Vorhabens: EIA Gasförderung N05-A

Projektnummer: BG6396

Klassifizierung

Projektbezogen

Verantwortung oder Haftung für dieses Dokument, außer gegenüber dem Auftraggeber.

Bitte beachten Sie, dass dieses Dokument personenbezogene Daten von Mitarbeitern von HaskoningDHV Nederland B.V. enthält. Dieses Dokument muss anonymisiert werden, oder es muss die Erlaubnis eingeholt werden, dieses Dokument mit personenbezogenen Daten zu veröffentlichen. Dies ist nicht erforderlich, wenn Gesetze oder Vorschriften eine Anonymisierung nicht zulassen. Sofern nicht anders mit dem Auftraggeber vereinbart, darf kein Teil dieses Dokuments vervielfältigt oder veröffentlicht oder für einen anderen Zweck als den, für den es erstellt wurde, verwendet werden. HaskoningDHV Nederland B.V. übernimmt dafür keinerlei Haftung.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Geschichte der Stickstoffemissionen und -deposition des N05-A-Projekts	2
3	Berechnungsmethodik	3
4	Ausgangssituation Stickstoffemissionen	4
5	Aktualisierung der Stickstoffemissionen	5
5.1	Planung und Dauer	5
5.2	Sonstige Ausstattung	6
5.3	Aktualisierte Emissionen	7
5.4	Aktualisierte Berechnungen	9
6	Getroffene Abhilfemaßnahmen	10

Anlagen

Methodik zur Berechnung der Stickstoffemissionen

1 Einleitung

ONE-Dyas B.V. (im Folgenden ONE-Dyas) ist ein niederländisches Unternehmen, das sich auf die Suche und Förderung von Erdgas aus Feldern im niederländischen, deutschen und britischen Teil der Nordsee konzentriert. Im Jahr 2017 hat ein Konsortium aus den Gasproduzenten ONE-Dyas und Hansa Hydrocarbons Limited zusammen mit EBN B.V. ein Gasfeld (N05-A) gefunden. Um die Förderung von Gas aus dem Feld N05-A und möglicherweise aus angrenzenden Feldern (im Folgenden "die N05-A-Felder") zu ermöglichen, will das Konsortium eine Plattform im Meer über diesem Feld errichten (eine "Offshore"-Plattform im technischen Sinne).

ONE-Dyas erhielt die endgültigen Genehmigungen für die Gasförderung N05-A im Juni 2022. Danach entschied die Abteilung für Verwaltungsrecht des Staatsrats (ABRvS) am 2. November 2022, dass die Baufreistellung im Rahmen des Porthos-Projekts im Genehmigungsverfahren nicht hätte angewendet werden dürfen. Im Anschluss an dieses Urteil ließ ONE-Dyas die Auswirkungen der Stickstoffdeposition während der Bauphase im Hinblick auf die Schutzziele neu bewerten.

ONE-Dyas hat sich auch für eine externe Kompensation der Stickstoffdepositionen auf stickstoffüberlasteten Natura 2000-Gebieten mit einer Reihe von Bilanzgebern entschieden. Royal HaskoningDHV hat für diese externe Kompensation eine entsprechende Bewertung nach dem Wnb erstellt. Teil dieser Bewertung sind Stickstoffdepositionsberechnungen mit AERIUS Calculator 2022.

Dieser Bericht enthält die Begründung der Emissionswerte, die für die Berechnungen der Stickstoffdeposition verwendet wurden.

2 Geschichte der Stickstoffemissionen und -deposition des N05-A-Projekts

Um die Stickstoffberechnungen des N05-A-Projekts zu verstehen, ist es notwendig, einen Einblick in die Geschichte des Projekts zu erhalten, wobei der Schwerpunkt auf dem Stickstoff liegt. Um einen klaren Überblick über den Stand der Dinge zu geben, bietet dieser Abschnitt einen chronologischen Überblick über die Entwicklungen im Bereich der Stickstoffdeposition im Zusammenhang mit dem Vorhaben von ONE-Dyas.

Tabelle 1: Geschichte der stickstoffrelevanten Dokumente im Zusammenhang mit der Genehmigungserteilung von N05-A

Datum der Einreichung	Dokument	Gegenstand
13. Oktober 2020	<ul style="list-style-type: none"> ursprüngliche EIA N05-A, insbesondere Kapitel 7 Genehmigungsanträge für N05-A 	<ul style="list-style-type: none"> Berechnung der Stickstoffemissionen Berechnung der Stickstoffdeposition mit AERIUS Calculator 2019 Ökologische Verträglichkeitsprüfung der Stickstoffdeposition
25. November 2020	<ul style="list-style-type: none"> Nachtrag EIA N05-A M15 Sachgerechte Bewertung der Stickstoffdeposition 	<ul style="list-style-type: none"> Neuberechnung der Stickstoffdeposition mit der damals neuesten Version von AERIUS Calculator (Version 2020); Aktualisierung der Schlussfolgerungen der sachgerechten Bewertung der Stickstoffdeposition auf der Grundlage der neu berechneten Deposition; Begrenzte Anwendung der Regel für mobile Geräte.
12. Januar 2021	<ul style="list-style-type: none"> Erratum EIA N05-A 	<ul style="list-style-type: none"> Anpassung der Stickstoffdepositionsbestimmung in Abstimmung mit dem LNV. Aufgrund des fortschreitenden Erkenntnisgewinns fallen mehr Quellen unter die Anwendung der Regelung für mobile Maschinen; Hinfälligkeit der sachgerechten Bewertung der Stickstoffdeposition aufgrund des fortschreitenden Erkenntnisgewinns, dass die Stickstoffdeposition in einem Natura 2000-Gebiet 0,00 mol/ha/Jahr nicht übersteigt.
24. Dezember 2021	<ul style="list-style-type: none"> Ergänzende UVP Gasgewinnung N05-A 	<ul style="list-style-type: none"> Verarbeitungshinweise Cmer Aktualisierte Emissionen Einbeziehung der Auswirkungen neuer VKA (südlichere Lage) Neuberechnung mit AERIUS Calculator (Version 2020) Vereinfachte sachgerechte Bewertung (Bündelung von Habitatgebieten)

3 Berechnungsmethodik

Für die UVP für die Gasförderung N05-A und nachfolgende Ergänzungen wurde eine speziell zugeschnittene Methodik zur Bestimmung der NO_x- und NH₃-Emissionen entwickelt. Der Grund für die Anpassung ist, dass die Realisierung eines Offshore-Gasförderprojekts nicht in Standardberechnungen berücksichtigt werden kann. Beispielsweise fährt ein Rohrverlegungsschiff während der Verlegung sehr langsam, was zu unrealistischen Ergebnissen führen würde, wenn dies mit AERIUS als Standard berechnet würde. Für die Anpassung wurden jedoch die Standardberechnungsmethoden so weit wie möglich beibehalten. Anlage 1 gibt einen Überblick über die Methodik und die daraus entwickelten Emissionswerte, wie sie in der UVP angegeben sind. Diese Methodik und die angegebenen Emissionen und Depositionen wurden vom UVP-Ausschuss geprüft und genehmigt.

Die entwickelte Methodik umfasst im Wesentlichen die folgenden Schritte:

- 1 Bei Tätigkeiten, die Stickstoffemissionen freisetzen, haben die zuständigen Fachkräfte von ONE-Dyas untersucht, wie diese Tätigkeit durchgeführt wird, welche Ausrüstung verwendet wird, welche Ausrüstung typisch dafür ist, wie lange die Tätigkeit dauert und wann sie stattfindet. So wird beispielsweise für die Verlegung der Gasleitung festgelegt, wie sie verlegt und eingegraben wird, welche Ausrüstung benötigt wird (Verlegeschiff, Begleitschiff und Warteschiff), welches Verlegeschiff eingesetzt werden kann (Lorelay) und wie lange die Verlegung dauert (3 Wochen).
- 2 Für die typische Ausrüstung wurden die Stickstoffemissionen auf der Grundlage der Größe des Schiffes und der AERIUS-Kennzahlen für Seeschiffe ermittelt¹. Dies wurde verwendet, um die Stickstoffemissionen pro Tag für jedes Schiff und jede andere Ausrüstung zu bestimmen. In der UVP wird dies als "Emission pro Schiffstag" ausgedrückt. Durch Multiplikation dieser Emission mit der erwarteten Einsatzzeit in einem bestimmten Jahr wurde die Emission der Tätigkeit in diesem Jahr berechnet. In diesem Schritt wurden auch emissionsrelevante Parameter wie Emissionshöhe und Wärme bestimmt.
- 3 Für jedes der vier Berechnungsjahre (siehe unten) wurden die Emissionsquellen in die neueste Version des AERIUS-Rechners eingegeben. Für den Nachtrag zur UVP im Dezember 2021 war dies AERIUS 2020. Da Arbeitsschiffe, anders als Autos, nie genau dieselbe Route fahren, wurden ihre Emissionen als Punktquellen im Schwerpunkt der zu befahrenden Route modelliert und nicht als Linienquellen. Dadurch wird eine falsche Genauigkeit vermieden und außerdem verhindert, dass bestimmte Quellen aus der festen Entfernungsgrenze von 25 km von AERIUS fallen.

Die Berechnung mit AERIUS ergibt die Stickstoffdeposition in überlasteten Natura-2000-Gebieten. Dies gibt Aufschluss über den Beitrag des Projekts, und auf der Grundlage dieses Ergebnisses können die ökologischen Auswirkungen bestimmt werden.

Für die UVP und spätere Ergänzungen zur UVP wurde von einer Planung mit einer Reihe von festgelegten Berechnungsjahren ausgegangen. Da die Planung zu diesem Zeitpunkt noch nicht feststand, wurden diesen Berechnungsjahren keine konkreten Jahre zugeordnet. Für die AERIUS-Berechnungen wurde konservativ die optimistischste Planung angenommen, da AERIUS von einer schrittweisen autonomen Emissionsreduktion ausgeht.

- 1 Jahr 1: Vorbohren, Bohren von zwei Bohrlöchern, bevor die Förderplattform errichtet wird.
- 2 Jahr 2: Bau: Installation der Förderplattform und Verlegung der Gasleitung und der Stromleitung.
- 3 Jahr 3: Gleichzeitige Arbeiten (gleichzeitige Bohrung und Förderung).
- 4 Jahr 4: Nur Produktion.

¹ Bericht "Anzahl der Seeschiffe zum Zweck der Emissions- und Ausbreitungsberechnungen in AERIUS, Update 2018" (TNO 2019, R11040).

4 Ausgangssituation Stickstoffemissionen

Ausgangspunkt für die aktuelle Berechnung der Stickstoffemissionen ist die Situation, wie sie für den Nachtrag zur UVP vom Dezember 2021 berechnet und angegeben wurde. Tabelle 2 gibt hierzu einen Überblick. Die Stickstoffemissionen betreffen hauptsächlich NO_x-Emissionen aus Verbrennungsmotoren, Ammoniakemissionen treten nur bei Motoren mit katalytischer NO_x-Reduktion (SCR) auf. Eine Aufschlüsselung der Emissionsquellen und Emissionen ist dem Bericht vom Dezember 2021 zu entnehmen (siehe auch Anlage 1).

Tabelle 2: Übersicht der Emissionsquellen und Emissionsnachträge Dezember 2021

Rechnungsjahr	Emissionsquellen	Emissionen
Jahr1 <i>Vorböhrer</i>	Diesel-Generatoren Bohranlage	2,84 t NO _x /Jahr / 95 kg NH ₃ /Jahr
	Fackel	0,49 t NO _x /Jahr
	Versorgungsschiffe	1,44 t NO _x /Jahr
	Wachtschiff	1,05 t NO _x /Jahr
	Hubschrauber	0,06 t NO _x /Jahr
	Emissionen insgesamt	5,88 t NO_x/Jahr / 95 kg NH₃/Jahr
Jahr2 <i>Bauliche Einrichtungen</i>	Schlepper	0,06 t NO _x /Jahr
	Kranschiff	1,51 t NO _x /Jahr
	Wachtschiff	0,06 t NO _x /Jahr
	Verlegeschiff	2,36 t NO _x /Jahr
	Hilfsschiffe	8,26 t NO _x /Jahr
	Wachtschiff	0,12 t NO _x /Jahr
	Versorgungsschiff	0,11 t NO _x /Jahr
	Tauchunterstützungsschiff	2,38 t NO _x /Jahr
	Hubarbeitsbühne	1,71 t NO _x /Jahr
	Kabelverlegungsschiff	2,66 t NO _x /Jahr
	Hilfsschiffe	2,66 t NO _x /Jahr
	Wachtschiff	0,07 t NO _x /Jahr
	Emissionen insgesamt	21,95 t NO_x /Jahr / 0 kg NH₃/Jahr
Jahr3 <i>Gleichzeitige Operationen</i>	Diesel-Generatoren Bohrplattform	0,19 t NO _x /Jahr / 6 kg NH ₃ /Jahr
	Fackel	0,50 t NO _x /Jahr
	Hubschrauber	0,09 t NO _x /Jahr
	Versorgungsschiffe	2,24 t NO _x /Jahr
	Wachtschiff	1,57 t NO _x /Jahr
	Notstromaggregat N05-A	0,01 t NO _x /Jahr
	Emissionen insgesamt	4,59 t NO_x /Jahr / 6 kg NH₃/Jahr
Jahr4 <i>Nur Gasproduktion</i>	Hubschrauber	0,02 t NO _x /Jahr
	Versorgungsschiffe	0,27 t NO _x /Jahr
	Notstromaggregat N05-A	0,01 t NO _x /Jahr
	Emissionen insgesamt	0,30 t NO_x /Jahr / 0 kg NH₃/Jahr

5 Aktualisierung der Stickstoffemissionen

Nach dem AB-RvS-Urteil wurde Ende 2022/Anfang 2023 eine Neuberechnung der Stickstoffemissionen und -deposition vorgenommen, um die aktuelle Situation zu erfassen und Möglichkeiten zur Emissionsminderung zu finden. Die Aktualisierung basiert auf dem aktuellen Stand der technischen Weiterentwicklung von N05-A. Im Vergleich zu den Stickstoffstudien für die UVP von N05-A betrifft die Aktualisierung:

- Die Planung und Dauer der Maßnahmen;
- Die einzusetzende Ausrüstung und ihre damit verbundenen Maßnahmen.

5.1 Planung und Zeitrahmen

Der derzeitige Zeitplan wurde gegenüber dem in der UVP angenommenen Zeitplan gestrafft. Aufgrund dieser Straffung fallen mehr Aktivitäten in einem Jahr zusammen. Für die vorliegende Aktualisierung der Stickstoffemissionen wird die derzeitige Planung wie unten angegeben angenommen. Auch kann nun von konkreten Kalenderjahren statt von Berechnungsjahren ausgegangen werden, da nun Klarheit über die Planung besteht. Die nachstehende Tabelle zeigt die voraussichtlichen Durchführungsjahre mit den geplanten Aktivitäten. ONE-Dyas plant, so bald wie möglich mit der Realisierung des Projekts zu beginnen, ist jedoch von der Erteilung der rechtlichen Genehmigungen abhängig. Für die Berechnungen mit AERIUS wird der ungünstigste Fall als das früheste (volle) Jahr der Realisierung angenommen.

Tabelle 3: Jahr der Durchführung der Aktivitäten

Jahr	Aktivitäten
(2023), 2024 oder 2025 ¹⁾	Vorbohren einer Gasbohrung ² Installation der Plattform, Verlegung von Rohrleitungen und Kabeln, Anschluss der Gasleitung an die NGT-Hauptgasleitung Gasbohrung (ca. sechs Monate, elektrifiziert) Gasproduktion (etwa ein halbes Jahr, elektrifiziert)
2025 oder später	Gasbohrung und Gasförderung ganzjährig, elektrifiziert
2026 oder später	Nur Gasproduktion, elektrifiziert

- 1) Das Jahr 2024 ist das Berechnungsjahr. Für 2025 werden die gleichen Aktivitäten angenommen. Somit sind die Emissionen in allen Jahren gleich. Der Kürze halber werden für 2023 die gleichen Aktivitäten wie für 2024 angenommen, um auch für 2023 Flexibilität zu haben. Für 2023 ist dies nicht ganz realistisch, da sich das Jahr 2023 zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts bereits im zweiten Quartal befindet (daher die Klammern).

Dauer

Hinsichtlich des Zeitraums haben sich im Vergleich zur UVP insbesondere die folgenden Punkte geändert:

- Vorbohrungen: Die UVP war ursprünglich von acht Monaten Bohrzeit ausgegangen. Nach derzeitigem Stand wurde dies auf drei Monate reduziert. Damit reduziert sich auch der Einsatz von Versorgungs- und Bewachungsschiffen entsprechend.
- Der Zeitraum für die Verlegung der Pipeline wurde auf 24 Tage verlängert, aber die Verlegung erfolgt nun allein durch das Verlegeschiff ohne Hilfsschiff. Darüber hinaus sind zwei Tage für das Anbringen von Schüttsteinen vorgesehen.
- Der Zeitraum für die Verlegung des Kabels wurde von 9 auf 13 Tage verlängert, wird aber nur noch von der Kabelverlegungsschiff ohne Begleitschiff durchgeführt. Darüber hinaus sind zwei Tage für das Anbringen von Schüttsteinen vorgesehen.

² Da bei der Vorbohrung die Förderplattform und das Kabel noch nicht vorhanden sind, können Vorbohrungen noch nicht elektrifiziert gebohrt werden. Daher sind die Bohremissionen während der Vorbohrung höher als bei den späteren elektrifizierten

- Bei der UVP wurde davon ausgegangen, dass der Anschluss an die NGT (Hot Tap) 45 Tage dauern würde, wobei ein Tauchunterstützungsschiff 22 Tage anwesend wäre. Im aktuellen Zeitplan wurde diese Zeitspanne auf 17 Tage reduziert, wodurch sich die Emissionen entsprechend verringern. Weitere 7 Tage sind für das Tauchunterstützungsschiff vorgesehen, um die Pipeline an die Anschlussstelle anzuschließen.

5.2 Sonstige Ausstattung

Auf der Grundlage der laufenden Entwicklung wurden die folgenden Änderungen bei der einzusetzenden Ausrüstung vorgenommen.

Kranschiff zur Platzierung der Plattform

In der UVP war man ursprünglich von einem (zu) kleinen Kranschiff für die Platzierung der Plattform ausgegangen. Es wird nun erwartet, dass die Sleipnir von Heerema, die hohe Stickstoffemissionen aufweist, unter Vertrag genommen wird. Die Sleipnir hat jedoch die Möglichkeit, entweder mit Schiffsdiesel oder mit LNG (Flüssigerdgas) betrieben zu werden. Da die NO_x-Emissionen bei der Verwendung von LNG wesentlich geringer sind als bei der Verwendung von Schiffsdiesel, entschied man sich für die Verwendung von LNG. Die Emissionen aus dem Einsatz der Sleipnir bei der Installation der N05-A- Plattform einschließlich der Begleitschiffe (Spread) wurden von Heerema vorgegeben.

Bohrplattform

In der UVP war man davon ausgegangen, dass die Bohrinself Borr Prospector zum Einsatz kommen würde. Diese Plattform ist mit SCR an den Dieselgeneratoren ausgestattet. Derzeit wird von der Valaris J123 ausgegangen, die ebenfalls mit SCR ausgerüstet ist. Da es sich bei der J123 um eine schwerere Bohranlage handelt, sind die NO_x-Emissionen um etwa 50 % höher. Die NO_x- und NH₃-Emissionen der J123 beruhen auf Emissionsmessungen und wurden vom Eigentümer dieses Schiffes vorgegeben.

Versorgungsschiff

In der UVP war man von einem allgemeinen Arbeitsschiff auf der Grundlage der AERIUS-Basisdaten ausgegangen. Aufgrund von Stickstoffproblemen plant ONE-Dyas nun den Einsatz des Versorgungsschiffs Havilla Herøy, das mit SCR ausgestattet ist, um die NO_x-Emissionen während der Fahrt um 85 % zu reduzieren. Für die Berechnungen wurde eine Reduzierung um 80 % angenommen. Für den Ammoniakslupf des SCR wurde das gleiche NO_x/NH₃-Schlupfverhältnis angenommen wie für die Generatoren auf der Bohrinself.

Kabelverlegungsschiff

Für die UVP wurde die Lorelay als Kabelverlegeschiff angenommen. Derzeit wird davon ausgegangen, dass die Viking Neptun von DEME, ein wesentlich saubereres Schiff (IMO Tier III³), für diesen Zweck eingesetzt wird. Es wird daher angenommen, dass die NO_x-Emissionen der Viking Neptun 20 % im Vergleich zur Lorelay betragen. Dabei wird vorsichtigerweise nicht berücksichtigt, dass die Neptun wahrscheinlich ein kleineres Schiff als die Lorelay ist und daher auch geringere Emissionen aufweist.

Keine Hilfsschiffe für die Verlegung von Gaspipelines und Kabeln

In der UVP ist man davon ausgegangen, dass bei der Verlegung der Gaspipeline und des Stromkabels neben dem Rohr- und Kabelverlegungsschiff auch Hilfsschiffe eingesetzt werden. Nach dem derzeitigen Stand der Technik scheint dieser Einsatz von Hilfsschiffen nicht mehr zusätzlich erforderlich zu sein. Daher wird der Einsatz von Hilfsschiffen nicht mehr in die Berechnungen einbezogen. Ein Teil der Einsparung wird jedoch dadurch wieder aufgehoben, dass sich die Einsatzdauer der Verlegeschiffe erhöht (siehe Abschnitt 5.1).

Gleichzeitige Operationen

Ursprünglich war man davon ausgegangen, dass während der Bauarbeiten im Jahr 2 keine Bohrungen und keine Förderung stattfinden würden. Nach dem aktuellen Zeitplan werden die Bohrungen und die Förderung im Jahr 2024 nach dem Bau für 7 Monate fortgesetzt.

-
- ³ *Nach der IMO-Regelung 13 für NO_x müssen Seeschiffe je nach Baujahr NO_x-Emissionsanforderungen erfüllen. Die strengste Norm ist Tier III, die für die modernsten Schiffe gilt. Die Anforderungen für Tier II und I sind niedriger, während für die ältesten Schiffe keine Anforderungen gelten (keine Stufe).*

Sonstige Schiffe und Ausrüstungen

Für die übrigen Schiffe und Ausrüstungen ist kein wesentlich anderer Einsatz vorgesehen, und diese wurden für die aktuelle Aktualisierung so beibehalten, wie sie im Nachtrag zur UVP vom Dezember 2021 vorgesehen sind. Dazu gehören das Rohrverlegungsschiff, die Warteschiffe, die Hubschrauber, das Fackeln und die Plattform für den Anschluss an die NGT-Pipeline und die Düker-Mutterschiffe.

5.3 Aktualisierte Emissionen

Auf der Grundlage der aktualisierten Emissionen wurde eine Neubewertung der Stickstoffemissionen aus den verschiedenen Tätigkeiten vorgenommen. In mehr oder weniger chronologischer Reihenfolge werden die folgenden Tätigkeiten durchgeführt. Für alle Jahre wurde das früheste Jahr, in dem die Tätigkeit stattfinden konnte, angenommen. Dies ist eine konservative Annahme, da die nationalen Emissionen aufgrund saubererer Fahrzeuge und Verbrennungsanlagen autonom zurückgehen.

Vorbohren (2023, 2024 oder 2025)

Ein Vorbohrloch wird mit der Valaris J123 mit SCR gebohrt. Der Zeitraum beträgt 90 Tage. Die Versorgung erfolgt per Hubschrauber und mit dem Versorgungsschiff Havilla Herøy mit SCR. Am Ende der Bohrung wird abgefackelt, um das Bohrloch sauber zu fördern und zu testen. Während der gesamten Bohrung ist ein Wachschiff anwesend (no tier).

Bau der Pipeline (2023, 2024 oder 2025)

Für die Verlegung der Pipeline wird die Lorelay als Verlegeschiff eingesetzt. Die Verlegung wird 24 Tage dauern. Im Gegensatz zu früheren Berechnungen wird kein separates Begleitschiff mehr eingesetzt. Während der Verlegung ist ein Wachschiff anwesend (no tier).

Für den Anschluss der Pipeline bei N05-A wurde für sieben Tage ein Tauchstützfahrzeug (Boka da Vinci) eingesetzt.

Kabelkonstruktion (2023, 2024 oder 2025)

Das Kabel nach Riffgat wird mit der Viking Neptun von DEME als Kabelverlegungsschiff verlegt. Dabei handelt es sich um ein IMO-Tier-III-Schiff mit 80 % weniger Emissionen als üblich. Die Verlegung dauert 13 Tage, wobei das Einhängen einbezogen ist. Im Gegensatz zu früheren Berechnungen wird kein separates Begleitschiff mehr eingesetzt. Während der Verlegung ist ein Wachschiff anwesend (no tier).

Platzierung der Plattform N05-A (2023, 2024 oder 2025)

Die Plattform wird mit dem Kranschiff Sleipnir von Heerema platziert. Um die NO_x-Emissionen zu reduzieren, wurde beschlossen, die Sleipnir mit LNG zu betreiben. Die Emissionen aus dem Einsatz der Sleipnir einschließlich der Unterstützung wurden von Heerema spezifiziert und umfassen die Ausbringung (z. B. Schlepper). Während des Einsatzes (14 Tage) ist ein Wachschiff anwesend (no tier).

NGT-Hot-Tap (2023, 2024 oder 2025)

Der Anschluss der Gaspipeline an den NGT ändert sich nicht in Bezug auf die Methode, wohl aber in Bezug auf die Dauer (17 Tage anstelle der bisherigen 45 Tage). Während dieser 17 Tage werden eine Hubinsel und ein Tauchunterstützungsschiff anwesend sein.

Gleichzeitige Arbeiten / Plattformbohrungen (2024 oder später)

Mitte des Jahres wird davon ausgegangen, dass die Vorbohrung an N05-A angeschlossen wird und die Gasproduktion beginnt. Die Gasproduktion wird praktisch keine NO_x-Emissionen verursachen, da die Produktion unter Strom erfolgt.

Gleichzeitig wird Mitte des Jahres mit dem elektrifizierten Bohren von Produktions- und Explorationsbohrungen begonnen. Wie in der UVP wird für die Bohranlage ein geringer Restverbrauch an Diesel für Generatortests und wesentliche Verbraucher angenommen (5 % der nicht elektrifizierten Bohrungen). Der Transport (Versorgungsschiffe und Hubschrauber) während der gleichzeitigen Arbeiten

ist ähnlich wie bei der Havilla Herøy mit SCR wird jedoch als Versorgungsschiff genutzt. Während des laufenden Betriebs (7 Monate) ist ein Wachschiff anwesend (no tier).

Gasproduktion (2025 oder später)

In Jahren, in denen nur Gas erzeugt wird (elektrifiziert), sind die NO_x-Emissionen minimal und werden weiterhin hauptsächlich durch den Verkehr verursacht. Es wurde davon ausgegangen, dass dies 2025 (günstigstes Szenario und ohne Verzögerung der Arbeiten) oder später der Fall sein wird. In Tabelle 4 sind die aktualisierten Emissionen zusammengefasst.

Tabelle 4: Aktualisierte Emissionen 1. Quartal 2023

Jahr	Tätigkeit	Emissionsquellen	Emissionen	
(2023), 2024 oder 2025	Vorbohren	Diesel-Generatoren Bohranlage	1,83 t NO _x /Jahr / 27 kg NH ₃ /Jahr	
		Fackel	0,25 t NO _x /Jahr	
		Versorgungsschiffe	0,15 t NO _x /Jahr / 2 kg NH ₃ /Jahr	
		Wachschiff	0,39 t NO _x /Jahr	
		Hubschrauber	0,03 t NO _x /Jahr	
	Platzierung der Plattform	Kranschiff Sleipnir mit LNG	29,71 t NO _x /Jahr	
		Wachschiff	0,22 t NO _x /Jahr	
	Bau von Rohrleitungen	Rohrverlegeschiff	7,67 t NO _x /Jahr	
		Wachschiff	0,10 t NO _x /Jahr	
	Konstruktion der Kabel	Kabelverlegungsschiff	0,89 t NO _x /Jahr	
		Wachschiff	0,28 t NO _x /Jahr	
	Einbindung NGT inkl. Anschlussrohr an Einbindung	Tauchunterstützungsschiff	2,64 t NO _x /Jahr	
		Hubarbeitsbühne	0,65 t NO _x /Jahr	
		Versorgungsschiff	0,04 t NO _x /Jahr / 1 kg NH ₃ /Jahr	
	Anschlussleitung N05-A	Tauchunterstützungsschiff	0,76 t NO _x /Jahr	
	Gleichzeitiger Betrieb 7 Monate	Diesel-Generatoren Bohranlage (5%)	0,22 t NO _x /Jahr / 3 kg NH ₃ /Jahr	
		Fackel	0,50 t NO _x /Jahr	
		Hubschrauber	0,09 t NO _x /Jahr	
		Versorgungsschiffe	0,38 t NO _x /Jahr / 6 kg NH ₃ /Jahr	
		Wachschiff	0,92 t NO _x /Jahr	
		Notstromaggregat N05-A	0,01 t NO _x /Jahr	
	Emissionen insgesamt			47,73 t NO_x/Jahr / 39 kg NH₃/Jahr
	2025 oder später	Gleichzeitiger Betrieb	Diesel-Generatoren Bohranlage (5%)	0,37 t NO _x /Jahr / 6 kg NH ₃ /Jahr
Fackel			0,50 t NO _x /Jahr	
Hubschrauber			0,15 t NO _x /Jahr	
Versorgungsschiffe			0,64 t NO _x /Jahr / 10 kg NH ₃ /Jahr	
Wachschiff			1,57 t NO _x /Jahr	
Notstromaggregat N05-A			0,02 t NO _x /Jahr	
Emissionen insgesamt			3,25 t NO_x/Jahr / 16 kg NH₃/Jahr	
Nur Gasproduktion		Hubschrauber	0,02 t NO _x /Jahr	
		Versorgungsschiffe	0,09 t NO _x /Jahr / 1 kg NH ₃ /Jahr	
		Notstromaggregat N05-A	0,01 t NO _x /Jahr	

Emissionen insgesamt

0,12 t NO_x/Jahr / 1 kg NH₃/Jahr

5.4 Aktualisierte Berechnungen

Die Stickstoffdeposition wurde mit dem Berechnungsmodell AERIUS Calculator in Übereinstimmung mit Wnb Art. 2.9, Abs. 4 und der dazugehörigen Naturschutzverordnung (Rnr) Art. 2.1 berechnet. Als Modellinput wurden die Stickstoffemissionen aus dem vorherigen Abschnitt verwendet. Die im Berechnungsmodell für die Stickstoffdeposition verwendeten Einstellungen sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Berechnungseinstellungen des Aerijs-Rechners

Beschreibung	Wert
Version Aerijs-Rechner	2022.2
Rechnungsjahr	2024 und 2025
Berechnete Stoffe	NO _x + NH ₃
Konfiguration der Datenverarbeitung	Berechnung der Naturschutzgebiete
Bewertung von Gebäudeeinflüssen	Der Einfluss von Gebäuden wurde in die Berechnung einbezogen.
Einfluss von Gebäuden	--

Die Berechnungen für die verschiedenen Jahre ergeben folgende Stickstoffdeposition:

- (2023) 2024 oder 2025:
(Bau) - größte Zunahme 0,09 mol/ha/Jahr auf Duinen Schiermonnikoog, Ablagerung auf 3 Flächen;
- 2025 oder später:
(c-o) - größte Zunahme 0,01 mol/ha/yr auf Duinen Schiermonnikoog, Ablagerung auf 1 Fläche;
- 2026 oder später:
(prod.) keine Stickstoffdeposition von mehr als 0,00 mol/ha/Jahr.

Die Saldierung der oben genannten Ablagerung wird in der ergänzenden sachgerechten Bewertung N05- A erörtert, zu der dieser Bericht eine Anlage bildet.

6 Getroffene Abhilfemaßnahmen

Während des Planungsprozesses des gesamten N05-A-Projekts wurden bereits in einem frühen Stadium Möglichkeiten untersucht, die Stickstoffemissionen in allen Phasen des Projekts so weit wie möglich zu reduzieren. Diese Maßnahmen sind bereits Teil der ursprünglich bevorzugten Alternative für die UVP und werden in der UVP für N05-A beschrieben. Die wichtigsten Minderungsmaßnahmen werden im Hauptabschnitt 5.4 des Nachtrags zur UVP vom Dezember 2021 beschrieben und quantifiziert (siehe auch Kapitel 7 von Teil 2 des UVP für N05-A). Diese sind:

- Elektrifizierung der Gasförderplattform N05-A: Die Förderplattform wird mit Strom aus dem deutschen Windpark Riffgat versorgt und es wird nur ein kleines Notstromaggregat auf der Plattform N05-A benötigt. Diese Maßnahme sorgt dafür, dass NO_x-Emissionen während der Betriebsphase (in der aktuellen Planung ab Mitte 2024) fast vollständig vermieden werden. In der UVP wurde errechnet, dass sich diese Reduzierung auf etwa 57 Tonnen NO_x pro Jahr beläuft und für die gesamte Lebensdauer der Plattform gilt.
- Elektrifizierung der Bohrinself: Die Bohrinself wird mit Strom aus dem deutschen Windpark Riffgat betrieben. Durch diese Maßnahme werden die Emissionen der Dieselgeneratoren auf der Bohrinself in die Luft weitgehend vermieden, und es verbleiben nur geringe Restemissionen aus den Motoren, die nicht elektrifiziert werden können. Diese Maßnahme sorgt dafür, dass bei gleichzeitiger Förderung und Bohrung im Jahr 3 (gleichzeitiger Betrieb) NO_x-Emissionen fast vollständig vermieden werden. Die

Reduktion im Vergleich zu einer konventionellen Bohranlage beträgt etwa 28 Tonnen NO_x pro Jahr und gilt für die Jahre der gleichzeitigen Bohrung und Gasförderung. Diese Verringerung wird auch bei der derzeit geplanten Projektdurchführung gelten.

- Bohrinself mit SCR (Selective Catalytic Reduction): Während der Vorbohrung kann die Bohrinself noch nicht elektrifiziert werden, da das Kabel zum Windpark Riffgat noch nicht verlegt ist. Um die NO_x-Emissionen während der Vorbohrung zu reduzieren, wird eine Bohrplattform eingesetzt, auf der die Diesellgeneratoren mit SCR ausgerüstet sind. Dadurch wird eine Emissionsminderung von 85 % bis über 90 % im Vergleich zu einer herkömmlichen Bohranlage erreicht. Dies entspricht einer Reduzierung von etwa 17 Tonnen NO_x und gilt für das Jahr, in dem die Vorbohrung durchgeführt wird. Dieser Reduktionsprozentsatz gilt auch bei der derzeit geplanten Projektdurchführung, die absolute Reduktion kann jedoch leicht abweichen, da einerseits kürzere Bohrungen, andererseits eine schwerere Anlage zum Einsatz kommt.
- Rückgewinnung von Fackelgas: Am Ende der Bohrung muss das gebohrte Bohrloch gereinigt und getestet werden. Das dabei freigesetzte Erdgas wird in der Regel abgefackelt. Wird die Bohrinself gleichzeitig neben der in Betrieb befindlichen Produktionsplattform betrieben, kann ein Teil des beim Testen freigesetzten Erdgases über die Förderanlage in verkaufsfähiges Erdgas umgewandelt werden. Dies führt zu einer Halbierung der Fackelemissionen, was einer Verringerung von 0,5 Tonnen NO_x pro Jahr entspricht und für die Jahre gilt, in denen gleichzeitig gebohrt und Gas gefördert wird.

In der Ergänzung zur UVP wurde berechnet, dass die oben genannten Minderungsmaßnahmen über die gesamte Projektlaufzeit von etwa 20 Jahren zu einer Verringerung von über 95 % führen (1.200 Tonnen NO_x ohne Maßnahmen und 50 Tonnen NO_x mit Maßnahmen).

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind diese Abhilfemaßnahmen immer noch vorgesehen. Darüber hinaus wurde in den letzten Monaten die Durchführbarkeit weiterer Abhilfemaßnahmen untersucht. Die machbaren Maßnahmen werden in diesem Bericht beschrieben und betreffen:

- Verwendung von LNG als Kraftstoff für die Sleipnir-Kranplattform anstelle von Schiffsdiesel;
- Einsatz von saubereren Arbeitsschiffen, soweit dies möglich ist (Kabelverlegungsschiff und Versorgungsschiff).

Anlage 1

Methodik zur Berechnung der Stickstoffemissionen

Wie in der UVP für die Gasförderung N05-A verwendet

Hinweis: Diese Anlage wurde wortwörtlich aus dem Nachtrag zur UVP vom Dezember 2021 übernommen und ist in Bezug auf Planung und Ausstattung nicht aktualisiert. Dies wurde bewusst gemacht, um die Ausgangspunkte für die aktuelle Aktualisierung zu erfassen und darzustellen. Die Grundlage und Ausarbeitung der Aktualisierung der Stickstoffberechnungen ist im Haupttext dieses Berichts beschrieben.

Dieser Anhang enthält die Begründung für die Emissionen, wie sie in der Ergänzung zur UVP für die Gasförderung N05-A beschrieben sind. Die Emissionen basieren auf den früheren Emissions- und Depositionsberichten in der UVP und den Genehmigungsanträgen für das Projekt N05-A und dem nachfolgenden Addendum (November 2020) und Erratum (Januar 2021). Diese Anlage für die Ergänzung basiert in erster Linie auf Anlage 1 des Erratums, wurde jedoch im Hinblick auf die geänderte VKA und neue Entwicklungen bei Gesetzen und Vorschriften aktualisiert.

A1 Stickstoffemissionen Vorbohrungen Jahr 1

Jahr 1 bezieht sich auf das Jahr, in dem die so genannten Vorbohrungen abgeteuft werden. Da die Förderplattform dann noch nicht zur Verfügung steht, kann die Bohrplattform noch nicht elektrifiziert werden. Außerdem muss das gesamte Testgas aus den Bohrungen abgefackelt werden, da es noch nicht teilweise über die Förderplattform gefördert werden kann. Die Abteufung der *Vorbohrungen* wird insgesamt etwa acht Monate dauern. Die Stickstoffemissionen während der Vorbohrungen im Berechnungsjahr Jahr 1 setzen sich aus den Emissionen des Bohrturms sowie der Schiffs- und Flugbewegungen zum Zweck der Bohrung zusammen. Die Emissionsquellen, die einen relevanten Beitrag zu den NO_x- und NH₃-Emissionen leisten, werden im Folgenden beschrieben.

A1.1 Emissionen Bohranlage

Die Erkundungsbohrungen werden mit einer mobilen, selbsthebenden Bohrplattform durchgeführt. Derartige Bohranlagen werden überwiegend elektrisch betrieben, wobei der Strom auf der Bohrplattform mit eigenen Dieselgeneratoren erzeugt wird. Während der Vorbohrung wird der benötigte Strom auf der Plattform erzeugt.

Um eine zuverlässige Stromversorgung zu gewährleisten, verfügen Bohrseln in der Regel über vier bis sechs (identische) Generatoren. Um die Stickstoffemissionen und damit die Stickstoffablagerung auf stickstoffsensiblen Habitattypen in Natura-2000-Gebieten an Land zu reduzieren, beschafft ONE- Dyas eine Bohranlage, auf der die besten verfügbaren Techniken (BVT) zur Reduzierung der NO_x-Emissionen der Generatoren angewandt wurden. Um eine weitreichende Reduzierung der NO_x-Emissionen zu erreichen, sind die Generatoren auf dieser Bohranlage bereits mit selektiven katalytischen Reduktionssystemen (SCR) ausgestattet. Mit SCR-Systemen werden sehr hohe Reduzierungen der NO_x-Emissionen erreicht. Ein negativer Nebeneffekt von SCR-Systemen ist, dass ihr Einsatz zu geringen NH₃-Emissionen führen kann. Dies liegt daran, dass bei der katalytischen NO_x-Reduzierung Ammoniak oder Harnstoff (eine Ammoniakverbindung) als Reduktionsmittel verwendet wird. Ein kleiner Teil des eingespritzten Ammoniaks oder Harnstoffs reagiert nicht mit NO_x und verlässt das Abgas als NH₃. Dies wird als Ammoniakschlupf bezeichnet. Durch die richtige Einstellung des SCR-Systems kann der Ammoniakschlupf so gering wie möglich gehalten und dennoch eine gute NO_x-Emissionsreduzierung erreicht werden.

Die für die Berechnungen verwendeten Emissionswerte wurden von ONE-Dyas beim Lieferanten der Bohranlage angefordert. In diesem Fall handelt es sich um die Prospector 1 von Borr Drilling. Dabei handelt es sich um eine Bohrsel mit sechs Dieselgeneratoren, die jeweils mit einem SCR-System ausgestattet sind. Die Ergebnisse des Messberichts zeigen, dass die SCR-Systeme der verschiedenen Motoren bei den Messungen nicht völlig gleich eingestellt waren. Insbesondere die Harnstoffdosierung an den Motoren 1 und 2 war höher eingestellt als die Dosierung an den anderen Motoren. Infolgedessen haben die Motoren 1 und 2 geringere NO_x-Emissionen, aber einen höheren NH₃-Schlupf als die anderen Motoren. Stickstoffdepositionsberechnungen mit Aerius zeigen, dass der höhere NH₃-Schlupf zu mehr Stickstoffdeposition in stickstoffempfindlichen Natura 2000-Gebieten führt. Da für die Durchführung der Erkundungsbohrungen maximal vier Generatoren erforderlich sind, werden für die Aerius-Berechnungen die NO_x- und NH₃-Emissionen der Motoren 3 bis 6 angenommen. Sollte die Umsetzung der Rationen den Einsatz von Motor 1 oder 2 erfordern, wird dessen Harnstoffdosierung entsprechend der Dosierung der Motoren 5 und 6 festgelegt. In Tabelle 5 sind die für die Dieselgeneratoren verwendeten Kennzahlen

Hinweis: Die Bohranlage Borr Prospector 1 ist hier als typische Anlage aufgeführt, ONE-Dyas behält sich jedoch das Recht vor, eine andere Anlage mit gleichwertiger Leistung einzusetzen.

Tabelle 5: Emissionen Dieselgeneratoren Bohranlage (Quelle: KW3-20200099R01, Tabelle 01 und Tabelle 02)

Parameter	NO _x ¹⁾	NH ₃ ¹⁾
Dieserverbrauch Generatoren Gesamtbohrung (8 Monate bei 9 m ³ / Tag)	2 190 m ³	
Durchschnittliche Konzentration bei 15 v% O ₂ trocken (Messung KW3) ²⁾	42,7 mg/Nm ³	1,5 mg/Nm ³
Rauchgasvolumen bei 15 v% O ₂ trocken ²⁾	953 10 ³ Nm ³ /hr ³	
Emission Lastgeneratoren Jahr 1	2 840 kg	95 kg

- 1) Alle Werte in der Tabelle sind der Durchschnitt der von KW3 gemessenen Werte für die Motoren "Motor 3 bis 6";
- 2) Basierend auf einem unteren Heizwert von 43 MJ/kg Diesel und berechnet nach der Standardformel zur Bestimmung des Abgasdurchsatzes für flüssige Brennstoffe (<https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/meten-en-rapporteren/meten-air-emissions/l40-manual/5-reduction>).

A1.2 Fackel

Nach dem Bohren eines Bohrlochs wird dieses sauber gefördert und getestet. Dabei wird (ein Teil) des gefördertem Gases abgefackelt („flaring“). Die Menge des abzufackelnden Gases hängt von der Art des Bohrlochs ab und davon, ob es vor oder nach dem Platzieren der Förderplattform gebohrt wird (*Vorb Bohrungen* bzw. *gleichzeitiger Betrieb*). Beim gleichzeitigen Betrieb wird das Gas gleichzeitig gebohrt und gefördert, so dass ein Teil des Testgases in der Aufbereitungsanlage auf der Förderplattform verarbeitet werden kann. In diesem Fall muss nur das erste Gas, das noch zu stark mit Bohrspülungsresten verunreinigt ist, abgefackelt werden.

- Gesamte Abfackelmenge pro Bohrloch bei Vorb Bohrungen (Jahr 1): 1,0 Millionen Nm³ Erdgas;
- Gesamte Fackelmenge pro Bohrloch bei gleichzeitigem Betrieb (Jahr 3): 0,5 Millionen Nm³ Erdgas

Die Anzahl der zu bohrenden Bohrungen variiert zwischen Jahr 1 und Jahr 3. Es wird davon ausgegangen, dass im Jahr 1 etwa 8 Monate lang Vorb Bohrungen durchgeführt werden, wobei ein Bohrloch zweimal getestet wird. Im Jahr 3 wird das ganze Jahr über gebohrt, und es werden vier Bohrungen pro Jahr getestet.

Auf der Grundlage dieser Daten fasst die nachstehende Tabelle die NO_x-Emissionsbelastung sowohl für Jahr 1 als auch für Jahr 3 zusammen. Die Bestimmung der Emissionsbelastung der Fackel auf der Bohrin sel basiert auf dem in MilieuMonitor 14⁴ verwendeten System. Daraus ergibt sich ein Emissionswert für NO_x von 9 g/GJ bei vollständiger Verbrennung und 4,5 g/GJ bei unvollständiger Verbrennung. Als Worst-Case- Annahme wird ein Emissionswert von 9 g/GJ zur Bestimmung der NO_x-Emissionsbelastung beim Abfackeln verwendet.

Tabelle 6: Bestimmung der NO_x-Emissionsbelastung durch Abfackeln von Gas während des Bohrens auf der Bohranlage – Jahr 1 und Jahr 3

Quelle	Jahr	Fackelmenge insgesamt [Millionen Nm ³ /Jahr]	Energieverbrauch ¹⁾ [GJ]	Emissionsrate [g NO _x /GJ]	Emissionsbelastung [kg NO _x / Jahr]
Fackel	Jahr 1	2	55 000	9	495
	Jahr 3	2	55 000	9	495

⁴ *Flüchtige Emissionen und Emissionen aus Lagerung und Umschlag, Handbuch der Emissionsfaktoren" Environmental Monitor Report Series, Nummer 14, RIVM, März 2004.*

A1.3 Versorgungsschiffe

Zur Versorgung der Bohr- und Förderplattform werden die Plattformen regelmäßig von *Versorgungsschiffen* angefahren. Die Schiffe legen eine Strecke von 7,5 km von der Schifffahrtsroute durch die Nordsee bis zur Plattform zurück. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund dieser kurzen Entfernung jeder Besuch eines *Versorgungsschiffs* 0,25 Schiffstagen entspricht. Aufgrund der Entsorgung von Bohrklein und Schlamm in der modifizierten VKA ist die Anzahl der Versorgungsschiffe in den Jahren mit Bohrungen (Jahr 1 und Jahr 3) höher als in der ursprünglichen VKA.

Bei der Berechnung der Stickstoffdeposition aufgrund von Transporten zum Standort der Plattform wurde nur der Verkehr bis zu dem Punkt berücksichtigt, an dem er „in das vorherrschende Verkehrs- und Navigationsbild einbezogen ist“. Dies steht im Einklang mit der AERIUS 2020-Anweisung zur Auffüllung. In den Anweisungen von AERIUS 2020 heißt es außerdem ausdrücklich, dass "die Offshore-Schifffahrt als Teil des vorherrschenden Verkehrsbildes betrachtet wird und nicht modelliert werden muss". In den Stickstoffstudien als Teil der UVP und ihren späteren Ergänzungen wurde die Stickstoffdeposition gemäß dieser Anweisung berechnet. Der Grund für diesen Ansatz ist, dass der Verkehr auf Durchgangsstraßen bereits in die Hintergrundkonzentration einfließt und der Projektverkehr in dieser nach der Verschneidung nicht erneut berechnet werden muss. Entgegen der AERIUS-Anweisung wurde der Schiffsverkehr von der Plattform zu einer Schifffahrtsstraße einbezogen, obwohl dies auf offener See nicht notwendig wäre.

Tabelle 7: Ermittlung der Emissionsbelastung durch Versorgungsschiffe für die Produktionsplattform im Jahr1 und Jahr3

Quelle	Schiffskategorie ¹⁾	Jahr	Schiffstagen (insgesamt)	Emissionsrate [kg NO _x / Schiffstag]	Emissionsbelastung [kg NO _x / Jahr]
Versorgungsschiffe	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 1000 - 2999	Jahr 1	32	37,9	1 440
		Jahr 3	51	37,9	2 236
		Jahr 4	7	37,9	265

1) Einen Überblick über alle verwendeten Schiffmodelle und die entsprechenden Emissionswerte finden Sie in Abschnitt A5.

A1.4 Hubschrauber

Die Bohr- und Förderplattform wird regelmäßig von Hubschraubern besucht. Jeder Hubschrauber landet und steigt einmal pro Besuch auf dem Helideck (*Landing and Take Off*, LTO). Die Flughöhe eines Hubschraubers beträgt 3000 Fuß (etwa 900 Meter). Es kann davon ausgegangen werden, dass er sich oberhalb der unteren Inversionsschicht der Atmosphäre befindet. Dies hat zur Folge, dass die Ausbreitung der emittierten Stoffe in einem so großen Ausmaß stattfindet, dass die Auswirkungen des Hubschrauberfluges in Flughöhe am Boden (1,5 Meter Höhe) nicht mehr spürbar sind. Daher wird bei Hubschraubern nur die LTO auf dem Helideck als relevante Emissionsquelle betrachtet. Die folgende Tabelle fasst die Ermittlung der Emissionsbelastung durch die LTO von Hubschraubern zusammen. Sie basiert auf den Emissionswerten, die im Bericht "Guidance on the Determination of Helicopter Emissions" des Schweizer Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL)⁵ angegeben sind. Dabei wurde die Eurocopter/Airbus EC155b als repräsentatives Modell verwendet.

Tabelle 8: Bestimmung der NO_x-Emissionsbelastung für Hubschrauber, die die Bohrinsel im Jahr 1, Jahr 3 und Jahr 4 anfliegen

Quelle	Jahr	Anzahl der Besuche pro Jahr	Emissionsrate [kg NO _x /LTO]	Emissionsbelastung [kg NO _x /Jahr]
Hubschrauber	Jahr1	193	0,286	55
	Jahr3	308	0,286	88
	Jahr4	62	0,286	18

⁵ Leitfaden zur Bestimmung von Hubschrauberemissionen", Ausgabe 2, BAZL, Dezember 2015, ref: COO.2207.111.2.2015750



A1.5 Wachtschiffe

Während der Bohrungen ist ständig ein Wachtschiff an der Plattform anwesend. Auf der Grundlage des Schiffstils für Wachtschiffe und der entsprechenden Emissionsrate wird die Emissionsbelastung durch diese Quelle im Folgenden zusammengefasst.

Tabelle 9: Ermittlung der Emissionsbelastung durch Wachtschiffe im Umfeld der Bohranlage

Quelle	Schiffskategorie ¹⁾	Jahr	Schiffstage (insgesamt)	Emissionsrate [kg NO _x / Schiffstag]	Emissionsbelastung [kg NO _x / Jahr]
Wachtschiffe	Kühlschiffe und Fischereifahrzeuge, GT: 100 - 1599	Jahr 1	245	4,3	1 054
		Jahr 3	365	4,3	1 570

1) Einen Überblick über alle verwendeten Schiffmodelle und die entsprechenden Emissionswerte finden Sie in Abschnitt A5.

A2 Stickstoffemissionen in der Bauphase Jahr 2

Jahr 2 bezieht sich auf die Bauphase. In diesem Jahr wird die Förderplattform installiert und die Pipeline und das Stromkabel verlegt. Die Stickstoffemissionen während der Bauphase bestehen hauptsächlich aus den Emissionen der Arbeitsschiffe, die während der Bauarbeiten eingesetzt werden. Die Emissionsquellen, die einen relevanten Beitrag zu den NO_x- und NH₃-Emissionen leisten, werden im Folgenden beschrieben.

Während der Bauphase werden im Falle der VKA die folgenden Aktivitäten durchgeführt:

- Platzierung der Produktionsplattform;
- Verlegung einer Gasleitung und Anschluss an die bestehende NGT-Leitung;
- Verlegung von Stromkabeln zum Windpark.

Für alle Bautätigkeiten wird die Auswirkung der Emissionen von Schiffen von einer durchgehenden Schifffahrtsroute bis zum Standort der Plattformen (und umgekehrt) ermittelt. Schiffe auf einer Schifffahrtsroute gehören zum vorherrschenden Verkehrsmuster und werden nicht in das Projekt einbezogen, da sie bereits in den Hintergrundkonzentrationen enthalten sind. Die Entfernung von der Schifffahrtsroute zum Standort der Plattform wird konservativ auf 7,5 km (15 km hin und zurück) geschätzt.

In diesem Stadium des Projekts sind noch nicht alle eingesetzten Schiffe und Schiffstypen festgelegt. Daher wird von einer Reihe typischer Schiffe für die verschiedenen Tätigkeiten ausgegangen. Für jedes Schiff wird ein durchschnittlicher Schiffstyp und eine typische Einsatzdauer angenommen. Die Einsatzdauer wird in "Schiffstagen" ausgedrückt. Dies ist die Anzahl der Tage, die ein bestimmter Schiffstyp insgesamt im Einsatz ist. Es wird davon ausgegangen, dass ein Schiffstag 24 Stunden dauert, so dass Schwankungen bei den Liegezeiten, der Maschinenkapazität und der Fahrt zur/von der Schifffahrtsroute in die zu verwendende Emissionsrate einfließen. Bei allen Annahmen werden im Falle von Unsicherheiten konservative Annahmen verwendet, um eine Unterschätzung der Emissionen zu vermeiden.

Eine Übersicht über die repräsentativen Schiffe, die als Modellschiffe für jeden Quellentyp verwendet wurden, ist in Abschnitt A5 zu finden. Dazu gehört auch die Ermittlung der Emissionswerte. Als Bezugsjahr wurde das Jahr 2021 gewählt, da dies das früheste Jahr ist, in dem die Aktivitäten stattfinden können. Die Trends bei den Emissionszahlen von Schiffen zeigen, dass die Schiffsmotoren immer sauberer werden, so dass das Jahr 2021 als Worst-Case-Annahme verwendet wurde.

⁶ Anzahl der Seeschiffe zum Zweck der Emissions- und Ausbreitungsberechnungen in AERIUS, Update 2018" (TNO 2019, R11040).

A2.1 Standort der Produktionsplattform

Die Förderplattform wird mit einem Schlepper über die Nordsee zum Standort gebracht. Anschließend wird sie von einem Kranschiff platziert. Es wird davon ausgegangen, dass die Platzierung der Förderplattform etwa zwei Wochen dauern wird. Während dieses Zeitraums werden voraussichtlich die folgenden Schiffe anwesend sein:

- 1 Schlepper für den Transport der Plattform zur Baustelle: insgesamt 1 Schiffstag;
- 1 Kranschiff für die Platzierung der Plattform: insgesamt 14 Schiffstage;
- 1 Wachschiff für Sicherheit und Katastrophenhilfe (in Bereitschaft): insgesamt 14 Schiffstage.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Ermittlung der Emissionsraten.

Tabelle 10: Ermittlung der Emissionsbelastung durch die Installation der Produktionsplattform

Quelle	Schiffskategorie	Schiffs-tage (insgesamt)	Emissionsrate [kg NO _x / Schiffstag]	Emissionsbelastung [kg NO _x / Jahr]
Schlepper	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 3 000 - 4 999	1	63	63
Kranchiff	Schlepper, Arbeitsboote und andere, BRZ: 5 000 - 9 999	14	108	1 512
Wachschiffe	Kühlschiffe und Fischereifahrzeuge, GT: 100 - 1 599	14	4,3	60

A2.2 Verlegung der Gasleitung und Anschluss an die bestehende NGT-Leitung

Das geförderte Gas wird über eine neu verlegte Gaspipeline zur North Gas Transmission Pipeline (NGT-Pipeline) transportiert. Diese neue Gaspipeline wird mit einem Verlegeschiff verlegt. Mehrere andere Schiffe sind zur Unterstützung ebenfalls anwesend. Nach der Verlegung wird die Pipeline mit der Plattform und der NGT-Pipeline verbunden, was ebenfalls den Einsatz von Schiffen erfordert. Insgesamt wird nach Expertenmeinung davon ausgegangen, dass die folgenden Schiffe eingesetzt werden:

- 1 Rohrverlegungsschiff für die Verlegung der Gaspipeline: insgesamt 8 Schiffstage;
- 1-2 Hilfsschiffe für Unterstützungstätigkeiten: insgesamt 28 Schiffstage;
- 1-2 Wachschiffe für Sicherheits- und Katastropheneinsätze (Bereitschaftsdienst): insgesamt 28 Schiffstage.
- 1 Versorgungsschiff für die Versorgung und den Abtransport von Personen und Ausrüstung: insgesamt 3 Schiffstage.
- 1 Tauchunterstützungsschiff für Taucheinsätze (Bereitschaftsdienst): insgesamt 22 Schiffstage;
- 1 Hubinsel zur Unterstützung des Anschlusses an die NGT-Pipeline: insgesamt 45 Schiffstage.

Die Ermittlung der Emissionsbelastung ist in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Ermittlung der Emissionsbelastung durch die Verlegung der Gasleitung und den Anschluss an die bestehende NGT-Leitung

Quelle	Schiffskategorie	Schiffstage (insgesamt)	Emissionsrate [kg NO _x / Schiffstag]	Emissionsbelas- tung [kg NO _x / Jahr]
Rohrverlegeschiff	Schlepper, Arbeitsboote und andere, BRZ: 10 000 - 29 999	8	295	2 360
Hilfsschiffe	Schlepper, Arbeitsboote und andere, BRZ: 10 000 - 29 999	28	295	8 260
Wachtschiffe	Kühlschiffe und Fischereifahrzeuge, GT: 100 - 1599	28	4,3	120
Versorgungsschiff	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 1000 - 2999	3	37,9	114

Quelle	Schiffskategorie	Versandtage (insgesamt)	Emissionsrate [kg NO _x / Schiffstag]	Emissionsbelastung [kg NO _x / Jahr]
Tauchunterstützungsschiff	Schlepper, Arbeitsboote und andere, BRZ: 5000 - 9999	22	108	2 376
Hubarbeitsbühne	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 1000 - 2999	45	37,9	1 706

A2.3 Verlegung Stromkabel zum Windpark

Für die Stromversorgung der Bohr- und Förderplattform wird in Übereinstimmung mit der VKA ein Stromkabel zwischen der Förderplattform und dem nahe gelegenen Windpark Riffgat verlegt. Dieser Windpark befindet sich 8 km östlich der Plattform. Wie bei der Verlegung der Gaspipeline werden ein Verlegeschiff und ein Arbeitsschiff zur Unterstützung eingesetzt. Ein bis zwei *Wachschiffe* sind auch bei dieser Tätigkeit ständig *im Einsatz*. Insgesamt wird aufgrund von Expertenschätzungen von folgenden Schiffen ausgegangen:

- 1 Kabelverlegeschiff (identisch mit dem Rohrverlegeschiff): insgesamt 9 Schiffstage;
- 1 Unterstützungsschiff für Unterstützungstätigkeiten: insgesamt 9 Schiffstage;
- 1-2 Wachschiffe für Sicherheits- und Katastropheneinsätze (in Bereitschaft): insgesamt 15 Schiffstage.

Die Ermittlung der Emissionsbelastung erfolgt analog zu der bei der Verlegung der Gaspipeline angewandten Methodik und ist in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Ermittlung der Emissionsbelastung durch die Stromkabelverlegung

Quelle	Schiffskategorie	Versandtage (insgesamt)	Emissionsrate [kg NO _x / Schiffstag]	Emissionsbelastung [kg NO _x / Jahr]
Kabelverlegungsschiff	Schlepper, Arbeitsboote und andere, BRZ: 10 000 - 29 999	9	295	2 655
Hilfsschiff	Schlepper, Arbeitsboote und andere, BRZ: 10 000 - 29 999	9	295	2 655
Wachschiffe	Kühlschiffe und Fischereifahrzeuge, GT: 100 - 1599	15	4,3	65

A3 Stickstoffemissionen gleichzeitiger Betrieb Jahr 3

Jahr 3 bezieht sich auf die vier Jahre, in denen Gas von der Produktionsplattform N05-A gefördert wird und gleichzeitig neue Bohrungen mit einer Bohranlage abgeteuft werden. Diese Kombination wird als "Gleichzeitiger Betrieb" bezeichnet. In Übereinstimmung mit der VKA wird davon ausgegangen, dass bei gleichzeitigem Betrieb sowohl die Bohr- als auch die Förderplattform elektrifiziert sind. Die Stickstoffemissionen bei gleichzeitigem Betrieb setzen sich zusammen aus den Restemissionen der Bohr- und Förderplattform sowie des Schiffs- und Flugverkehrs für die Zwecke des Betriebs. Die Emissionsquellen, die einen relevanten Beitrag zu den NO_x- und NH₃-Emissionen leisten, werden im Folgenden beschrieben.

A3.1 Emissionen Bohranlage

Bei den gleichzeitigen Arbeiten wird derselbe Bohranlagentyp wie bei den Vorbohrungen verwendet (siehe Abschnitt A1.1), aber im Gegensatz zu den Vorbohrungen wird die Anlage bei den gleichzeitigen Arbeiten im Wesentlichen elektrisch betrieben. Bei einer vollelektrisch betriebenen Bohranlage sind die



einigen stationären Quellen von NO_x-Emissionen die (vorhandenen) dieselbetriebenen Generatoren, die einmal im Monat für eine Stunde getestet werden, und zusätzlich einige Motoren, die schwer zu elektrifizieren sind wie z.B. die von Kränen. Es wird angenommen, dass bei der Elektrifizierung ein Restverbrauch von 0,4 m³ Diesel pro Tag verbleibt. Die Emissionsbelastung aus dieser Quelle wird im Folgenden ermittelt. In Tabelle 13 sind die Restemissionen der Bohranlage bei gleichzeitigem Betrieb zusammengefasst.

Tabelle 13: Emissionen Dieselgeneratoren Bohranlage

Parameter	¹⁾ NO _x	¹⁾ NH ₃
Dieserverbrauch der Bohrgeneratoren (12 Monate bei 0,4 m ³ / Tag)	2 190 m ³	
Durchschnittliche Konzentration bei 15 v% O ₂ trocken (Messung KW3) ²⁾	42,7 mg/Nm ³	1,5 mg/Nm ³
Rauchgasvolumen bei 15 v% O ₂ trocken ²⁾	63 10 ³ Nm ³ /hr ³	
Emissionslastgeneratoren Gesamtbohrung	190 kg / Bohrung	6 kg / Bohrung

- 1) Alle Werte in der Tabelle sind der Durchschnitt der von KW3 gemessenen Werte für die Motoren "Motor 3 bis 6";
- 2) Basierend auf einem unteren Heizwert von 43 MJ/kg Diesel und berechnet nach der Standardformel zur Bestimmung des Abgasdurchsatzes für flüssige Brennstoffe (<https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/meten-en-rapporteren/meten-air-emissions/l40-manual/5-reduction>).

A3.2 Abfackeln von Emissionen

Die Emissionen beim Abfackeln von Gas bei gleichzeitigem Betrieb werden in Abschnitt A1.2 beschrieben.

A3.3 Emissions-Produktionsplattform

Bei einer vollständig elektrifizierten Plattform ist die einzige stationäre NO_x-Emissionsquelle das dieselbetriebene Notstromaggregat für den Fall eines Stromausfalls. Dieses Notstromaggregat läuft fast nie, wird aber einmal im Monat für 1 Stunde getestet. Dabei werden 2,7 m³ (2 259 kg) Diesel pro Jahr verbraucht. Die thermische Nennleistung des Motors beträgt 0,8 MW_{th} und die Emissionsanforderungen werden durch Art. 3.10e, Abm bestimmt. In der nachstehenden Tabelle ist die Bestimmung der NO_x-Emissionsbelastung zusammengefasst.

Tabelle 14: Ermittlung der Emissionsbelastung NO_x Notstromdieselaggregat (monatlicher Testlauf) auf Produktionsplattform

Quelle	Emissionsanforderungen NO _x [mg/Nm ³] ³	Dieserverbrauch [kg Diesel/Jahr]	Stöchiometrisches trockenes Rauchgasvolumen (15% O ₂) ¹⁾ [Nm ³ /kg Diesel]	Abgasdurchsatz (15% O ₂) [Nm ³ /Jahr]	Emissionsbelastung [kg NO _x / Jahr]
Notstromaggregat	150	2 259	36,5	82,5	12

- 1) Basierend auf einem unteren Heizwert von 43 MJ/kg Diesel und berechnet nach der Standardformel zur Bestimmung des Abgasdurchsatzes für flüssige Brennstoffe (<https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/meten-en-rapporteren/meten-air-emissions/l40-manual/5-reduction>).

A3.4 Schiffe und Hubschrauber

Wie bei den Vorbohrungen werden auch bei den gleichzeitigen Arbeiten Schiffe (Versorgungsschiffe) und Hubschrauber zur Versorgung der Plattform und zum Transport des Personals eingesetzt. Es wurde davon ausgegangen, dass die Besuche für Bohrungen und Gasförderung kombiniert werden. Die Häufigkeit der Besuche wird durch die Bohrungen bestimmt, da diese die meisten Transporte erfordern. Daher sind keine zusätzlichen Besuche für die Förderplattform erforderlich. Aufgrund der Entsorgung von Bohrklein und Schlamm in der angepassten VKA ist die Anzahl der Versorgungsschiffe in den Jahren mit Bohrungen (Jahr 1 und Jahr 3) höher als in der ursprünglichen VKA.

Darüber hinaus ist bei gleichzeitigen Einsätzen ein Wachschiff anwesend. Der einzige Unterschied

besteht darin, dass der Einsatz während der Vorübungen auf etwa acht Monate und während des gleichzeitigen Betriebs auf ein ganzes Jahr begrenzt ist. Die NO_x-Emissionsbelastungen der Schiffe als Hubschrauber sind in den entsprechenden Abschnitten des Abschnitts A1 beschrieben.

A4 Stickstoffemissionen Gasproduktion Jahr 4

Jahr 4 bezieht sich auf die Jahre, in denen nur Gas auf der Förderplattform produziert, aber nicht gebohrt wird. Das Jahr 4 wird während der Lebensdauer der N05-A-Plattform am häufigsten vorkommen. In Übereinstimmung mit der VKA wird die Förderplattform während der Gasförderphase elektrifiziert. Die Stickstoffemissionen setzen sich aus den Restemissionen der Förderplattform und den betriebsbedingten Schiffs- und Flugbewegungen zusammen. Die Emissionsquellen, die einen relevanten Beitrag zu den NO_x- und NH₃-Emissionen leisten, werden im Folgenden beschrieben.

A4.1 Emissions-Produktionsplattform

Auf einer vollständig elektrifizierten Plattform ist die einzige stationäre Quelle von NO_x-Emissionen das dieselbetriebene Notstromaggregat für den Fall eines Stromausfalls. Der Einsatz und die Emissionen dieses Notstromaggregats sind dieselben wie bei gleichzeitigem Betrieb und werden in Abschnitt A3.3 beschrieben.

A4.2 Schiffe und Hubschrauber

Wie beim gleichzeitigen Betrieb werden auch bei der Gasförderung Schiffe und Hubschrauber zur Versorgung der Plattform und zum Transport des Personals eingesetzt. Die Häufigkeit der Besuche ist jedoch wesentlich geringer, da die Plattform während der Förderung die meiste Zeit bemannt betrieben wird. Außerdem ist während der Produktion kein Wachschiff erforderlich. Die NO_x-Emissionsbelastung der Schiffe als Hubschrauber wird in den entsprechenden Abschnitten von Abschnitt A1 beschrieben.

A5 Referenzliste von Schiffsmodellen

Tabelle 15: Übersicht der verwendeten Referenzschiffe

Typ	Modellschiff	Kategorie	Ref	Emissionsrate NO _x ¹⁾ [kg/Schiffstag]	Höhe des Ausstoßes [m]	Emissions- wärme [MW]
Kranschiff	JB-118" (CMHI)	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 5000 - 9 999	[1]	139	20	0,37
Schlepper	Boka Summit" (Boskalis)	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 3 000 - 4 999	[2]	72,0	15	0,19
Wachschiff	Delphin" (Rederij Groen)	Kühlschiffe und Fischereifahrzeuge, GT: 100-1599	[3]	21,6	10	0,04
Rohr- /Kabelverlegung sschiff	Lorelay" (Alle Meere)	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 10 000 - 29 999	[4]	374	28	0,88
Hilfsschiff	Calamity Jane" (Allseas)	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 10 000 - 29 999	[5]	374	28	0,88

Projektbezogen

Tauchunterstützungsschiff	Boka Da Vinci" (Boskalis)	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 5 000 - 9 999	[6]	139	20	0,37
---------------------------	---------------------------	---	-----	-----	----	------

Projektbezogen

Versorgungsschiff	VOS-Basis" (Vroon)	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 1 600 - 2999	[7]	50,4	12	0,13
-------------------	--------------------	--	-----	------	----	------

Typ	Modellschiff	Kategorie	Ref	Emissionsrate ¹⁾ NO _x [kg/Sendetag]	Auswurfhöhe [m]	Emissionswärme [MW]
Jack-up Plattform	Kraken" (Seeschwalben)	Schlepper, Arbeitsboote und andere, GT: 1600 - 2999	[8]	50,4	12	0,13

1) Ein Schiffstag umfasst 24 Stunden. Die Emissionsraten für einen Schiffstag basieren auf den Emissionsraten für stillgelegte Schiffe (Jahr 2021) gemäß dem Bericht "Vessel counts for emission and dispersion calculations in AERIUS, update 2018" (TNO 2019, R11040).

Referenzen:

- [1] <https://www.jackupbarge.com/fleet/detail/jb-118-self-elevating-platform/>
- [2] <https://boskalis.com/about-us/fleet-and-equipment/offshore-vessels/oceangoing-and-anchor-handling-tugs.html>
- [3] <http://www.rederijgroen.nl/wp-content/uploads/2017/05/Vessel-Specs-Dolfijn.pdf>
- [4] <https://allseas.com/equipment/lorelay>
- [5] <https://allseas.com/equipment/calamity-jane/>
- [6] <https://boskalis.com/download-center/download/eyJmaWxlVWlkjoxNTE1NywicmVmZXJlbnNlVWlkjowfQ%3D%3D/b01705e403fc5d73e44ebb5e9493d9059d0f4f1c.html>
- [7] <https://www.vroon.nl/Files/VesselParticulars/VOS%20BASE20190621102452.pdf>
- [8] <https://www.seajacks.com/wp-content/uploads/2019/09/Seajacks-KRAKEN-Specs-2019.pdf>