

ONE-Dyas B.V. N05-01 Grundölfreisetzung OSCAR-Modellierungsbericht

Versionsverwaltung

Revision	Datum	Beschreibung	Autor	Geprüft von:
01	22.11.19	Entwurf an den Kunden zur Überprüfung		
02	16.07.20	Aktualisierte Eingabedaten zur Umweltbelastung		

Dieser Text wurde aus dem Englischen übersetzt. Soweit es Widersprüche zum Originaltext gibt, ist der Originaltext führend.

INHALTSVERZEICHNIS

1.0	MODELLIERUNG	6
1.1.	OSCAR.....	6
2.0	MODELL-EINGABEDATEN	8
2.1.	Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster).....	8
2.2.	Umweltdaten	9
2.3.	Modellierte Parameter	9
2.4.	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“	10
2.4.1.	Angewandte Schwellenwerte.....	10
2.5.	Küstenverölung	Error! Bookmark not defined.
2.6.	Ölprofil	11
2.7.	Aktivitäten zur Bekämpfung	Error! Bookmark not defined.
2.8.	Modellierte Szenarien.....	12
2.8.1.	Stochastische Szenarien	12
2.8.2.	Deterministisches Szenario	12
3.0	OSCAR-SIMULATIONEN	13
3.1.	Stochastische Simulation	13
3.2.	Deterministische Simulation	13
4.0	FREISETZUNGS-AUSGABEN	14
4.1.	STOCHASTISCHE AUSGABEN	14
4.1.1.	S01 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung.....	14
4.1.2.	S02 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung.....	15
4.1.3.	S01 – Grundölfreisetzung maximale Expositionsdauer	16
4.1.4.	S02 – Grundölfreisetzung maximale Expositionsdauer	18
4.1.5.	S01 – Grundölfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt.....	19
4.1.6.	S02 – Grundölfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt.....	20
4.1.7.	S01 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung.....	21
4.1.8.	S02 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung.....	22
4.2.	D01 – DETERMINISTISCHEE AUSGABE	24
4.2.1.	D01 – Oberfläche des betroffenen Gebietes	24
4.2.2.	D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	25
4.2.3.	D01 – Verbleib des Grundöles nach 10 Tagen.....	26
4.2.4.	D01 – Massenausgleich.....	26
4.2.5.	D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	27
4.2.6.	D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf.....	28
4.2.7.	D01 – Sedimentkonzentrationen.....	29
4.2.8.	D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf.....	31
4.2.9.	D01 – Küstenverölung	32
4.2.10.	D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	34
4.3.	D02 – DETERMINISTISCHE AUSGABE	35
4.3.1.	D02 – Oberfläche des betroffenen Gebietes	35
4.3.2.	D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	36
4.3.3.	D02 – Verbleib des Grundöles nach 10 Tagen.....	37
4.3.4.	D02 – Massenausgleich.....	37
4.3.5.	D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	38

4.3.6.	D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf	39
4.3.7.	D02 – Sedimentkonzentrationen.....	40
4.3.8.	D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf	42
4.3.9.	D02 – Küstenverölung	43
4.3.10.	D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	45
5.0	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.0	QUELLEN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

Abkürzungen

API	Amerikanisches Petroleum-Institut
BAOAC	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code“
IBCAO	Internationale Bathymetrische Karte des Arktischen Ozeans
t	Metrische Tonne (Tonne)
Öl	Erdöl in jeder Form, einschließlich Rohöl, Kondensat, Heizöl, Schlammöl, Ölabfälle und raffinierte Produkte – wie Diesel, Grundöl
OSCAR	Ölkatastrophenschutz und –bekämpfung
ppb	Teile pro Milliarde
µm	Mikrometer

1.0 MODELLIERUNG

Das SINTEF Oil Spill Contingency and Response (OSCAR)-Modellierungspaket wurde verwendet, um die potenziellen Auswirkungen einer Freisetzung von Grundöl (SURDYNE B140) aus dem Bohrloch N05-01 zu untersuchen. Es wurden mehrere Szenarien modelliert, um die Quantifizierung des Risikos für die lokale Meeres- und Küstenumwelt zu unterstützen.

Die Ziele der Modellierung waren wie folgt zu verstehen:

Stochastische Modellierung

- Oberflächenverölung
 - Wahrscheinlichkeit der Oberflächenverölung (mit einem angewandten Schwellenwert von $\geq 0,1 \mu\text{m}$)
- Kontaminierung der Küstenlinie
 - Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen auf die Küstenlinie (kein Schwellenwert angewendet)

Deterministische Modellierung

- Der Verbleib des Grundöles (die Menge, die dispergiert, verdunstet und gestrandet ist) und die möglichen Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete.

1.1. OSCAR

Das OSCAR-Modellierungspaket von SINTEF, das einer umfangreichen wissenschaftlichen Untersuchung und Validierung unterzogen wurde (Reed M. F., 1995), (Reed M. A., 1996) wurde ausgewählt, um die Simulation durchzuführen.

Das von SINTEF entwickelte Modellierungspaket OSCAR ist ein dreidimensionales Ölleckagemodell, das eine Reihe von Möglichkeiten der Verölung an der Wasseroberfläche, im Untergrund und an der Küste über einen festgelegten Zeitraum berechnet und aufzeichnet. OSCAR ist ein vollständig validiertes und kalibriertes Modell, das eine Vielzahl von Feldbeobachtungen einer Reihe von experimentellen Ölleckagen verwendet.

Das Modell berücksichtigt die Verwitterung sowie die physikalischen, biologischen und chemischen Prozesse, die das Öl im Meer beeinflussen. OSCAR berücksichtigt die folgenden Oberflächenprozesse: Ausbreitung und Advektion an der Oberfläche, Mitreißen in der Wassersäule, Emulgierung (Mousse-Bildung) und Verflüchtigung (Auflösung). Partikel, die in der Wassersäule mitgerissen werden, werden mit horizontaler und vertikaler Advektion und Dispersion modelliert.

Das Spektrum von OSCAR an Vorhersagen umfasst:

- Wahrscheinlichkeit der Kontamination – Oberfläche, Sediment, Küstenlinie und Wassersäule
- Zeitpunkt des Eintreffens – Öl an der Oberfläche, in der Wassersäule und Küstenstrandung
- maximal wahrscheinliche Konzentrationen – in der Wassersäule und auf der Wasseroberfläche
- emulgierte Masse – von Öl, das die Küste und die Oberfläche erreicht

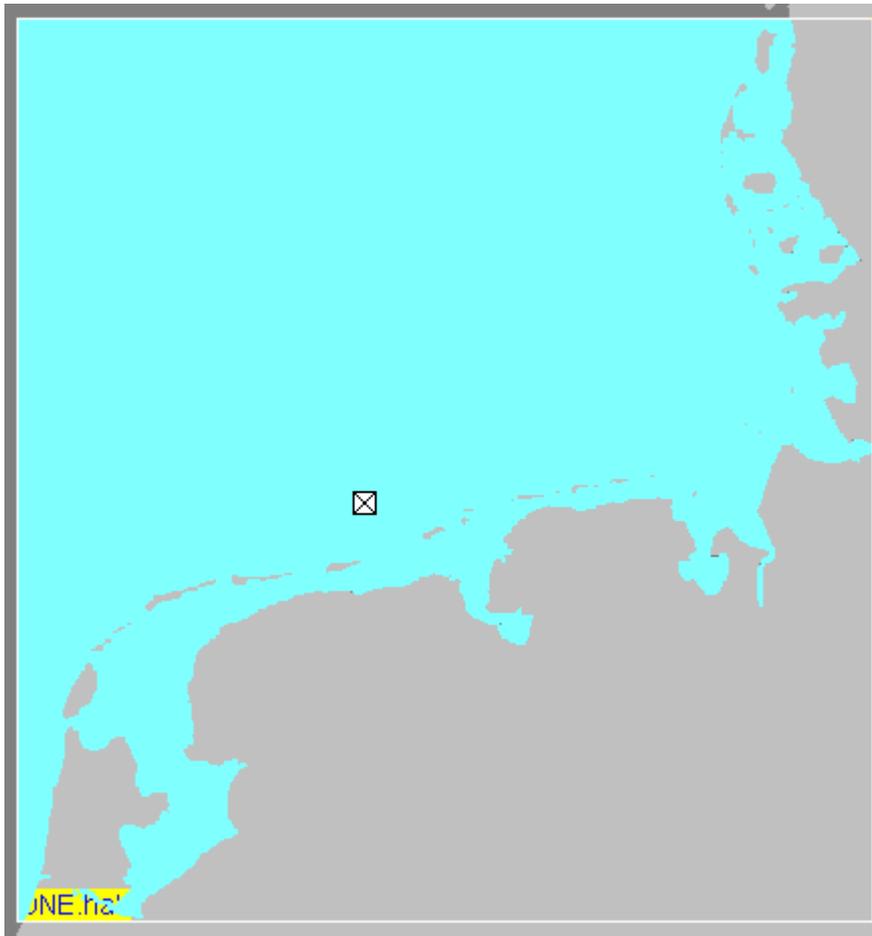
- Expositionsdauer – von Oberflächenöl, Wassersäule und Konzentrationsschwellen
- Verbleibsprozesse – einschließlich Verdunstung, Dispersion, Auflösung, Sedimentation, Strandung und Zerfall.

2.0 MODELL-EINGABEDATEN

In diesem Abschnitt werden die für die OSCAR-Simulationen verwendeten Eingabedaten zusammengefasst.

2.1. Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster)

Ein 500 km x 500 km (250.000 km²) großes Habitat-Raster wurde als geeignete Auflösung angesehen, um die potenzielle Oberflächenverölung, die Konzentrationen in der Wassersäule und die Auswirkungen auf die Küstenlinie zu ermitteln. Jede Rasterzelle deckt eine Fläche von ca. 500 m x 500 m (0,25 km²) ab.



Die Art der Küstenlinie hat einen Einfluss auf die Menge des Kohlenwasserstoffs, der stranden und wieder mobilisiert werden kann – hier wurde ein Sandstrand gewählt. Diese Art der Küstenlinie ist ein angemessener Näherungswert, um die gestrandeten Mengen zu bestimmen.

2.2. Umweltdaten

Hydrodynamische Daten	Es wurden repräsentative Strömungsdaten von 2011 bis 2014 verwendet, die aus Vorhersagen des Met Office Atlantic Margin-Modells stammen. Die Oberflächenströmungen sind stündlich.	
Wind	Die im Modell verwendeten repräsentativen Winddaten wurden dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen (2008–2014) entnommen und in 3-stündigen Intervallen bereitgestellt.	
Lufttemperatur	Die Lufttemperatur wird vom Verdunstungsmodell in OSCAR nicht verwendet	
Meerestemperatur ¹	Winter	Sommer
Tiefe	0m	5,3 °C
	10 m	5,3 °C
	20 m	5,3 °C
Sauerstoff ²	6,9 mg/l obere Wassersäule und 6,7 mg/l untere Wassersäule	5,4 mg/l obere Wassersäule 5,10 mg/l untere Wassersäule
Salzgehalt	34 ppt	34 ppt

2.3. Modellierte Parameter

N05-01 Grundölfreisetzung	
Ort der Freisetzung	Oberfläche
Breitengrad / Längengrad	53° 41' 29,74" N / 06° 21' 18,50" E
Menge der Freisetzung	100 m ³ freigesetzt in 1 Stunde
Dauer der Simulation	10 Tage

¹ NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der Temperatur im 1°-Raster

² NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der scheinbaren Sauerstoffausnutzung im 1°-Raster

2.4. Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC) besagt, dass Ölschichten unter 0,04 µm Dicke unter den meisten Betrachtungsbedingungen für das menschliche Auge nicht leicht wahrnehmbar sind und bis zu einer Dicke von 0,3 µm silbrig/grau erscheinen (Lewis, 2013).

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)				
Code	Beschreibung– Erscheinungsbild	Schichtdicke		Liter pro km ²
		µm	mm	
1	Glanz (silbrig/grau)	0,04–0,30	4.-005–0,0003	40–300
2	Regenbogen	0,3–5,0	0,0003–0,005	300–5,000
3	Metallisch	5,0–50	0,005–0,05	5.000–50.000
4	Diskontinuierlich echte Ölfarbe	50–200	0,05–0,2	50.000–200.000
5	Kontinuierlich echte Ölfarbe	≥ 200	≥ 0,2	≥ 200.000

2.4.1. Angewandte Schwellenwerte

- Auf der Grundlage der Ergebnisse des Berichts „Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds“ (O'Hara & Morandin, 2010) und für die Zwecke dieses Studienberichts wurde eine Schwelle der Oberflächendicke von 0,1 µm (0,0001 mm) für die Oberflächenverölung angesetzt.
- Auf der Grundlage von akzeptablen Öleinleitungen ins Wasser der küstennahen Gewässer innerhalb der 12-nm-Hoheitsgewässergrenzen wurde ein Schwellenwert von 50 ppm für die Konzentration in der Wassersäule angesetzt.
- Für Massenansammlungen an der Küste wurde kein Schwellenwert festgelegt.

2.5. Küstenverölung

Anhand der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ („Erkennung von Öl an Küstenlinien“) aus dem Jahr 2011 wird das Ausmaß der Küstenverölung, die als leichte, mäßige oder starke Verölung beschrieben wird, unten dargestellt. Wo Küstenverölung innerhalb der Modelle erfasst wird, ist eine Übersicht über die Klassifizierung der Verölung an der Küste angegeben.

Klassifizierung des Küstenverölung	Volumen (Liter/m ²)	Ø Ölschichtdicke (mm)	Verölen ³ (g/m ²)
Leichtes Verölen	0,1–1	0,1–1	81
Mäßiges Verölen	1–10	1–10	809
Starkes Verölen	>10	>10	8.090

Beispiel für leichtes Verölen	Beispiel für mäßiges Verölen	Beispiel für starkes Verölen
		

Bilder mit freundlicher Genehmigung der ITPOF – Technische Informationsschrift Nr. 6 "Erkennung von Öl an Küstenlinien"

2.6. Ölprofil

Die größte Herausforderung bei der Simulation der Freisetzung war der Abgleich mit dem Grundölprodukt. Die Öl-Datenbank von OSCAR besteht derzeit überwiegend aus Reservoir-Kohlenwasserstoffen und enthält kein SURDYNE B140 Grundöl.

Es wurde die technische Unterstützung von SINTEF eingeholt, um die bestmögliche Methode zu ermitteln, um die bekannten chemischen Eigenschaften von SURDYNE B140 mit denen eines Reservoir-Kohlenwasserstoffs aus der OSCAR-Datenbank als geeigneten Ersatz abzugleichen. SINTEF schlug vor, eine neue Zusammensetzung des Öls innerhalb der OSCAR-Datenbank zu definieren, indem die „irrelevanten“ Komponenten aus einem Öl innerhalb der OSCAR-Datenbank entfernt werden⁴.

³ Näherungswert auf der Grundlage des spezifischen Gewichts des Grundöls

⁴ Es ist zu beachten, dass SINTEF darauf hingewiesen hat, dass mit der vorgeschlagenen Lösung unter Umständen keine absolute Genauigkeit erzielt werden kann und dass bei der Analyse der Ergebnisse ein gewisses Maß an Toleranz zu berücksichtigen ist.

Mass fraction of Oil in Release: <input type="text" value="100"/> %mass	
Component Name	Fraction in oil (%)
C11-C12 (total sat + aro)	29.5918
C13-C14 (total sat + aro)	32.6531
C15-C16 (total sat + aro)	37.7551

2.7. Maßnahmen zur Bekämpfung

Um ein besseres Verständnis für den Verbleib des Öls zu erhalten, wurden in den verschiedenen Simulationen keine Maßnahmen zur Bekämpfung von Ölleckagen berücksichtigt.

2.8. Modellierte Szenarien

2.8.1. Stochastische Szenarien

Modelliert als saisonbedingte Freisetzungen – Winter (Dez.–Feb.), Sommer (Juni–Aug.)				
Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
S01	Grundölfreisetzung (Winter)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage
S02	Grundölfreisetzung (Sommer)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage

2.8.2. Deterministisches Szenario

Die Ergebnisse der stochastischen Modellausgaben wurden analysiert, um das ungünstigste Strandungsszenario zu ermitteln – dies ist die Simulation mit dem größten Strandungsvolumen.

Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
D01	Grundölfreisetzung (Winter)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage
<i>Monat der modellierten Freigabe – Februar 2013</i>				
D02	Grundölfreisetzung (Sommer)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage
<i>Monat der modellierten Freigabe – Juli 2013</i>				

3.0 OSCAR-SIMULATIONEN

3.1. Stochastische Simulation

Bei einer stochastischen Simulation wird eine Reihe von Simulationen der Freisetzungstrajektorien wiederholt mit einem Startdatum ausgeführt, das innerhalb des Zeitraums liegt, der von historischen Wind- und/oder hydrodynamischen Daten abgedeckt wird. Die Ergebnisse der Trajektorien werden kombiniert, um die vorhergesagten Wahrscheinlichkeiten von Ölspuren in definierten Zeiträumen darzustellen. Die Durchführung mehrerer Freisetzungssimulationen während einer einzigen Saison sollte eine zuverlässige Vorhersage der Ölspuren sowie der Wahrscheinlichkeiten der Verölung für eine Freisetzung liefern, die während dieser Saison beginnt und sich in die folgenden Saisons erstreckt.

Es wurden mehr als 100 Simulationen über den Freisetzungszeitraum mit einer Reihe von Windzeiten durchgeführt, die an einem zufällig gewählten Datum begann. Bei diesem Ansatz sollte eine ausreichende Anzahl von Simulationen die Schwankungen der Windgeschwindigkeit und -richtung in dem innerhalb der Simulation identifizierten Gebiet adäquat modellieren.

Die Ergebnisse des stochastischen Modells wurden analysiert, um das Datum mit dem höchsten Strandungsvolumen zu ermitteln. Dieses Datum und diese Uhrzeit wurden für das deterministische Modell verwendet.

3.2. Deterministische Simulation

Deterministische oder Trajektorienmodelle werden verwendet, um den Weg eines Ölteppichs im Zeitverlauf vorherzusagen. Das Modell schätzt das Verwitterungsprofil unter den angegebenen hydrodynamischen und meteorologischen Bedingungen, indem es zeitlich und räumlich variierende, numerisch berechnete Meeresströmungen und Winde verwendet.

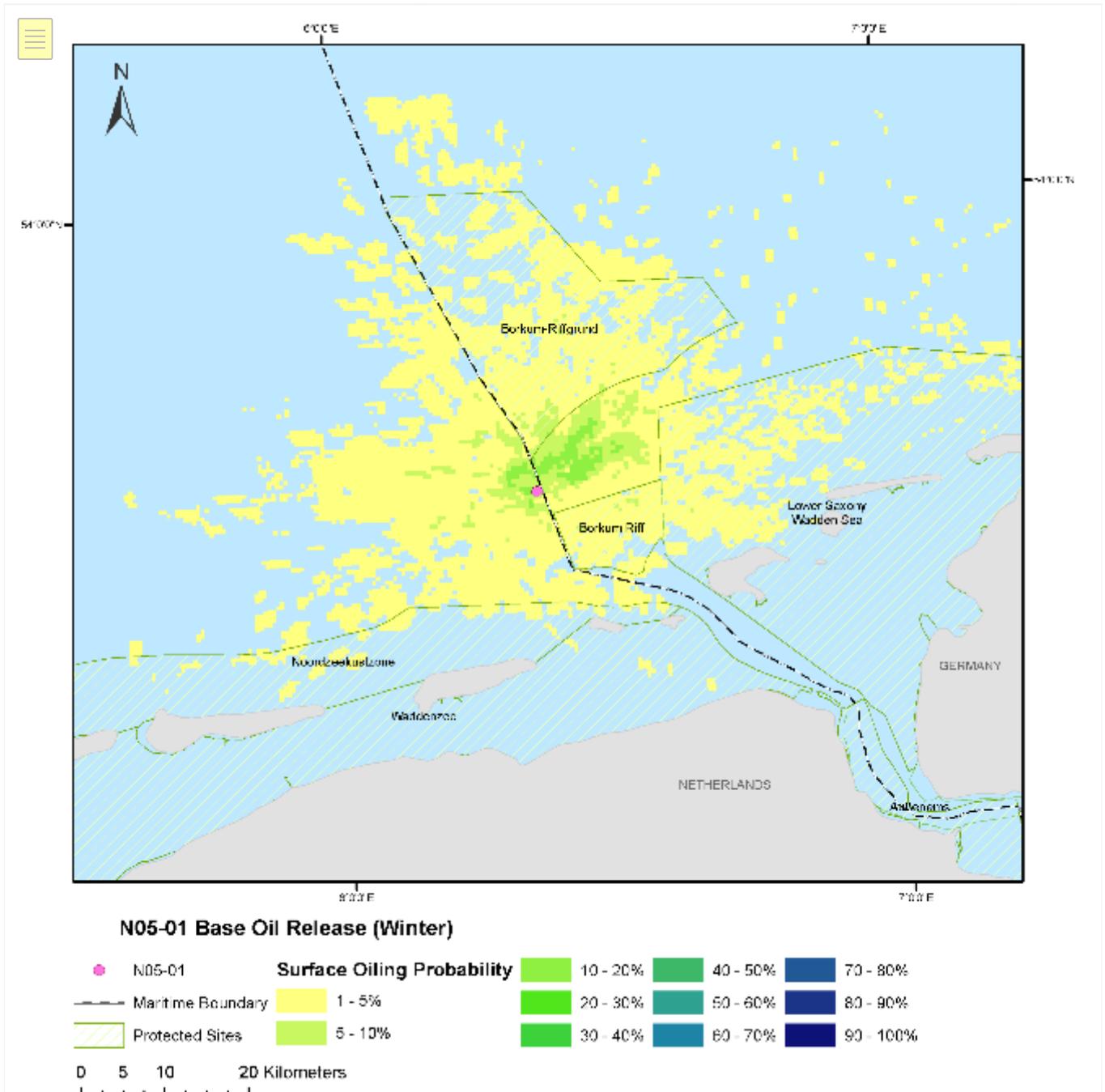
Die Ergebnisse wurden ausgewertet, um Folgendes zu bestimmen:

- die vorhergesagte Bahnkurve des Teppichs
- Schätzungen der Oberfläche des Teppichs
- Änderungen der Grundöleigenschaften im Zeitverlauf
- mögliche Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete und die Länge der betroffenen Küstenlinie
- Sedimentkonzentrationen
- Schätzungen über die Gesamtmenge des gestrandeten Grundöls.

4.0 FREISETZUNGS-AUSGABEN

4.1. STOCHASTISCHE AUSGABEN

4.1.1. S01 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



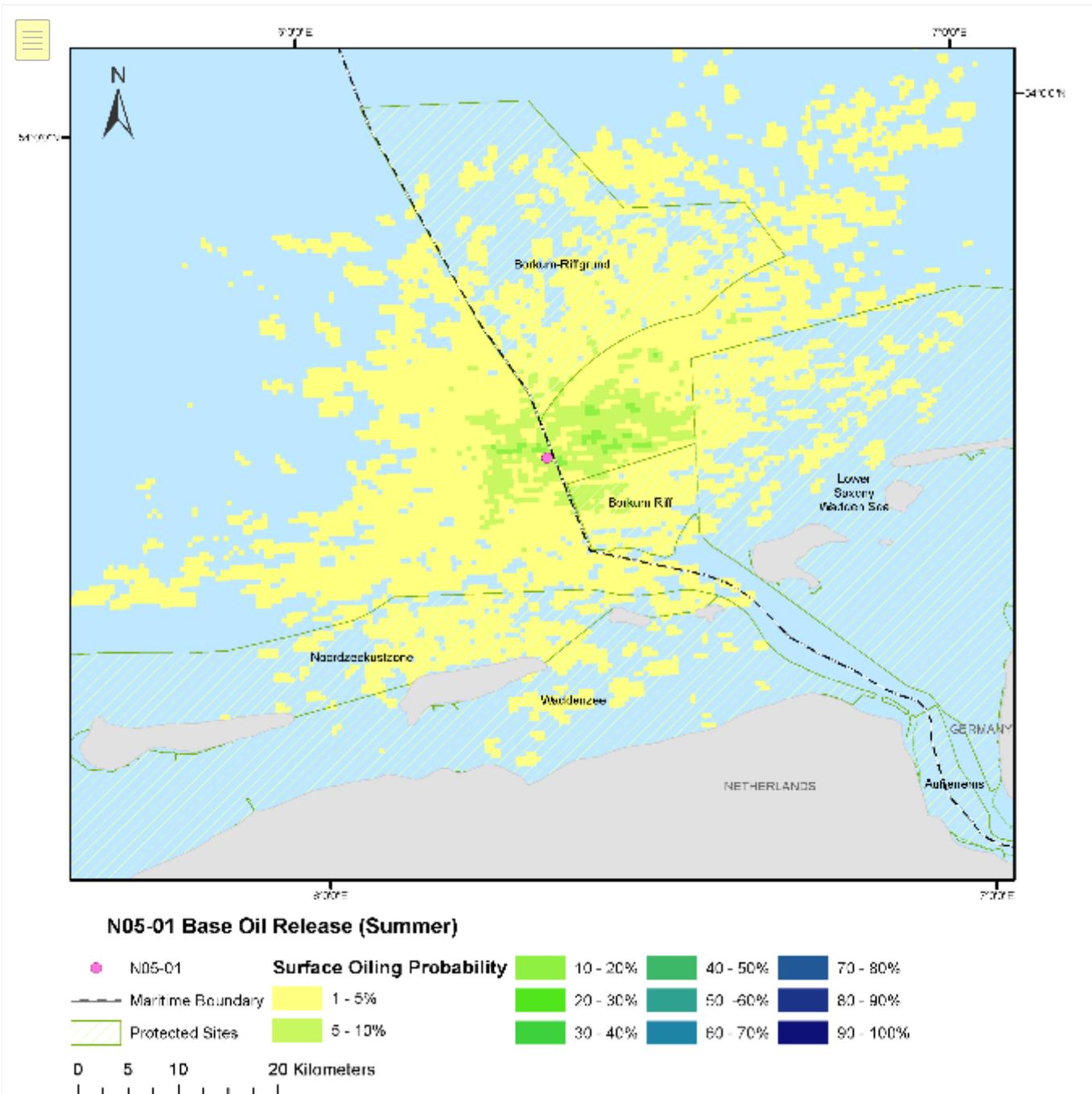
Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Das Diagramm zeigt die Wahrscheinlichkeit (>1 %) der Dicke des Grundöles auf der Oberfläche $\geq 0,1 \mu\text{m}$.

Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 19 % angegeben. Gebiete, die zwischen 10 – 19 % liegen, dehnen sich bis zu 12 km vom Ort der Freisetzung nach außen aus.
- In einer Entfernung von 17 km vom Ort der Freisetzung verringert sich die Wahrscheinlichkeit erheblich auf etwa 5–10 %.

4.1.2. S02 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



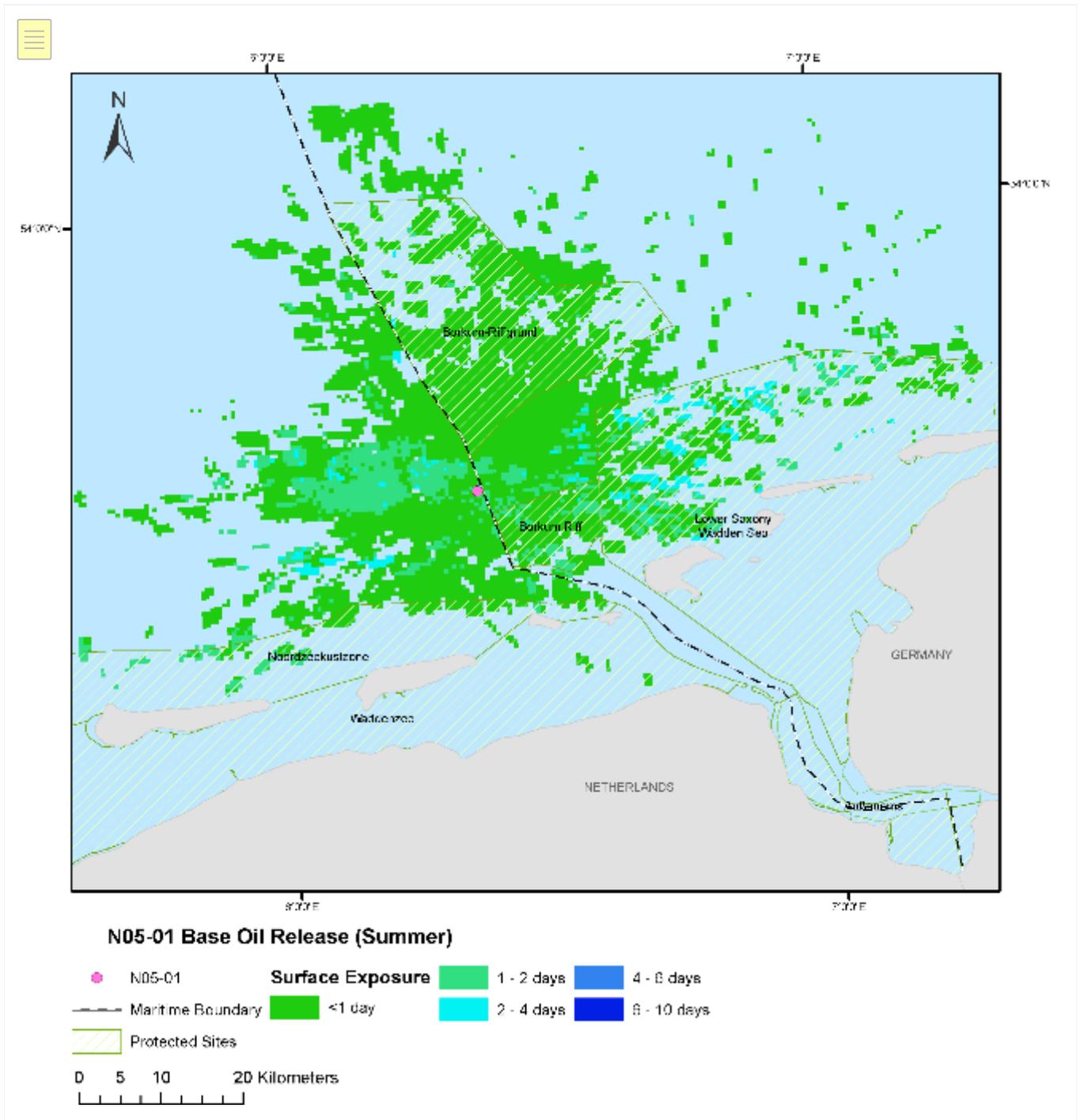
Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Das Diagramm zeigt die Wahrscheinlichkeit (>1 %) der Dicke des Grundöles auf der Oberfläche $\geq 0,1 \mu\text{m}$.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 16 % angegeben. Isolierte Gebiete mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 10–16 % erstrecken sich über bis zu 15 km vom Ort der Freisetzung nach außen.
- Gebiete mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 5–10 % erstrecken sich über ca. 15 km vom Ort der Freisetzung, wobei sich vereinzelte Gebiete über ca. 23 km erstrecken.

4.1.3. S01 – Grundölfreisetzung maximale Expositionsdauer

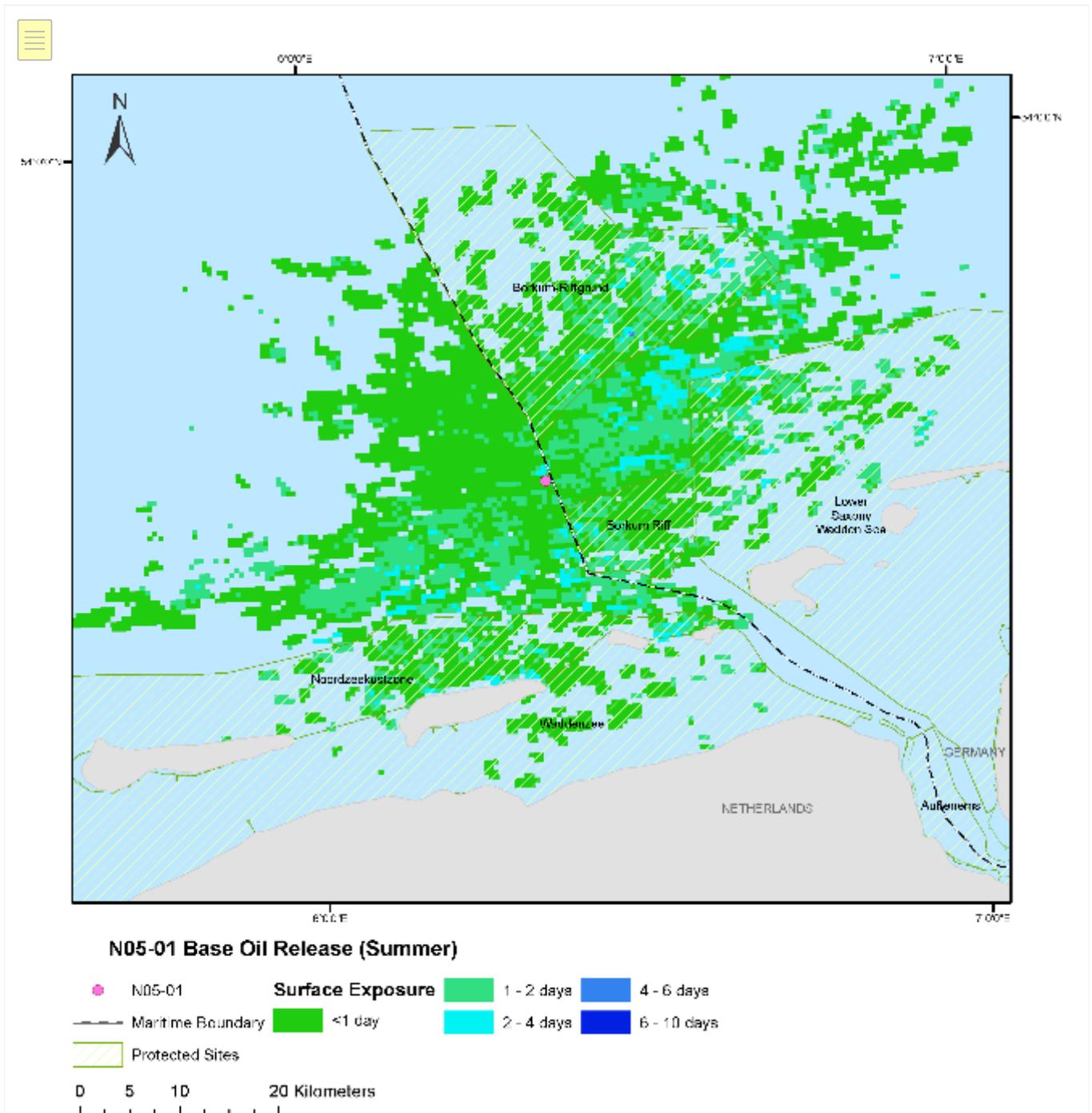


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg. Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S01 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 4 Tage.
- Gebiete der Exposition der Oberfläche zwischen 2–4 Tagen erstrecken sich über bis zu 48 km vom Ort der Freisetzung.

4.1.4. S02 – Grundölfreisetzung maximale Expositionsdauer



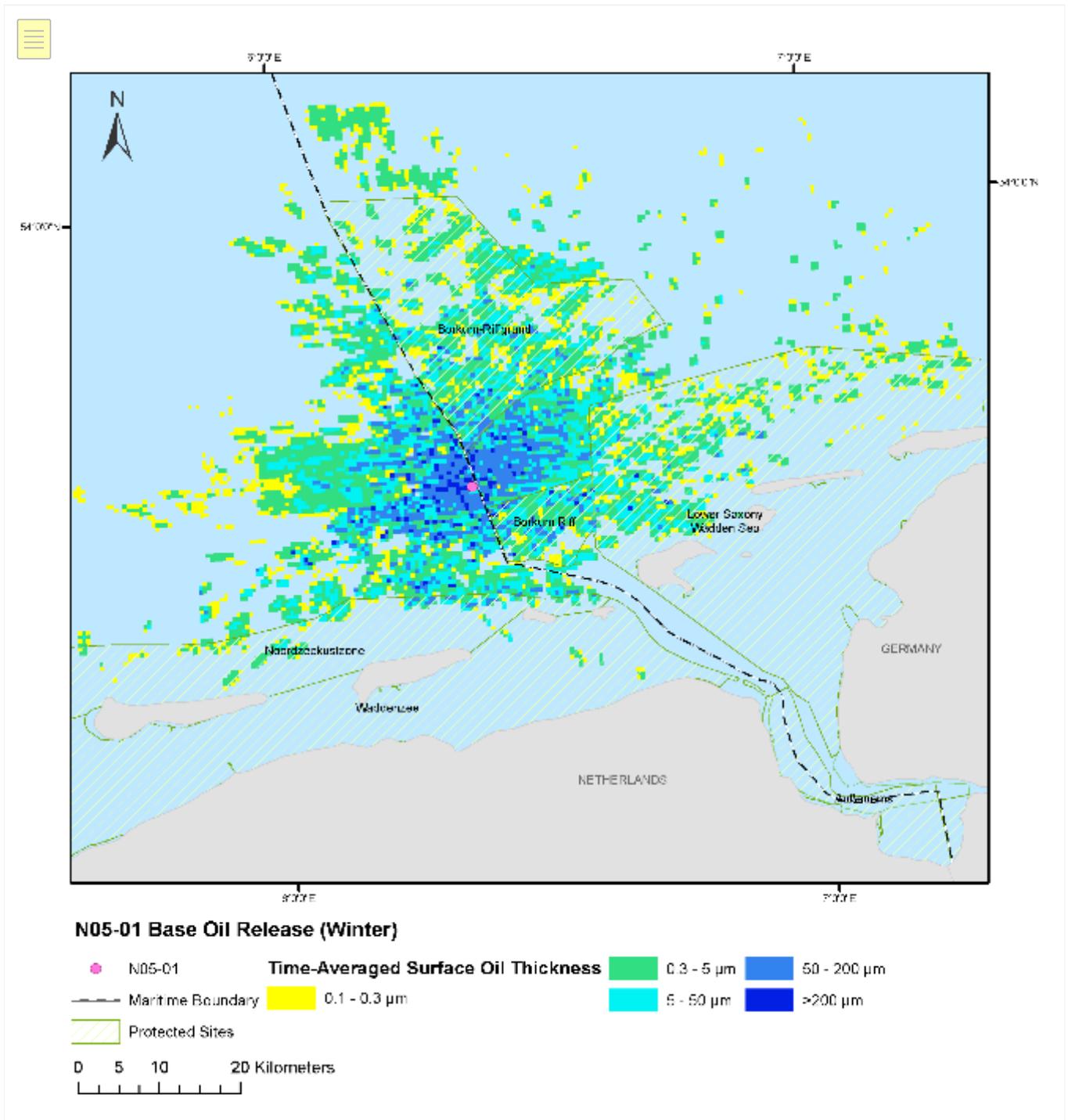
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg.

Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der S02-Oberflächenöl-Belichtungszeit

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 4,2 Tage.
- Kleine Gebiete der Oberflächenexposition zwischen 2–4 Tagen erstrecken sich über bis zu 40 km vom Ort der Freisetzung.

4.1.5. S01 – Grundölfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

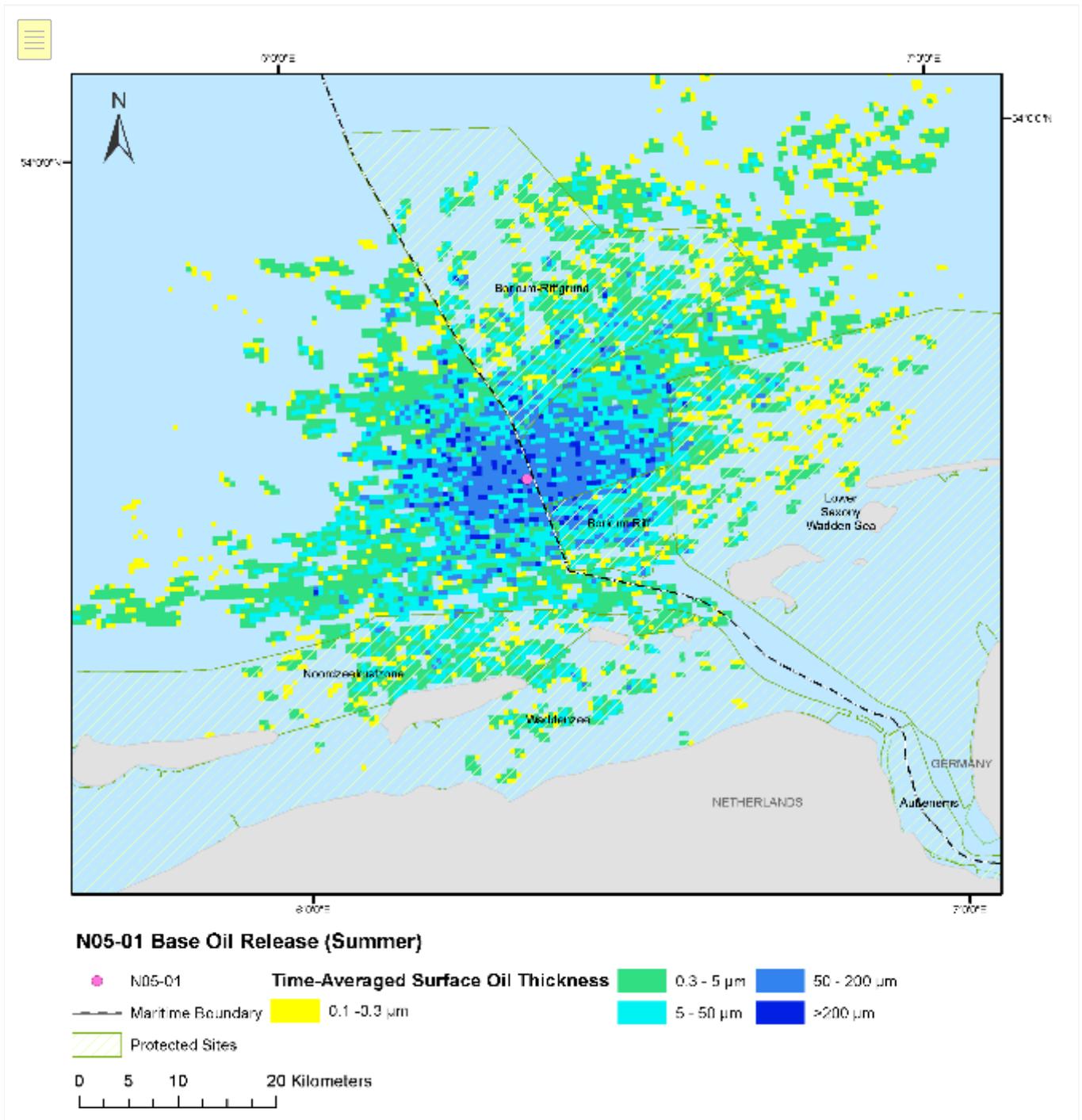


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT den tatsächlichen Fußabdruck eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Oberflächen-Grundöles im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen hinweg.

Zusammenfassung der S01 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Gebiete mit Grundöl bis zu 539 µm (echte Farbe) werden als minimal eingestuft. Verstreute Bereiche Grundöl zwischen 50 und 200 µm (diskontinuierliche echte Farbe) erstrecken sich über bis zu 27 km von der Stelle der Freisetzung.
- Die durchschnittliche Dicke liegt überwiegend zwischen 0,3 µm und 0,5 µm (Regenbogen)

4.1.6. S02 – Grundölfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

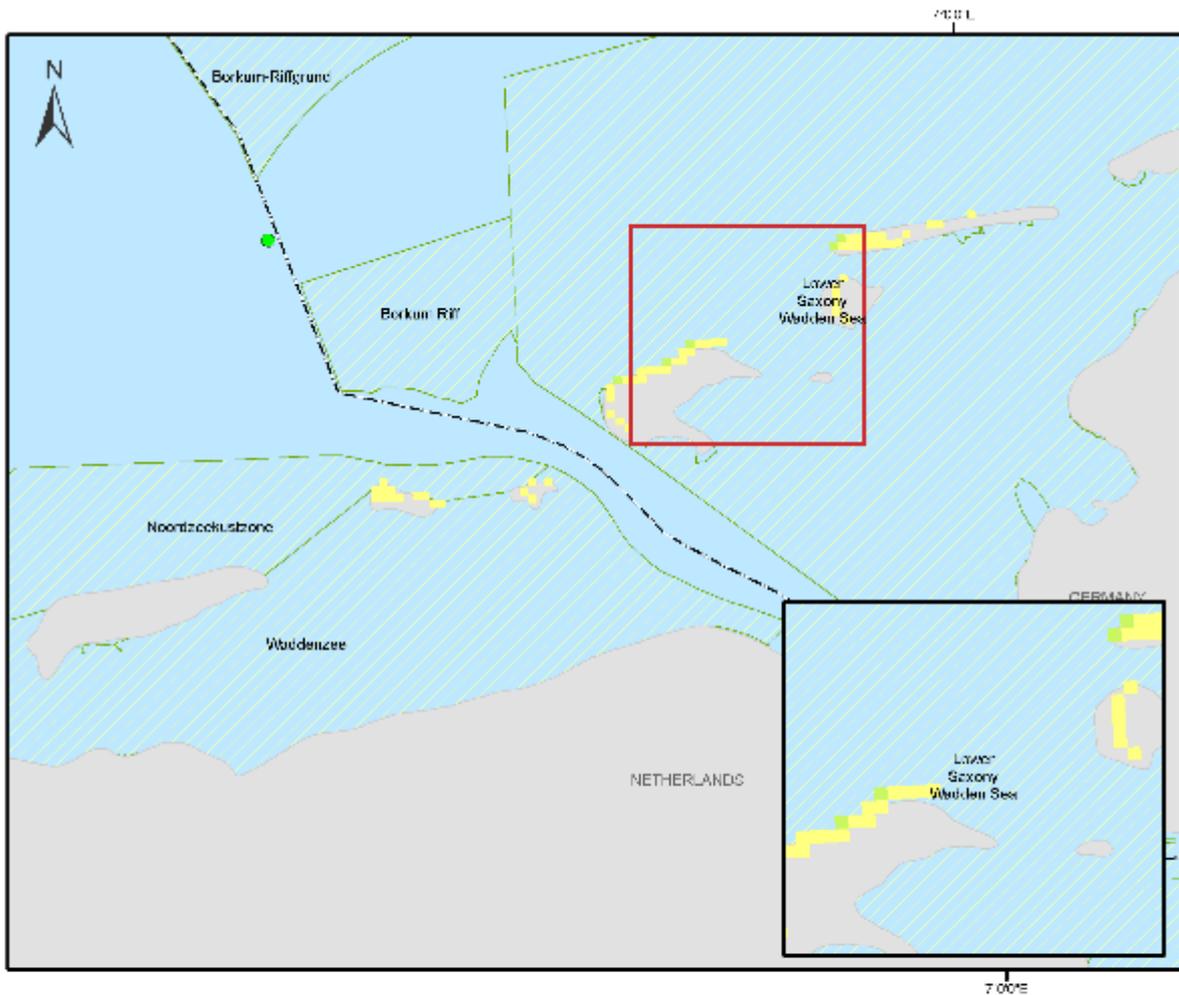


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die maximale des Oberflächen-Grundöles über alle Simulationen.

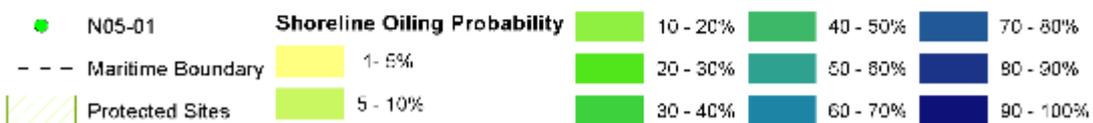
Zusammenfassung der S02 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Gebiete mit Grundöl bis zu 544 μm (echte Farbe) werden als minimal eingestuft. Verstreute Bereiche Grundöl zwischen 50 und 200 μm (diskontinuierliche echte Farbe) erstrecken sich über bis zu 24 km von der Stelle der Freisetzung.
- Die durchschnittliche Dicke liegt überwiegend zwischen 0,3 μm und 0,5 μm (Regenbogen)

4.1.7. S01 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



N05-01 Base Oil Release (Winter)



0 5 10 20 Kilometers

Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert.

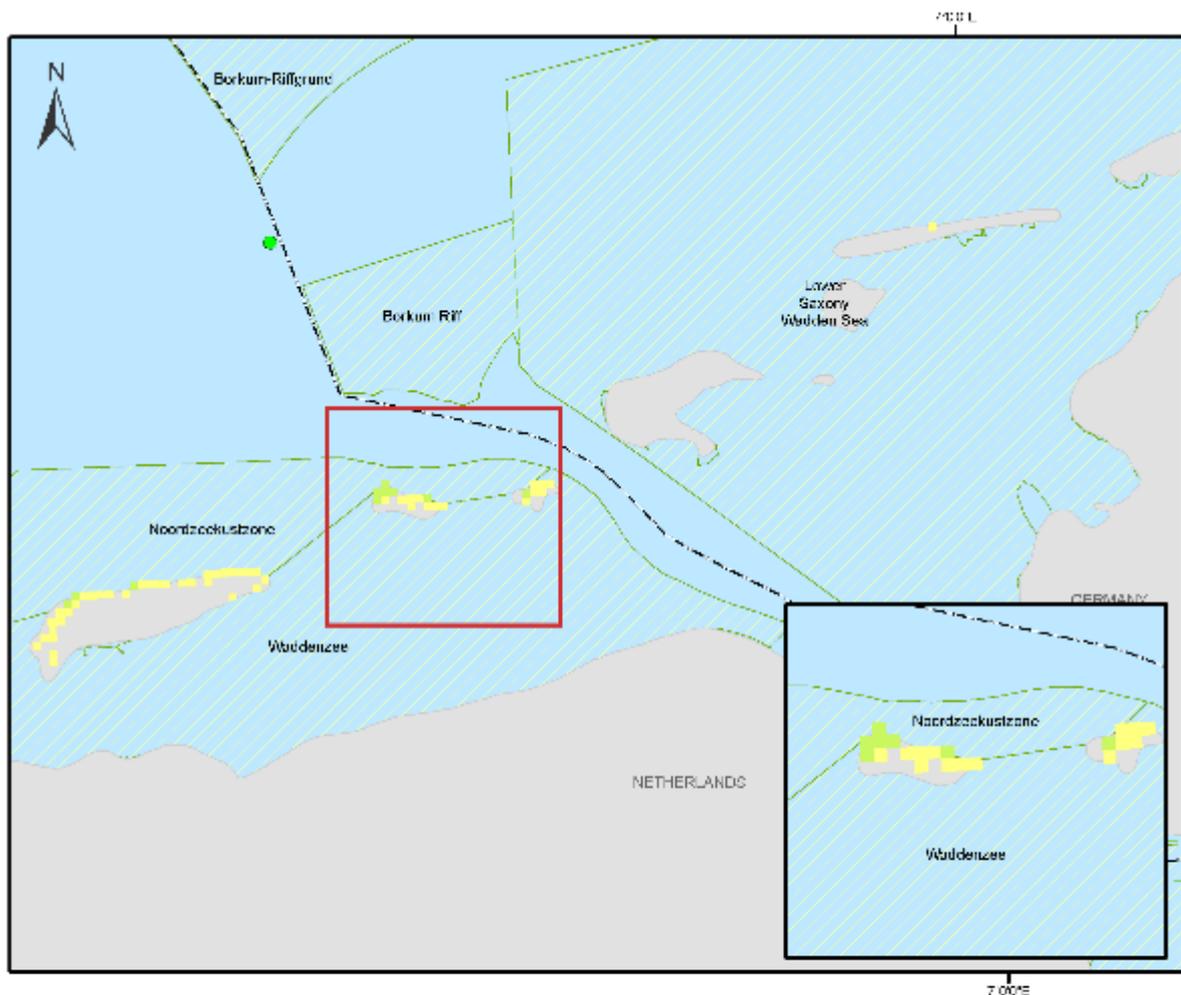
Die Ölsuren werden durch die Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %.

Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt

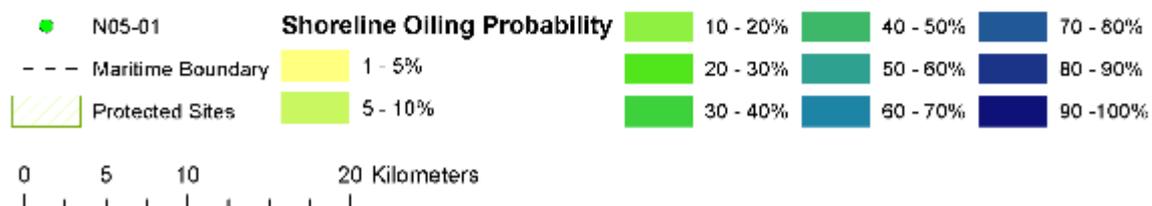
Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 2,9 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass die sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 23 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 7,6 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 28 Stunden bewegt.

4.1.8. S02 – Grundölfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



N05-01 Base Oil Release (Summer)



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Lecks, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert. Die Ölsuren werden durch die Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als

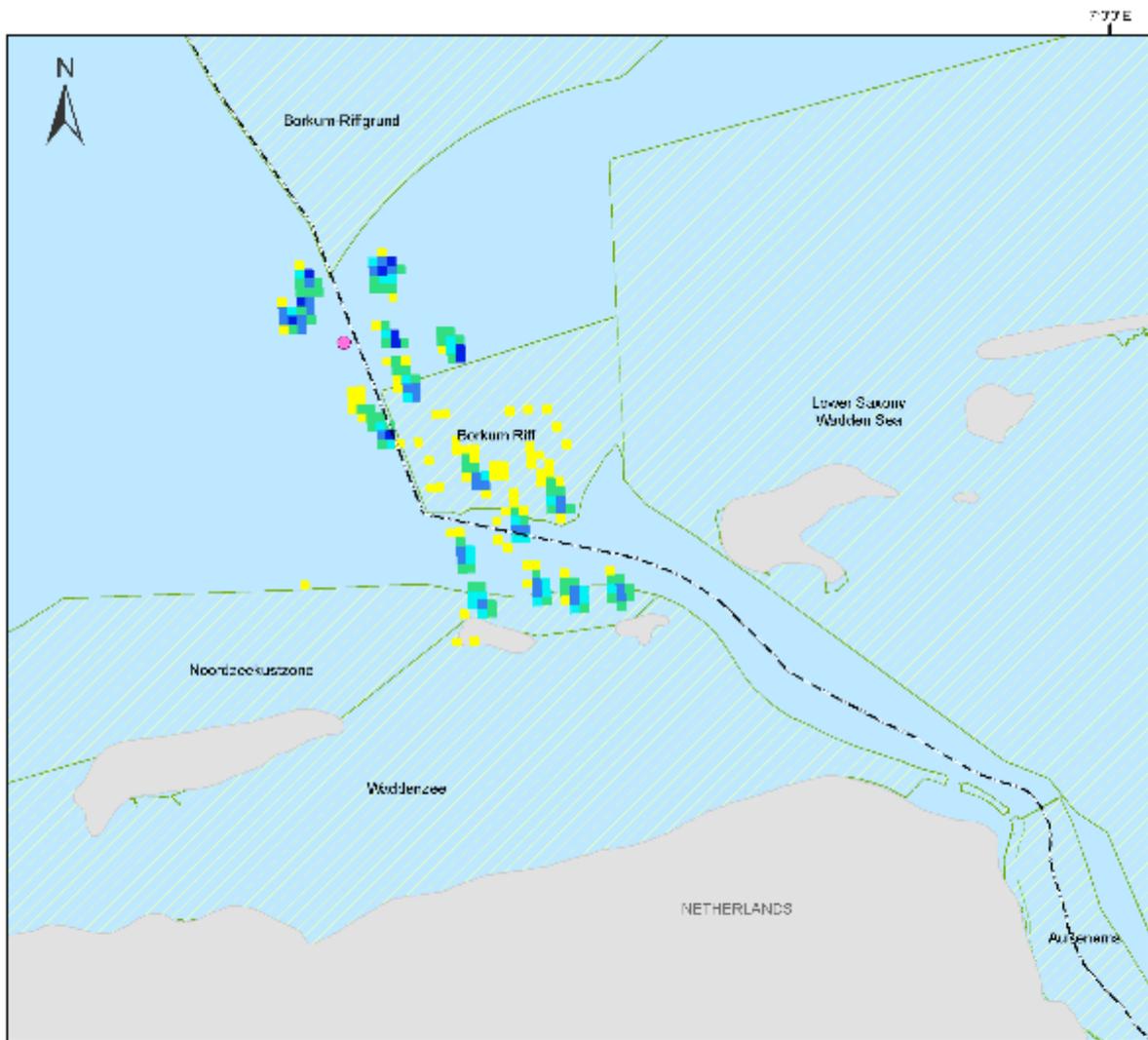
kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %.
Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

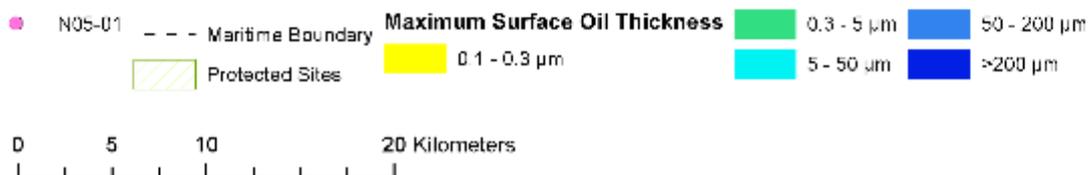
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 9,5 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass die sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 19 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 1,9 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 45 Tagen bewegt.

4.2. D01 – DETERMINISTISCHE AUSGABEN

4.2.1. D01 – Oberfläche des betroffenen Gebietes



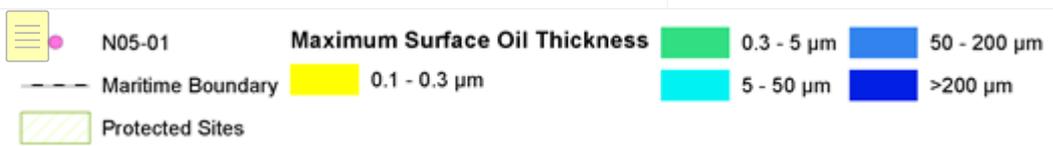
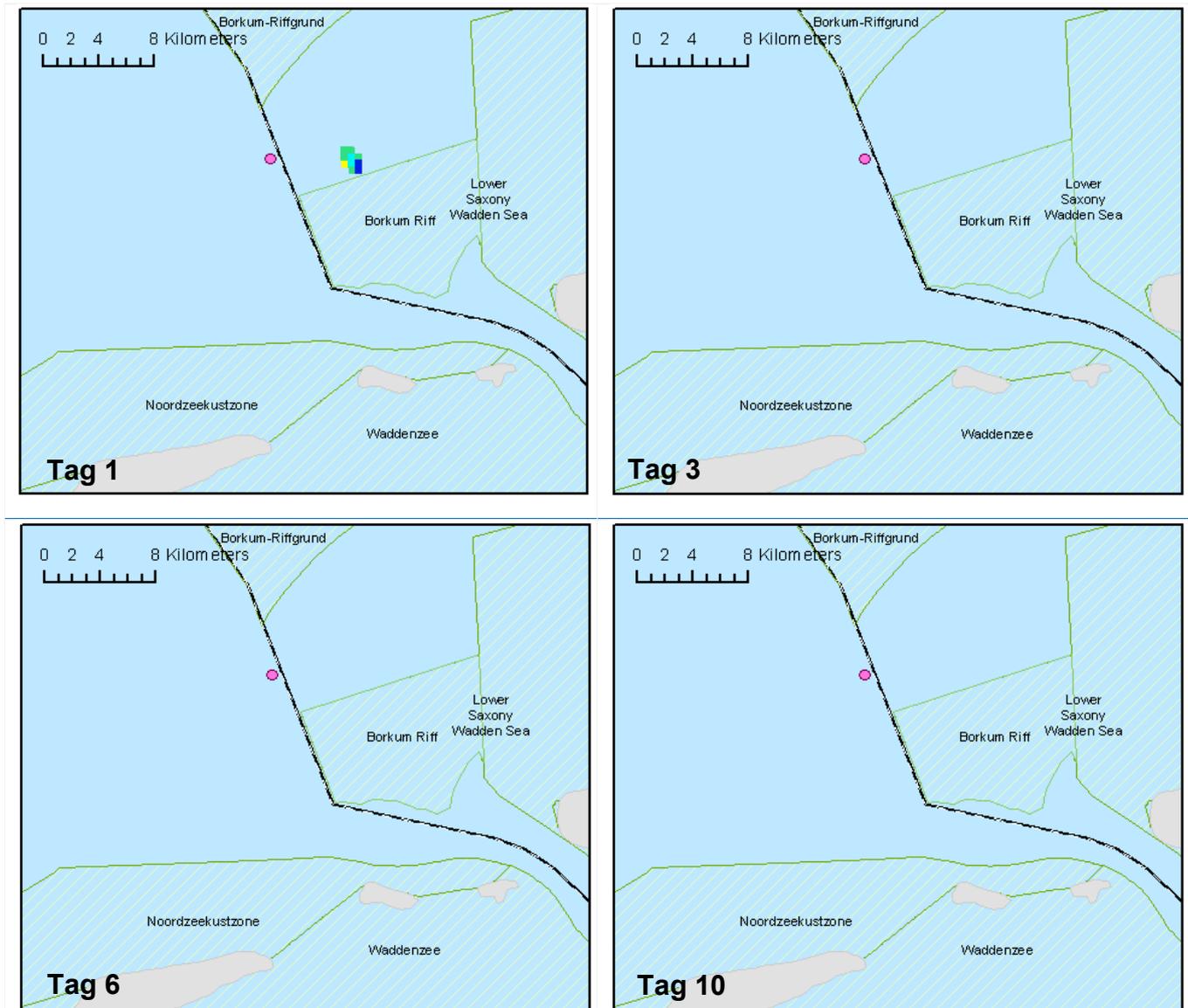
N05-01 Base Oil Release (Winter)



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern veranschaulicht, wo das dickste Grundöl wahrscheinlich im Verlauf des 100-Tage-Szenarios vorhanden sein wird.
- Kleine vereinzelte Gebiete von Grundöl mit einer Dicke von 407 μm (echte Farbe) werden etwa 3–6 km von der Stelle der Freisetzung entfernt angezeigt.

4.2.2. D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Oberflächenverölung im Zeitverlauf Zusammenfassung

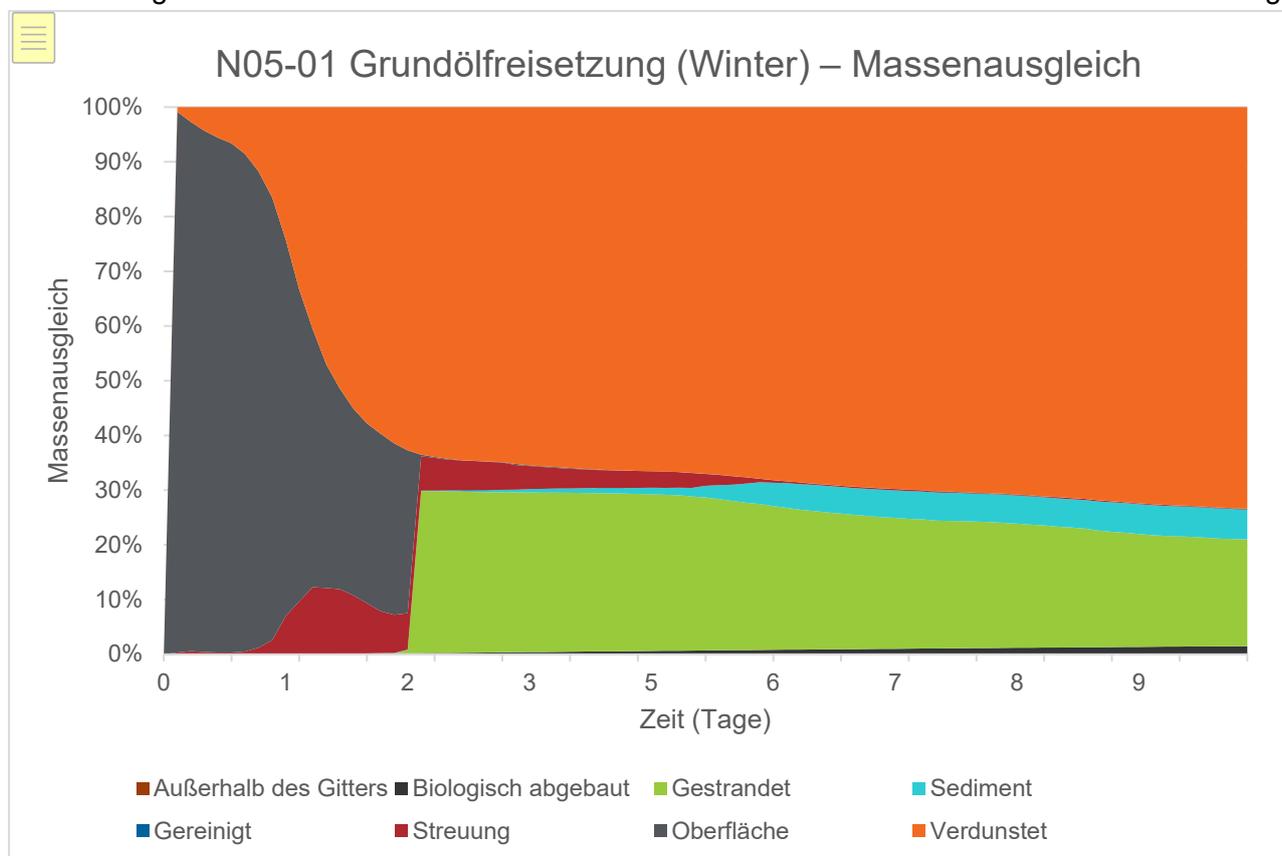
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung. Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete mit Grundöl mit einer maximalen Dicke von 407 μm (True) an Tag 1.
- Bis zum 3. Tag zeigt sich, dass die Oberflächenverölung unter 0,1 μm liegt und mit dem menschlichen Auge wahrscheinlich nicht mehr zu erkennen ist.

4.2.3. D01- Verbleib des Grundöles nach 10 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,05	0,0
Atmosphäre	59,91	68,6
Wassersäule	0,05	0,2
Sedimente	4,47	0,6
An Land	15,92	27,9
Biologisch abgebaut	1,22	2,7
Außerhalb der Rasterfläche	0,1	0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	2,8 km	
Maximales Grundöl an Land (t)	24 (Tag 2)	

4.2.4. D01- Massenausgleich

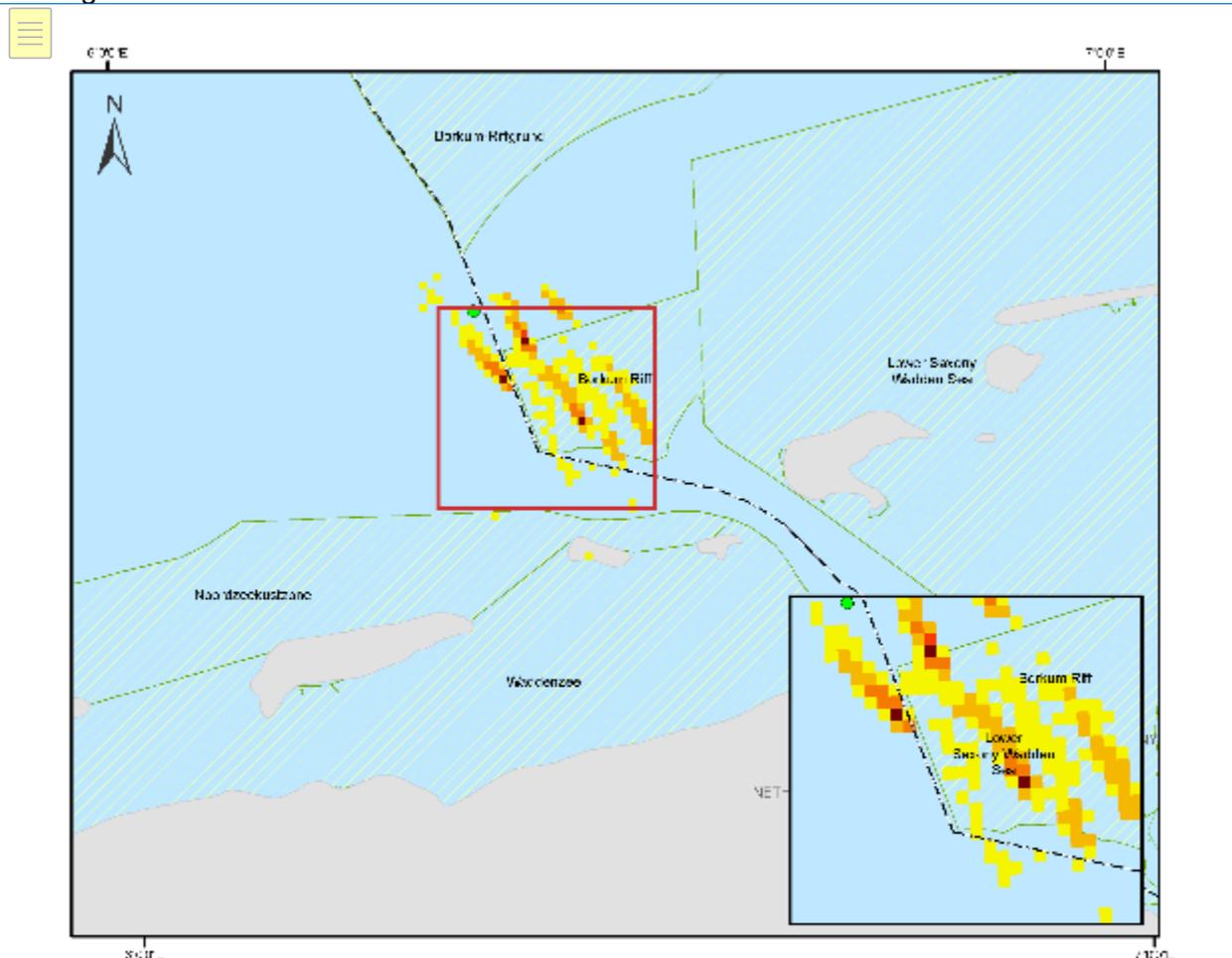
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Grundölfreisetzung



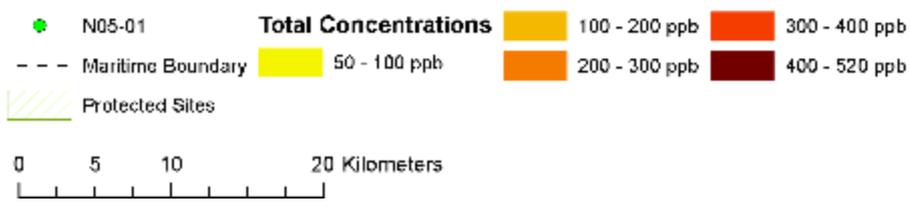
Bis zum 10. Tag bleiben 0,0 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 68,8 % sind verdunstet, 0,2 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 0,6 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 2,7 % wurden biologisch abgebaut, 27,9 % sind gestrandet (beached).

4.2.5. D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

D01 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 10 Tage



N05-01 Base Oil Release (Winter)



Zusammenfassung der Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 10-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Gesamtkonzentration wird mit 514 ppb vorhergesagt. Gesamtkonzentrationen von 100 -200 ppb werden 14 km von der Stelle der Freisetzung entfernt angezeigt.
- Vereinzelte Küstengebiete weisen Konzentrationen von 50 -100 ppb auf.

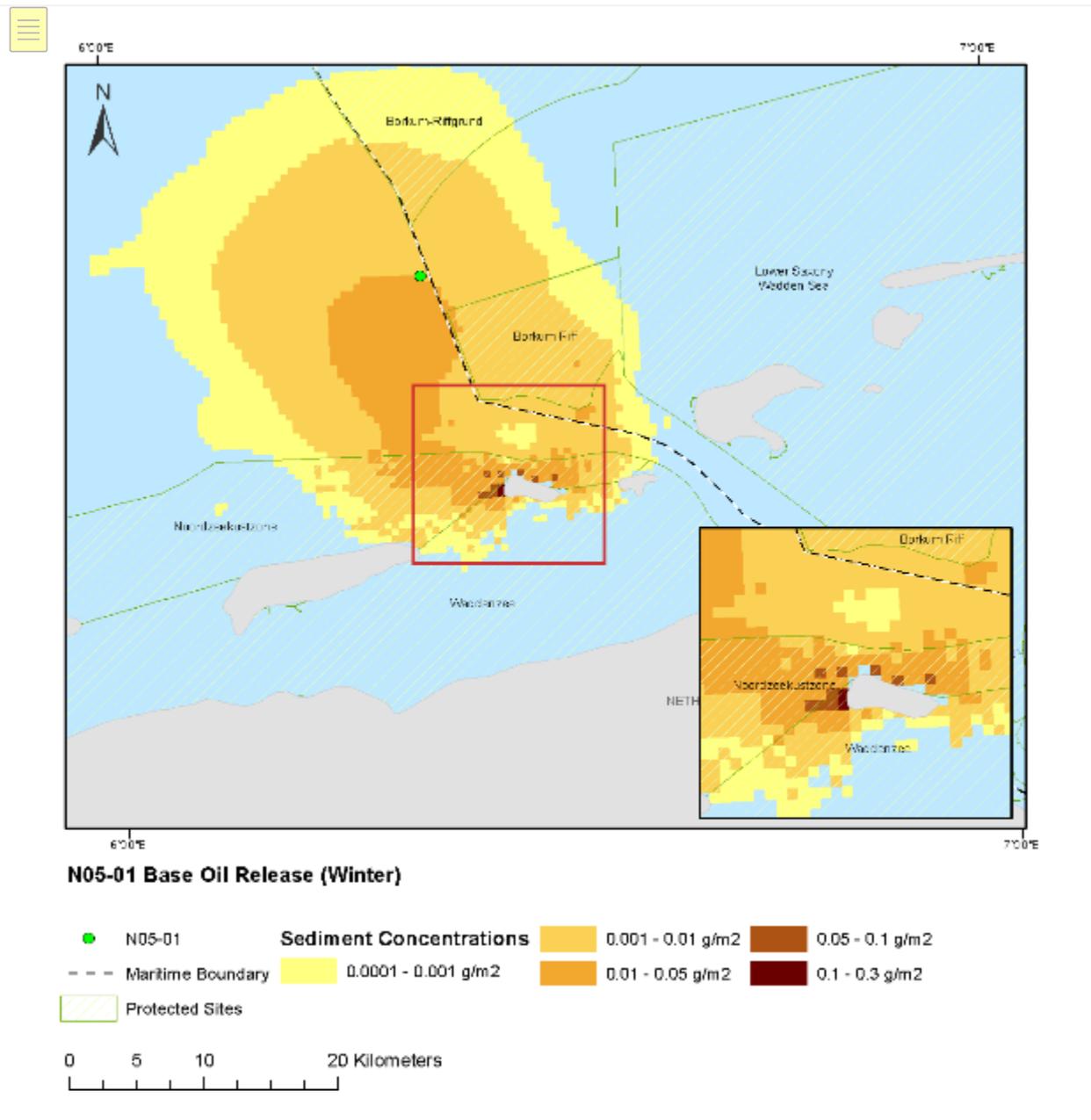
4.2.6. D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf Zusammenfassung

- Maximale Konzentrationen bleiben während des 10-Tage-Szenarios unter 50 ppb

4.2.7. D01 – Sedimentkonzentrationen

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen



Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

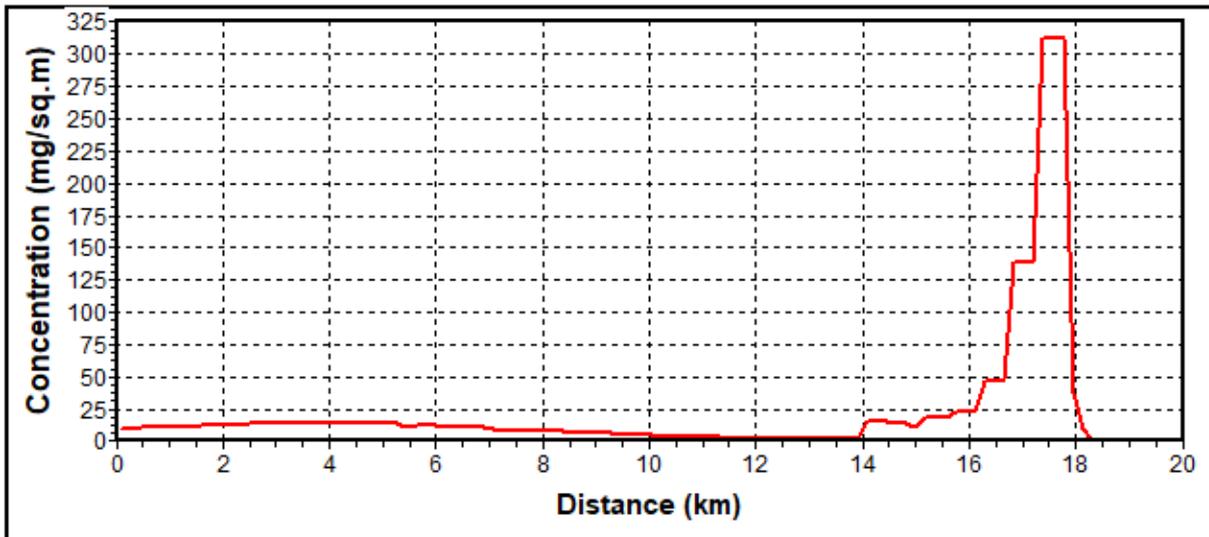
- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 10.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,312 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximalen Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit 0,312 g/m² vorhergesagt.

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen

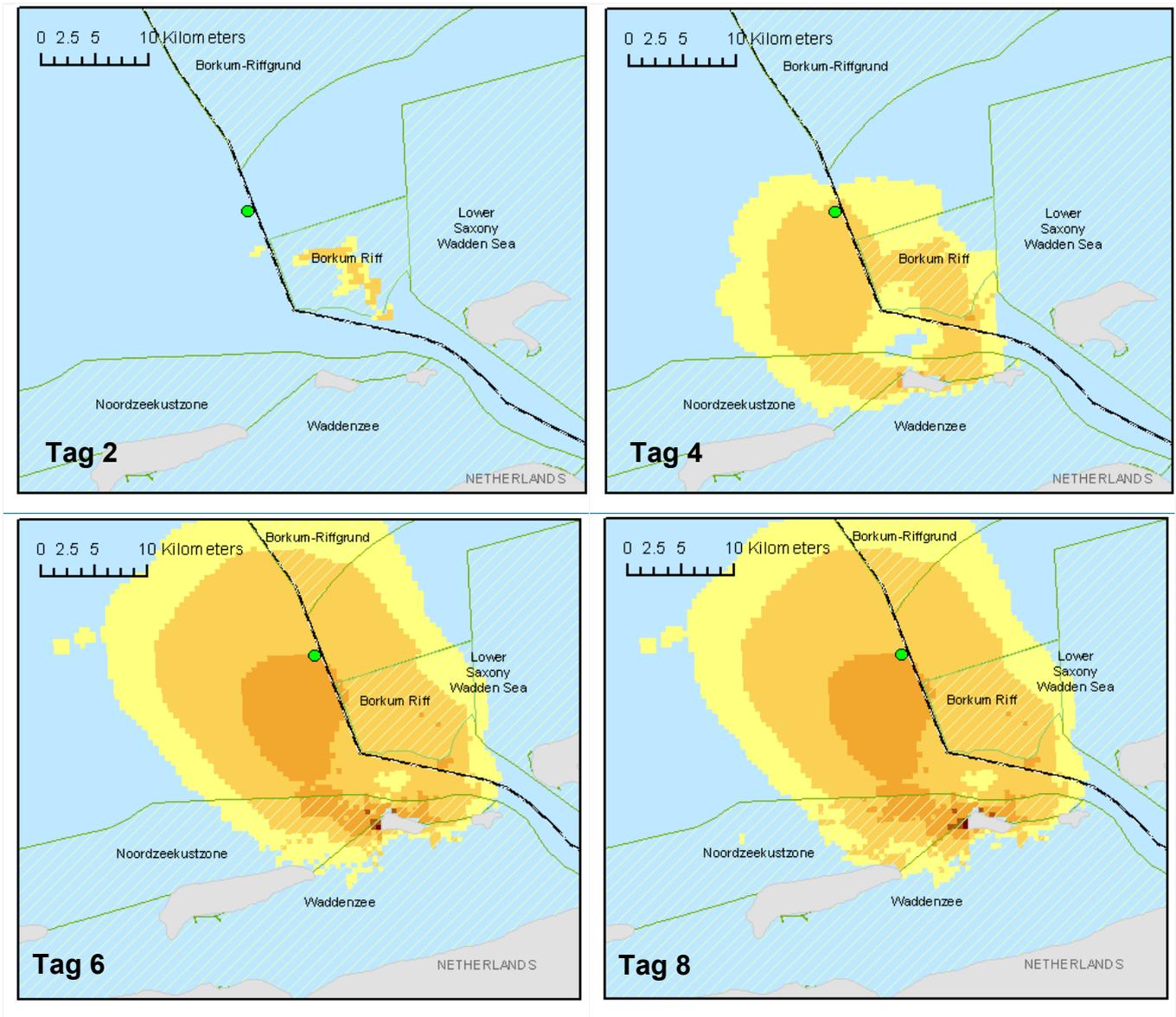
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'09"E,53°41'28"N]-[6°26'26"E,53°32'03"N]



4.2.8. D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

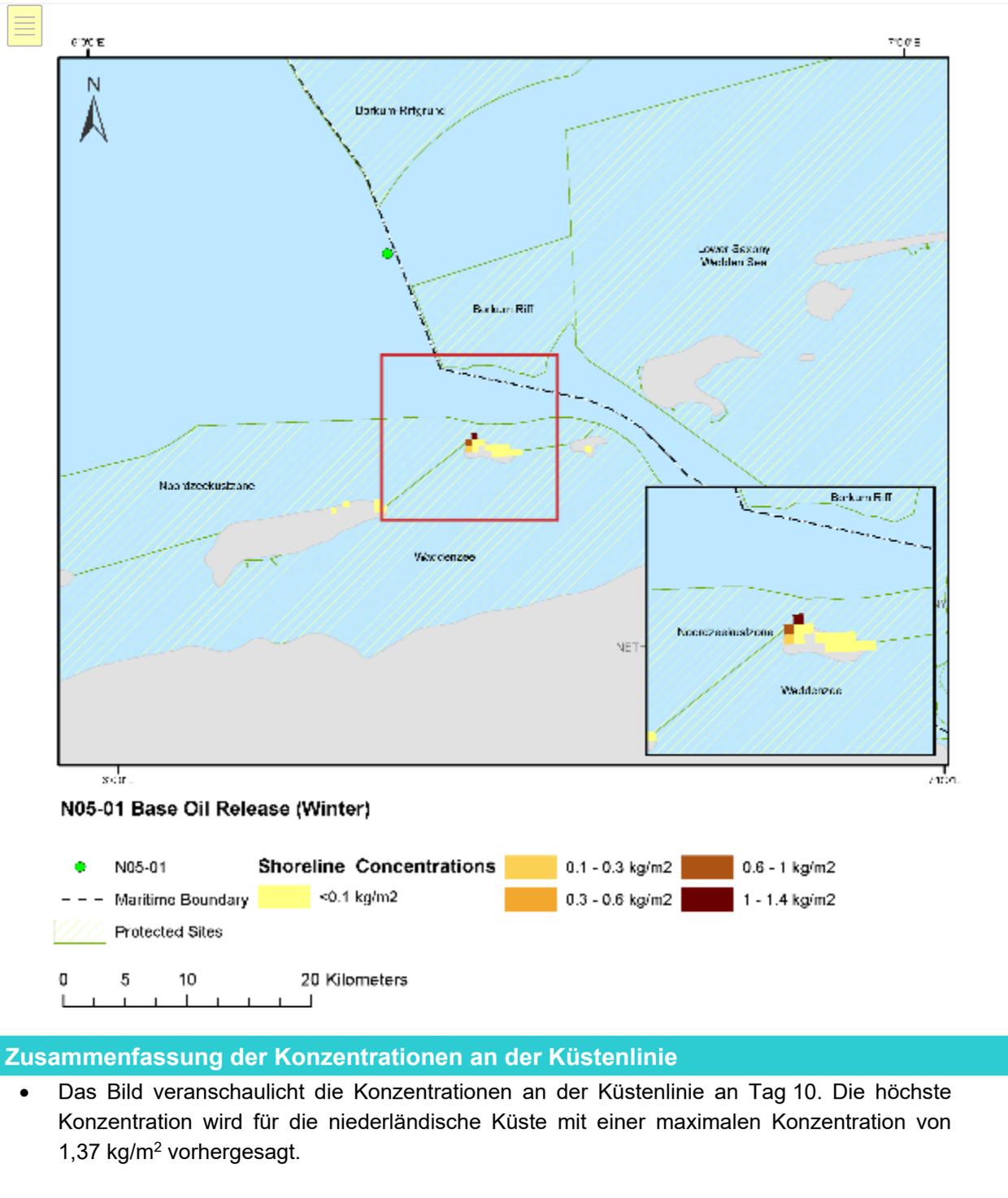


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

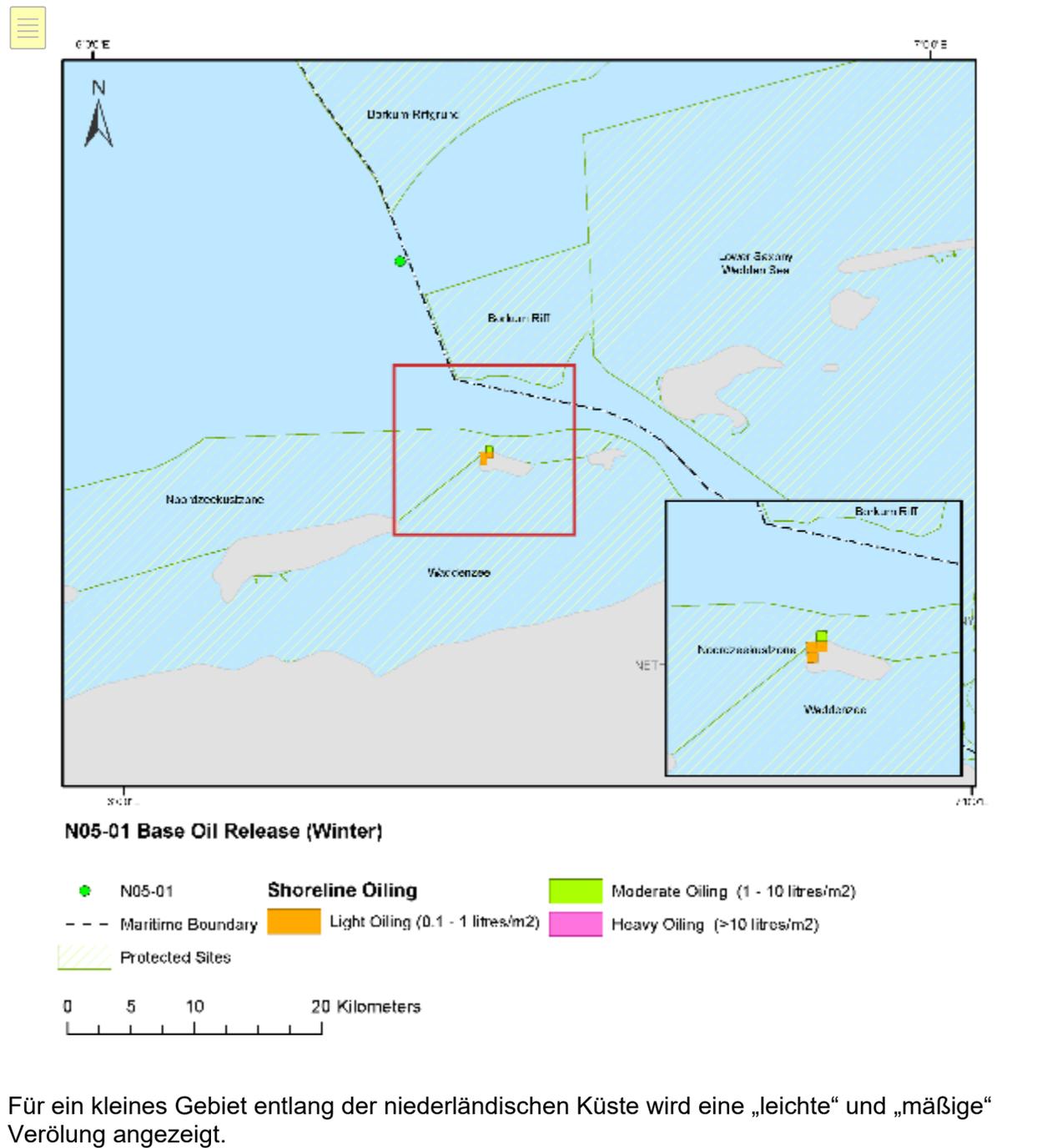
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen in verschiedenen Zeitfenstern während der 10-tägigen Freisetzung.

4.2.9. D01 – Küstenverölung

D01 – Konzentrationen der Küstenverölung nach 10 Tagen



D01 – Küstenverölung nach 10 Tagen



4.2.10. D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

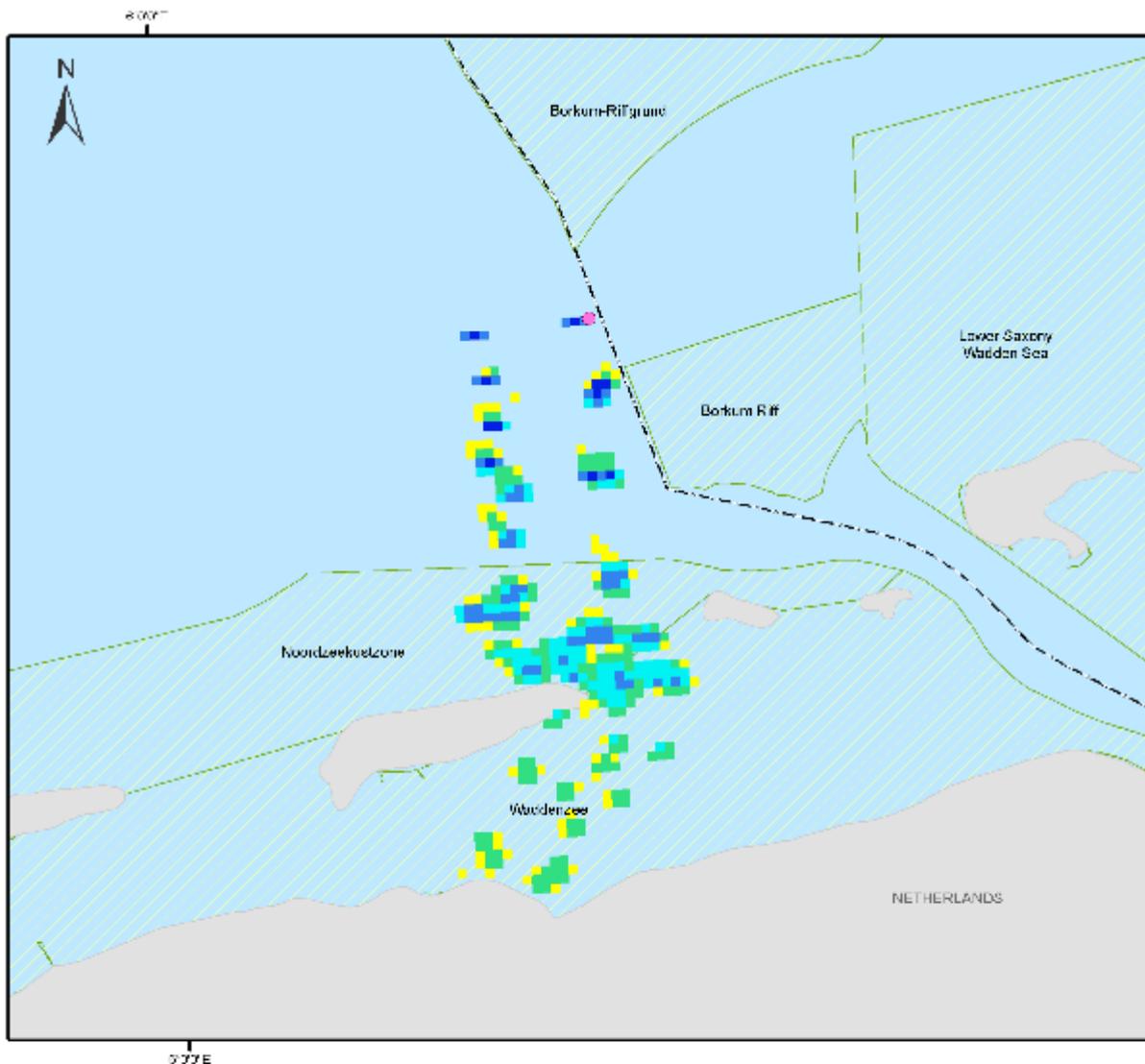
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 10 Tagen
Borkum Riff	100 (Tag 1)	0,0002
Küstengebiet der Nordsee	2,7 (Tag 2)	0,03
Wattenmeergebiet	45 (Tag 2)	0
Niedersächsisches Wattenmeer	0,00005 (Tag 9)	0

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

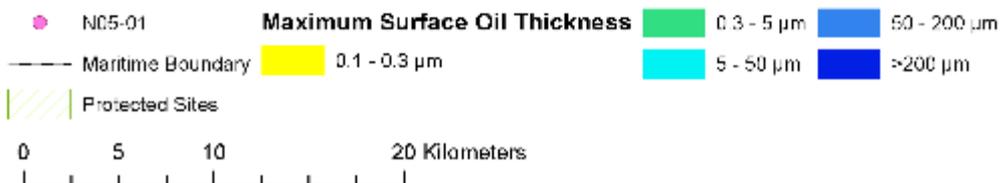
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Grundöles (t) – während der Simulation	Masse des Grundöles an der Küstenlinie (t) – nach 10 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	1 (Tag 4)	16
Wattenmeergebiet	0,08 (Tag 3)	0,01
Niedersächsisches Wattenmeer	0,00005 (Tag 9)	0,00001

4.3. D02 – DETERMINISTISCHE AUSGABE

4.3.1. D02 – Oberfläche des betroffenen Gebietes



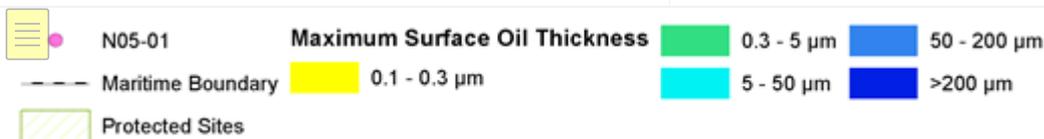
N05-01 Base Oil Release (Summer)



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern es veranschaulicht, wo das dickste Grundöl über das 10-Tage-Szenario wahrscheinlich vorhanden sein wird.
- Kleine vereinzelte Gebiete mit Grundöl mit einer Dicke von >200 µm (echte Farbe) werden etwa 9 km von der Stelle der Freisetzung entfernt angezeigt.

4.3.2. D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung Oberflächenverölung im Zeitverlauf

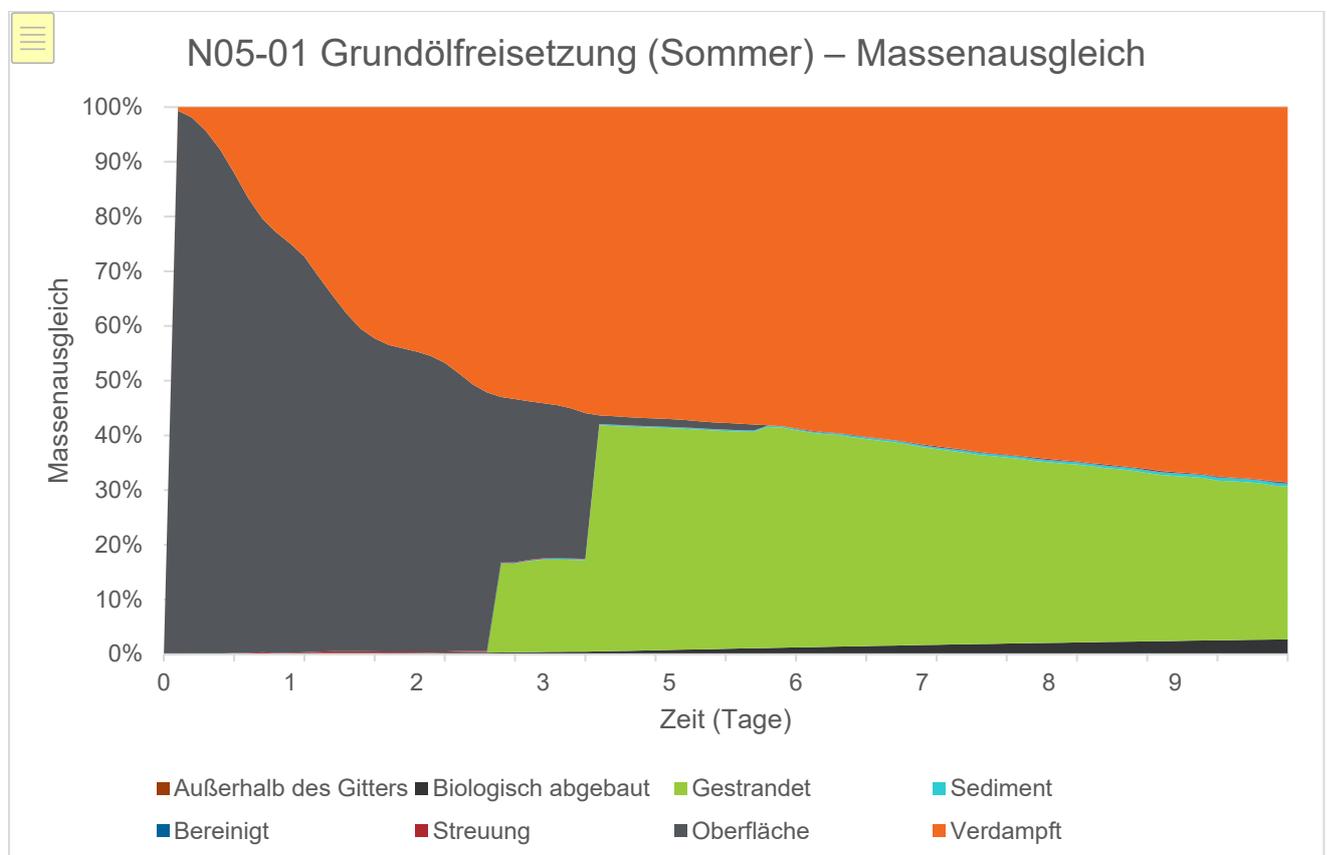
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete von Grundöl mit einer Dicke von >200 µm (echte Farbe, wobei gezeigt wird, dass sie nicht über Tag 1 hinaus bestehen bleiben)

4.3.3. D02 – Verbleib des Grundöles nach 10 Tagen

Schicksal	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,02	0,0
Atmosphäre	55,97	68,6
Wassersäule	0,14	0,2
Sedimente	0,47	0,6
An Land	22,78	27,9
Biologisch abgebaut	2,23	2,7
Außerhalb der Rasterfläche	0	0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	4,25 km	
Maximales Grundöl an Land (t)	33,7 (Tag 3)	

4.3.4. D02 – Massenausgleich

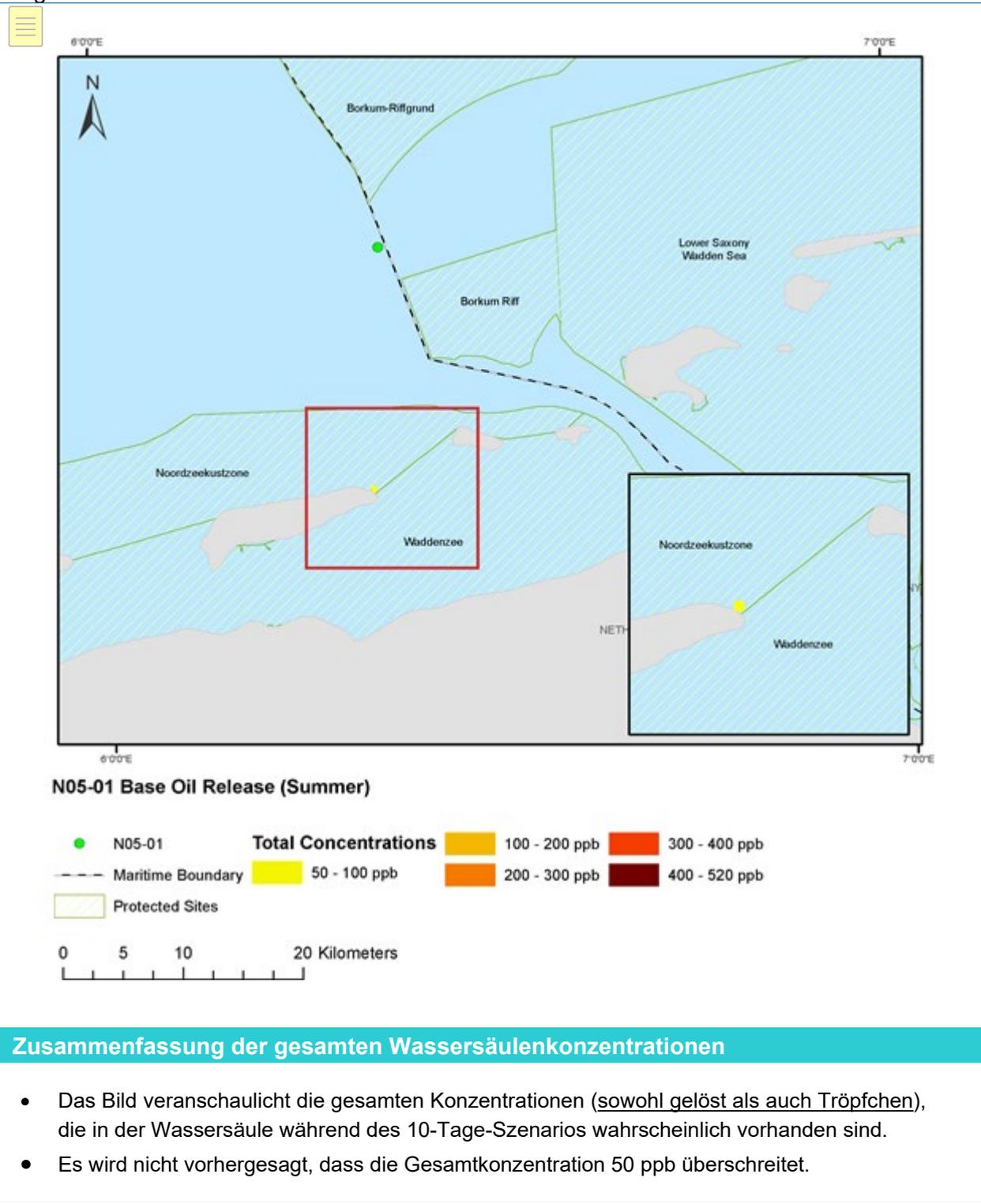
Das Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Freisetzung des Grundöls



Bis zum 10. Tag bleiben 0,0 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 68,6 % sind verdunstet, 0,2 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 0,6 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 2,7 % wurden biologisch abgebaut, 27,9 % sind gestrandet (beached).

4.3.5. D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

D02 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 10 Tage



Zusammenfassung der gesamten Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 10-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Es wird nicht vorhergesagt, dass die Gesamtkonzentration 50 ppb überschreitet.

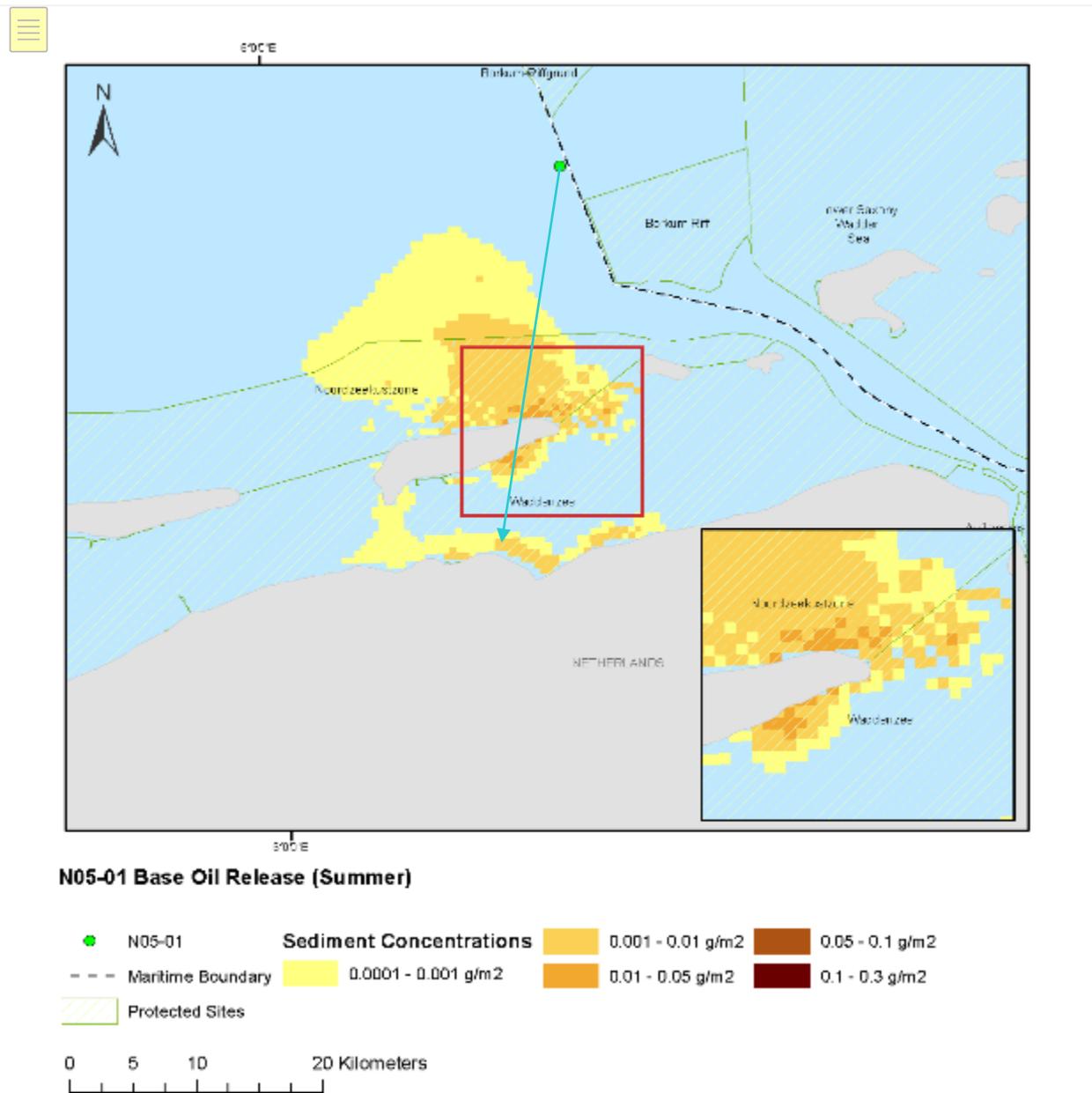
4.3.6. D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf Zusammenfassung

- Maximale Konzentrationen bleiben während des 10-Tage-Szenarios unter 50 ppb

4.3.7. D02 – Sedimentkonzentrationen

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen



Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

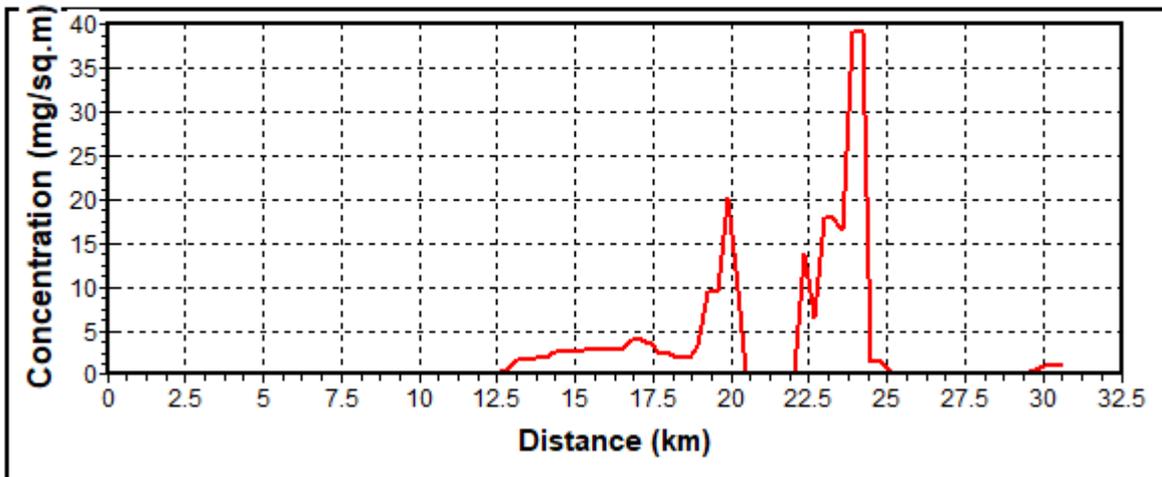
- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 10.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,04 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximalen Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit 0,04 g/m² vorhergesagt.

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen

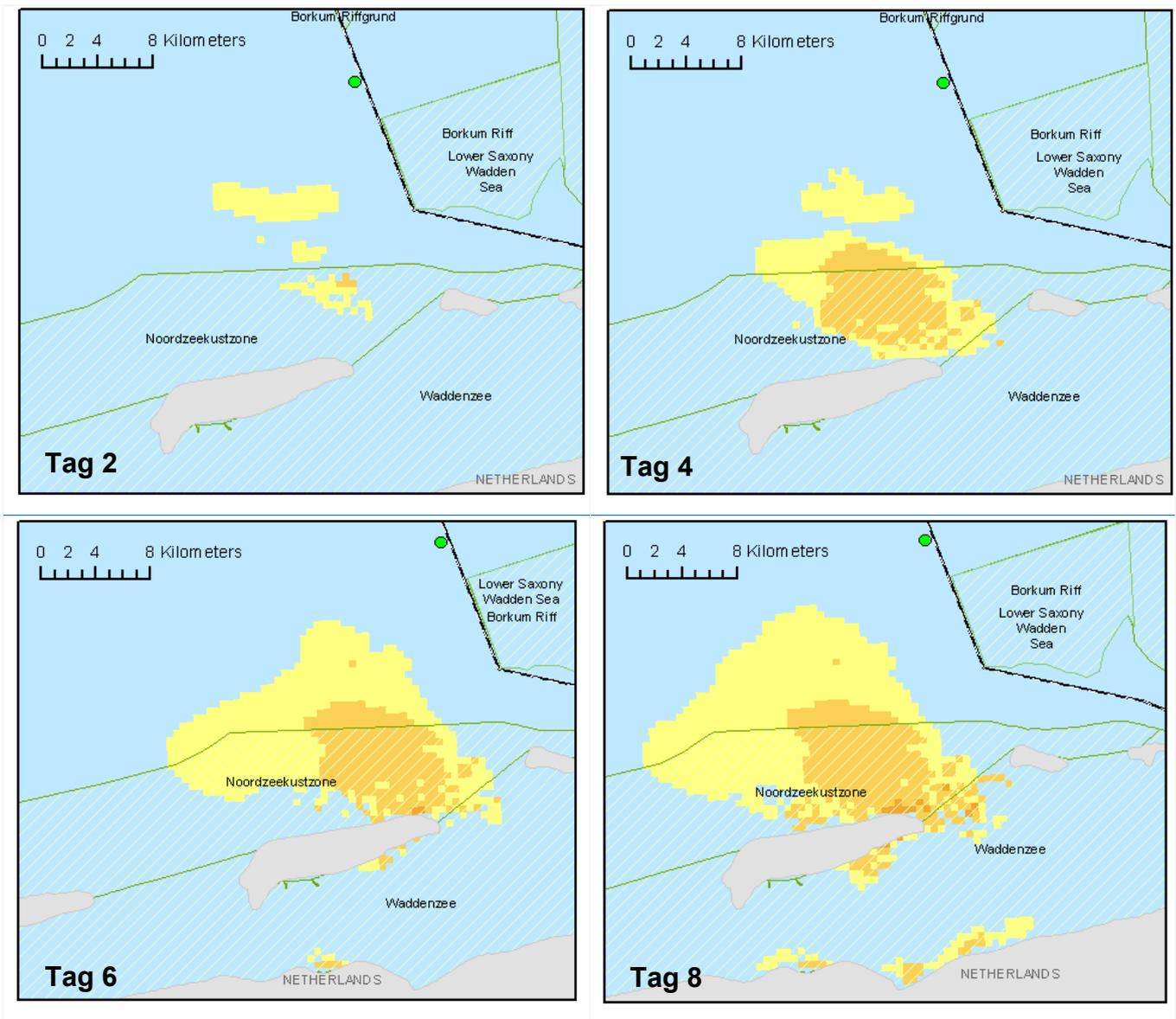
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'20"E,53°41'26"N]-[6°15'42"E,53°25'10"N]



4.3.8. D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

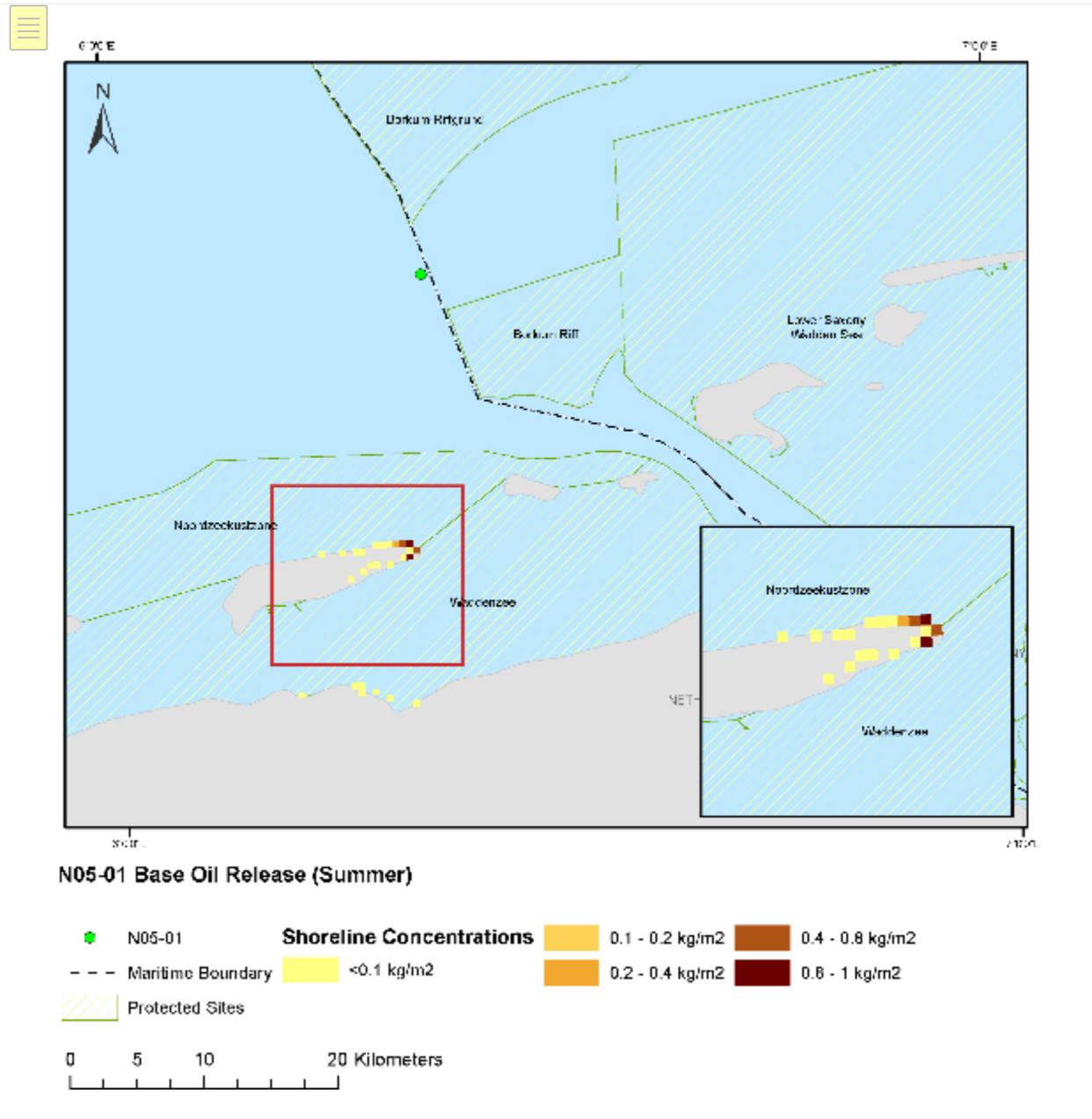


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.

4.3.9. D02 – Küstenverölung

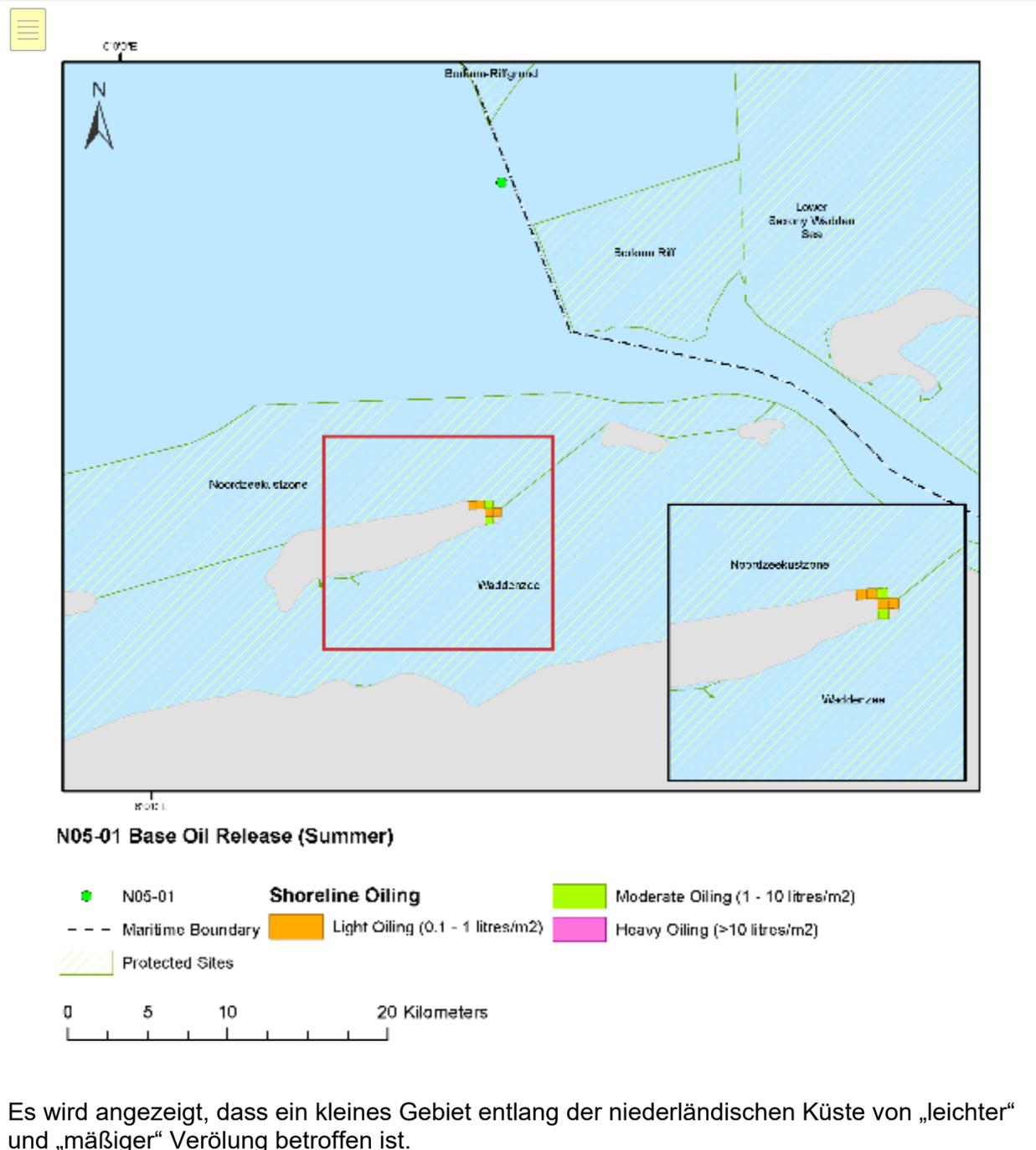
D02 – Konzentration der Küstenverölung nach 10 Tagen



Zusammenfassung der Konzentrationen an der Küstenlinie

- Das Bild veranschaulicht die Konzentrationen an der Küstenlinie an Tag 10. Die höchste Konzentration wird für die niederländische Küste mit einer maximalen Konzentration von 1 kg/m^2 vorhergesagt.

D01 – Küstenverölung nach 10 Tagen



4.3.10. D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 10 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	95 (Tag 1)	0,002
Wattenmeergebiet	31 (Tag 3)	0,003

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Grundöles (t) – während der Simulation	Masse des Grundöles an der Küstenlinie (t) – nach 10 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	52,9 (Tag 3)	22,9
Wattenmeergebiet	34,8 (Tag 5)	22,9

5.0 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Das effektivste Mittel zur Identifizierung der Risiken ist die gleichzeitige Betrachtung der Ausgaben von OSCAR. Dazu gehören:

- Die Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen
- Das Ausmaß der Auswirkungen

Die Ergebnisse des Szenarios zeigen:

- Die höchste Wahrscheinlichkeit einer Oberflächenverölung $\geq 0,1 \mu\text{m}$ beträgt 19 % (siehe S01 Abschnitt 4.1.1).
- Die maximale Emulsionsdicke der Oberflächenverölung im Zeitverlauf wird mit bis zu $544 \mu\text{m}$ angegeben – dies entspricht dem Aussehen von „echte Farbe“ (siehe S02 Abschnitt 4.1.6).
- Die maximale Dauer der Exposition der Oberfläche mit Grundöl wird mit 4,2 Tagen angegeben (siehe S02 Abschnitt 4.1.4).
- Die höchste Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 9,5 % vorhergesagt. (siehe D02 Abschnitt 4.1.8).
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 7,6 % vorhergesagt (siehe D02 Abschnitt 4.1.8).

Konzentrationen in der Wassersäule

- Die höchste Gesamtkonzentration in der Wassersäule wird mit 514 ppb vorhergesagt. Die Konzentrationen in den Wassersäulen bleiben unter 50 ppb. (siehe D01 Abschnitt 4.2.5).
- Küstengebiete weisen Konzentrationen von weniger als 50 ppb auf. (siehe D01 / D02 Abschnitte 4.2.5 / 4.3.5).

Sedimentkonzentrationen

- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration $0,312 \text{ g/m}^2$ nicht überschreiten wird. (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).
- Die größte Konzentration entlang der niederländischen Küste wird mit $0,312 \text{ g/m}^2$ vorhergesagt. (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).

Auswirkungen auf die Küstenlinie

- Die maximale Masse des in die Küstengebiete gelangenden Grundöles wird mit 33,7 t angegeben (siehe D02 Abschnitt 4.3.3).
- Es wird angezeigt, dass ein kleines Gebiet entlang der niederländischen Küste von „leichter“ und „mäßiger“ Verölung betroffen ist (siehe D01 / D02 Abschnitte 4.2.9 / 4.3.9).
- Die größte Masse an Grundöl, die als Auswirkungen auf ein küstennahes ökologisch sensibles Gebiet angegeben wird, beträgt 100 t (siehe D01 Abschnitt 4.2.10).
- Die größte Masse an Grundöl, die als Auswirkungen auf ein ökologisch sensibles Gebiet entlang der Küstengebiete angezeigt wurde, beträgt 52,9 t (siehe D02 Abschnitt 4.3.10).

6.0 QUELLEN

Lewis, A. (2013, Januar 2007). *BONN Agreement*. Abgerufen im Juli 2013, von <http://www.bonnagreement.org/eng/doc/Microsoft%20Word%20-%20CURRENT%20STATUS%20report%20final%2019Jan07.pdf>

O'Hara, P., und Morandin, L. (2010). *Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds*. (Auswirkungen der mit der Offshore-Öl- und Gaserschließung verbundenen Ablagerungen auf der Mikrostruktur der Federn von pelagischen Seevögeln).

Reed, M. A. (1996). *Calibration and testing of IKU's oil spill contingency and response (OSCAR) model system*. (Kalibrierung und Test des IKU-Ölkatastrophenschutzmodells (OSCAR – Oil Spill Contingency and Response.)

Reed, M. F. (1995). A three dimensional oil and chemical spill model for environmental impact assessment. (Ein dreidimensionales Modell für Öl- und Chemiekatastrophen zur Bewertung von Umweltauswirkungen).

ONE-Dyas B.V. N05-01 Dieselfreisetzung OSCAR-Modellierungsbericht

Kunde: ONE-Dyas B.V.



Versionsverwaltung

Revision	Datum	Beschreibung	Autor	Geprüft von:
01	20.12.19	Entwurf an den Kunden zur Überprüfung		
02	16.07.20	Aktualisierte Eingabedaten zur Umweltbelastung. Aktualisierte Ausgaben der Abschnitte S02 und D02 mit überarbeiteten Meeresoberflächentemperaturen		

Dieser Text wurde aus dem Englischen übersetzt. Soweit es Widersprüche zum Originaltext gibt, ist der Originaltext führend.

INHALTSVERZEICHNIS

1.0	MODELLIERUNG	6
1.1.	OSCAR	6
2.0	MODELL- EINGABEDATEN	7
2.1.	Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster)	7
2.2.	Umweltdaten	8
2.3.	Modellierte Parameter	8
2.4.	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“Error! Bookmark not defined.	
2.4.1.	Angewandte Schwellenwerte	9
2.5.	Küstenverölung	10
2.6.	Ölprofil	10
2.7.	Aktivitäten zur Bekämpfung	Error! Bookmark not defined.
2.8.	Modellierte Szenarien	11
2.8.1.	Stochastische Szenarien	11
2.8.2.	Deterministisches Szenario	11
3.0	OSCAR-SIMULATIONEN	12
3.1.	Stochastische Simulation	12
3.2.	Deterministische Simulation	12
4.0	FREISETZUNGSANGABEN	13
4.1.	STOCHASTISCHE ANGABEN	13
4.1.1.	S01 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	13
4.1.2.	S02 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	14
4.1.3.	S01 – Dieselfreisetzung Maximale Expositionsdauer	15
4.1.4.	S02 – Dieselfreisetzung Maximale Expositionsdauer	16
4.1.5.	S01 – Dieselfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	18
4.1.6.	S02 – Dieselfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	19
4.1.7.	S01 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung.....	20
4.1.8.	S02 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung.....	21
4.2.	D01 – DETERMINISTISCHEE ANGABE	23
4.2.1.	D01 – Dieselfreisetzung Oberfläche des betroffenen Gebietes.....	23
4.2.2.	D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	24
4.2.3.	D01 – Verbleib des Diesels nach 10 Tagen.....	25
4.2.4.	D01 – Massenausgleich.....	25
4.2.5.	D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	26
4.2.6.	D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf	27
4.2.7.	D01 – Sedimentkonzentrationen.....	28
4.2.8.	D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf	30
4.2.9.	D01 – Küstenverölung	31
4.2.10.	D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	33
4.3.	D02 – DETERMINISTISCHEE ANGABE	34
4.3.1.	D02 – Dieselfreisetzung Oberfläche des betroffenen Gebietes.....	34
4.3.2.	D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	35
4.3.3.	D02 – Verbleib des Diesels nach 10 Tagen.....	36
4.3.4.	D02 – Massenausgleich.....	36
4.3.5.	D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	37

4.3.6.	D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf	38
4.3.7.	D02 – Sedimentkonzentrationen.....	39
4.3.8.	D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf	41
4.3.9.	D02 – Küstenverölung	42
4.3.10.	D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	44
5.0	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	45
6.0	QUELLEN.....	46

Abkürzungen

API	Amerikanisches Petroleum-Institut
BAOAC	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code“
IBCAO	Internationale Bathymetrische Karte des Arktischen Ozeans
	Metrische Tonne (Tonne)
Öl	Erdöl in jeder Form, einschließlich Rohöl, Kondensat, Heizöl, Schlammöl, Ölabfälle und raffinierte Produkte – wie Diesel
OSCAR	Ölkatastrophenschutz und –bekämpfung
ppb	Teile pro Milliarde
ppt	Teile pro Tausend
µm	Mikrometer

1.0 MODELLIERUNG

Das SINTEF Oil Spill Contingency and Response (OSCAR)-Modellierungspaket wurde verwendet, um die potenziellen Auswirkungen einer Freisetzung von Diesel aus dem Bohrloch N05-01 zu untersuchen. Es wurden mehrere Szenarien modelliert, um die Quantifizierung des Risikos für die lokale Meeres- und Küstenumwelt zu unterstützen.

Die Ziele der Modellierung waren wie folgt zu verstehen:

Stochastische Modellierung

- Oberflächenverölung
 - Wahrscheinlichkeit der Oberflächenverölung (mit einem angewandten Schwellenwert von $\geq 0,1 \mu\text{m}$)
- Kontaminierung der Küstenlinie
 - Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen auf die Küstenlinie (kein Schwellenwert angewendet)

Deterministische Modellierung

- Der Verbleib des Diesels (die Menge, die dispergiert, verdampft und gestrandet ist) und die möglichen Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete.

1.1. OSCAR

Das OSCAR-Modellierungspaket von SINTEF, das einer umfangreichen wissenschaftlichen Untersuchung und Validierung unterzogen wurde (Reed M. F., 1995), (Reed M. A., 1996) wurde für die Durchführung der Simulation ausgewählt.

Das von SINTEF entwickelte Modellierungspaket OSCAR ist ein dreidimensionales Ölleckagemodell, das eine Reihe von Möglichkeiten der Verölung an der Wasseroberfläche, im Untergrund und an der Küste über einen festgelegten Zeitraum berechnet und aufzeichnet. OSCAR ist ein vollständig validiertes und kalibriertes Modell, das eine Vielzahl von Feldbeobachtungen einer Reihe von experimentellen Ölleckagen verwendet.

Das Modell berücksichtigt die Verwitterung sowie die physikalischen, biologischen und chemischen Prozesse, die das Öl im Meer beeinflussen. OSCAR berücksichtigt die folgenden Oberflächenprozesse: Ausbreitung und Advektion an der Oberfläche, Mitreißen in der Wassersäule, Emulgierung (Mousse-Bildung) und Verflüchtigung (Auflösung). Partikel, die in der Wassersäule mitgerissen werden, werden mit horizontaler und vertikaler Advektion und Dispersion modelliert.

Das Spektrum von OSCAR an Vorhersagen umfasst:

- Wahrscheinlichkeit der Kontamination – Oberfläche, Sediment, Küstenlinie und Wassersäule
- Zeitpunkt des Eintreffens – Öl an der Oberfläche, in der Wassersäule und Küstenstrandung
- maximal wahrscheinliche Konzentrationen – in der Wassersäule und auf der Wasseroberfläche

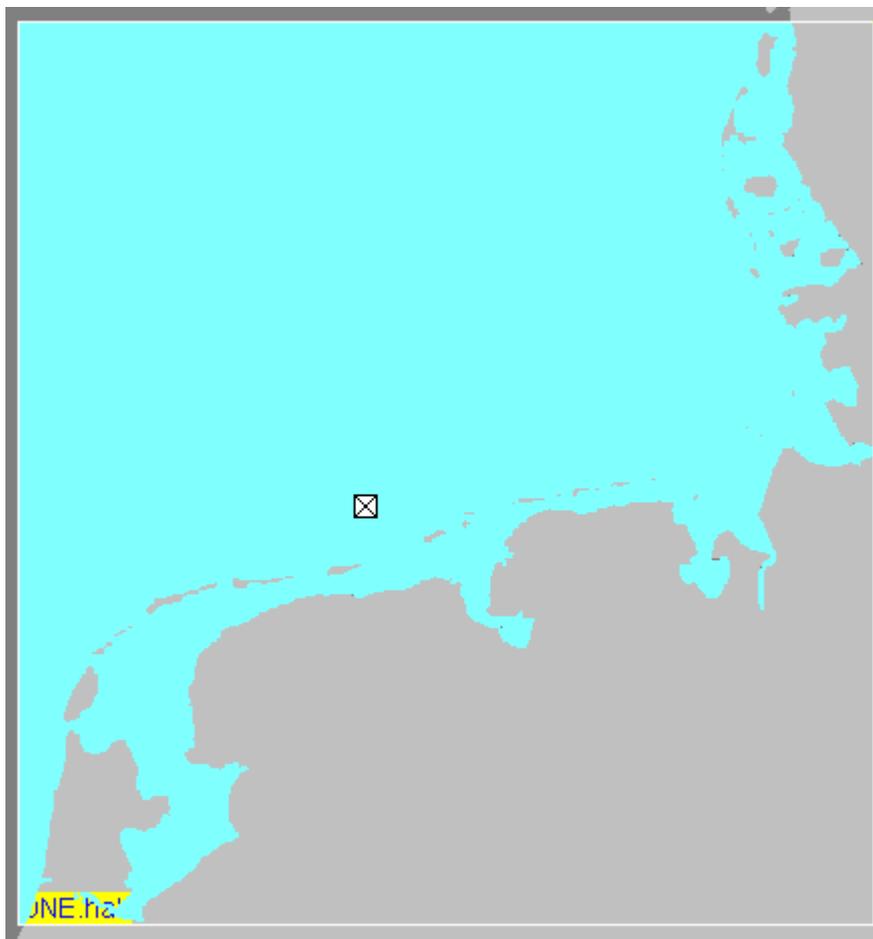
- emulgierte Masse – von Öl, das die Küste und die Oberfläche erreicht
- Expositionsdauer – von Oberflächenöl, Wassersäule und Konzentrationsschwellen
- Verbleibsprozesse – einschließlich Verdunstung, Dispersion, Auflösung, Sedimentation, Strandung und Zerfall.

2.0 MODELL-EINGABEDATEN

In diesem Abschnitt werden die für die OSCAR-Simulationen verwendeten Eingabedaten zusammengefasst.

2.1. Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster)

Ein 500 km x 500 km (250.000 km²) großes Habitat-Raster wurde als geeignete Auflösung angesehen, um die potenzielle Oberflächenverölung, die Konzentrationen in der Wassersäule und die Auswirkungen auf die Küstenlinie zu ermitteln. Jede Rasterzelle deckt eine Fläche von ca. 500 m x 500 m (0,25 km²) ab.



Die Art der Küstenlinie hat einen Einfluss auf die Menge des Kohlenwasserstoffs, der stranden und wieder mobilisiert werden kann – hier wurde ein Sandstrand gewählt. Diese Art der Küstenlinie ist ein angemessener Näherungswert, um die gestrandeten Mengen zu bestimmen.

2.2. Umweltdaten

Hydrodynamische Daten	Es wurden repräsentative Strömungsdaten von 2011 bis 2014 verwendet, die aus Vorhersagen des Met Office Atlantic Margin Model stammen. Die Oberflächenströmungen sind stündlich.	
Wind	Die im Modell verwendeten repräsentativen Winddaten wurden dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen (2008–2014) entnommen und in 3-stündigen Intervallen bereitgestellt.	
Lufttemperatur	Die Lufttemperatur wird vom Verdunstungsmodell in OSCAR nicht verwendet	
Meerestemperatur ¹	Winter	Sommer
Tiefe	0m	5.3°C
	10m	5.3°C
	20m	5.3°C
Sauerstoff ²	6,9 mg/l obere Wassersäule und 6,7 mg/l untere Wassersäule	5,4 mg/l obere Wassersäule 5,10 mg/l untere Wassersäule
Salzgehalt	34 ppt	34 ppt

2.3. Modellierte Parameter

N05-01 Dieselfreisetzung	
Ort der Freisetzung	Oberfläche
Breitengrad / Längengrad	53° 41' 29.74" N / 06° 21' 18.50" E
Menge der Freisetzung	100 m ³ freigesetzt in 1 Stunde
Dauer der Simulation	10 Tage ³

¹ NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der Temperatur im 1°-Raster

² NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der scheinbaren Sauerstoffausnutzung im 1°-Raster

³ Zu der Dauer der Freisetzung von 1 Stunde wurden weitere 10 Tage addiert, um eine zusätzliche Verfolgung des Oberflächenöls nach Beendigung der Freisetzung zu ermöglichen.

2.4. Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC) besagt, dass Ölschichten unter 0,04 µm Dicke unter den meisten Betrachtungsbedingungen für das menschliche Auge nicht leicht wahrnehmbar sind und bis zu einer Dicke von 0,3 µm silbrig/grau erscheinen (Lewis, 2013).

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)				
Code	Beschreibung – Erscheinungsbild	Schichtdicke	Intervall	Liter pro km ²
		µm	mm	
1	Glanz (silbrig/grau)	0,04–0,30	4.–005–0,0003	40–300
2	Regenbogen	0,3–5,0	0,0003–0,005	300–5.000
3	Metallisch	5,0–50	0,005–0,05	5.000–50.000
4	Diskontinuierlich echte Ölfarbe	50–200	0,05–0,2	50.000–200.000
5	Kontinuierlich echte Ölfarbe	≥ 200	≥ 0,2	≥ 200.000

2.4.1. Angewandte Schwellenwerte

- Auf der Grundlage der Ergebnisse des Berichts „Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds“ (O'Hara & Morandin, 2010) und für die Zwecke dieses Studienberichts wurde eine Schwelle der Oberflächendicke von 0,1 µm (0,0001 mm) für die Oberflächenverölung angesetzt.
- Auf der Grundlage von akzeptablen Öleinleitungen ins Wasser der küstennahen Gewässer innerhalb der 12-nm-Hoheitsgewässergrenzen wurde ein Schwellenwert von 50 ppm für die Konzentration in der Wassersäule angesetzt.
- Für Massenansammlungen an der Küste wurde kein Schwellenwert festgelegt.

2.5. Küstenverölung

Anhand der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ („Erkennung von Öl an Küstenlinien“) aus dem Jahr 2011 wird das Ausmaß der Küstenverölung, die als leichte, mäßige oder starke Verölung beschrieben wird, unten dargestellt. Wo Küstenverölung innerhalb der Modelle erfasst wird, ist eine Übersicht über die Klassifizierung der Verölung an der Küste angegeben.

Klassifizierung des Küstenverölung	Volumen (Liter/m ²)	Ø Ölschichtdicke (mm)	Verölen (g/m ²)
Leichtes Verölen	0,1–1	0,1–1	84
Mäßiges Verölen	1–10	1–10	843
Starkes Verölen	>10	>10	8.430

Beispiel für leichtes Verölen	Beispiel für mäßiges Verölen	Beispiel für starkes Verölen
V 		

Bilder mit freundlicher Genehmigung der ITPOF – Technische Informationsschrift Nr. 6 "Erkennung von Öl an Küstenlinien"

2.6. Ölprofil

Ölprofil						
Name	ITOPF-Gruppe	SG	Viskosität	Pourpoint (°C)	Wachsgehalt (%)	Asphaltenegehalt (%)
Diesel	II	0,843	3,9	-36	0,05	0,05

2.7. Maßnahmen zur Bekämpfung

Um ein besseres Verständnis für den Verbleib des Öls zu erhalten, wurden in den verschiedenen Simulationen keine Maßnahmen zur Bekämpfung von Ölleckagen berücksichtigt.

2.8. Modellierte Szenarien

2.8.1. Stochastische Szenarien

Modelliert als saisonbedingte Freisetzungen – Winter (Dez.–Feb.), Sommer (Juni–Aug.)				
Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
S01	Dieselfreisetzung (Winter)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage
S02	Dieselfreisetzung (Sommer)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage

2.8.2. Deterministisches Szenario

Die Ergebnisse der stochastischen Modellausgaben wurden analysiert, um das ungünstigste Strandungsszenario zu ermitteln – dies ist die Simulation mit dem größten Strandungsvolumen.

Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
D01	Dieselfreisetzung (Winter)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage
<i>Monat der modellierten Freisetzung – Februar 2013</i>				
D02	Dieselfreisetzung (Sommer)	100 m ³	1 Stunde	10 Tage
<i>Monat der modellierten Freisetzung – August 2012</i>				

3.0 OSCAR-SIMULATIONEN

3.1. Stochastische Simulation

Bei einer stochastischen Simulation wird eine Reihe von Simulationen der Freisetzungstrajektorien wiederholt mit einem Startdatum ausgeführt, das innerhalb des Zeitraums liegt, der von historischen Wind- und/oder hydrodynamischen Daten abgedeckt wird. Die Ergebnisse der Trajektorien werden kombiniert, um die vorhergesagten Wahrscheinlichkeiten von Ölspuren in definierten Zeiträumen darzustellen. Die Durchführung mehrerer Freisetzungssimulationen während einer einzigen Saison sollte eine zuverlässige Vorhersage der Ölspuren sowie der Wahrscheinlichkeiten der Verölung für eine Freisetzung liefern, die während dieser Saison beginnt und sich in die folgenden Saisons erstreckt.

Es wurden mehr als 100 Simulationen über den Freisetzungszeitraum mit einer Reihe von Windzeiten durchgeführt, die an einem zufällig gewählten Datum begann. Bei diesem Ansatz sollte eine ausreichende Anzahl von Simulationen die Schwankungen der Windgeschwindigkeit und -richtung in dem innerhalb der Simulation identifizierten Gebiet adäquat modellieren.

Die Ergebnisse des stochastischen Modells wurden analysiert, um das Datum mit dem höchsten Strandungsvolumen zu ermitteln. Dieses Datum und diese Uhrzeit wurden für das deterministische Modell verwendet.

3.2. Deterministische Simulation

Deterministische oder Trajektorienmodelle werden verwendet, um den Weg eines Ölteppichs im Zeitverlauf vorherzusagen. Das Modell schätzt das Verwitterungsprofil unter den angegebenen hydrodynamischen und meteorologischen Bedingungen, indem es zeitlich und räumlich variierende, numerisch berechnete Meeresströmungen und Winde verwendet.

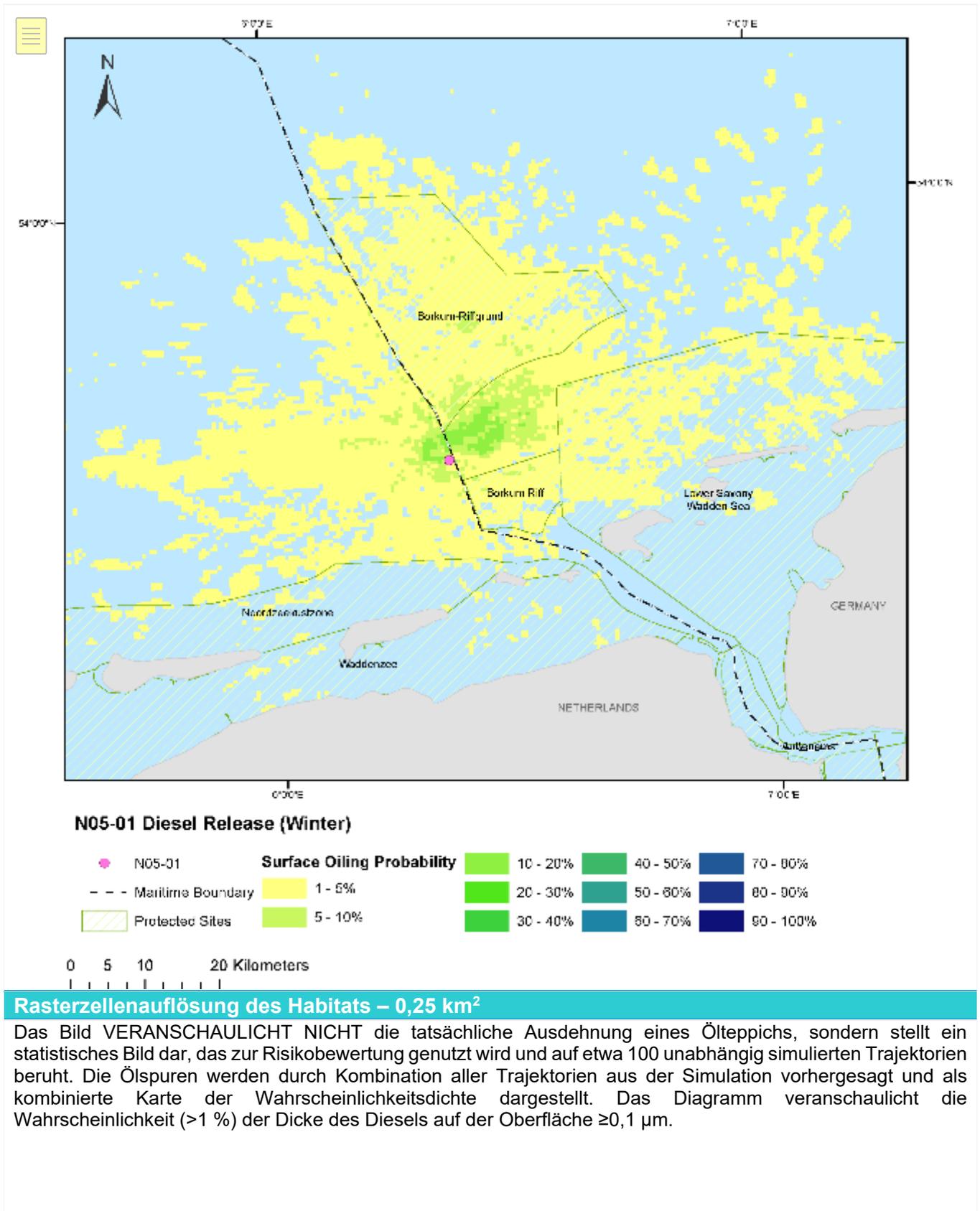
Die Ergebnisse wurden ausgewertet, um Folgendes zu bestimmen:

- die vorhergesagte Bahnkurve des Ölteppichs
- Schätzungen der Oberfläche des Ölteppichs
- Änderungen der Deseleigenschaften im Zeitverlauf
- mögliche Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete und die Länge der betroffenen Küstenlinie
- Sedimentkonzentrationen
- Schätzungen über die Gesamtmenge des gestrandeten Diesels.

4.0 FREISETZUNGS-AUSGABEN

4.1. STOCHASTISCHE AUSGABEN

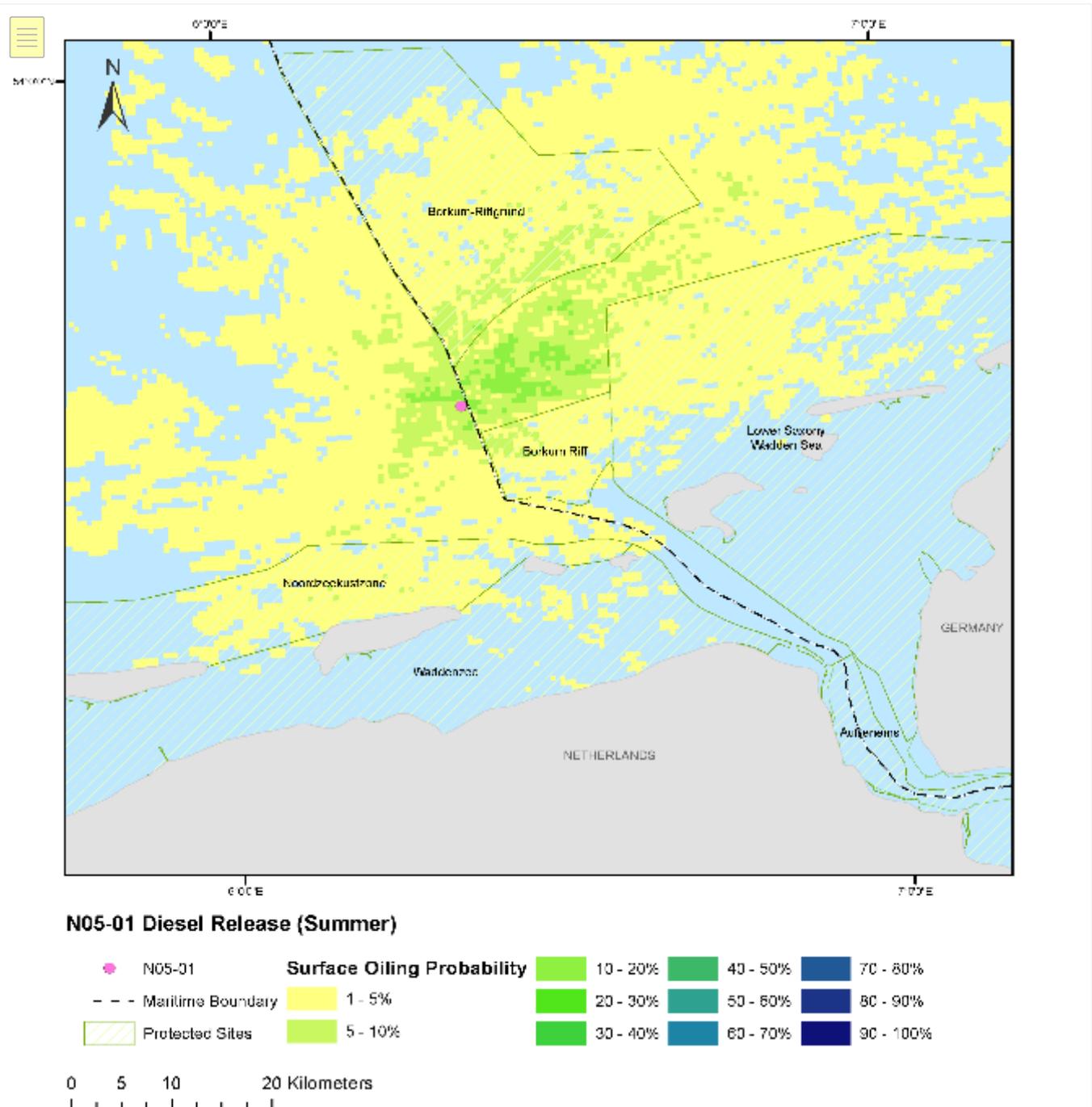
4.1.1. S01 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 11 % angegeben, die sich über ca. 10 km nach außen erstreckt.
- In einer Entfernung von 16 km vom Ort der Freisetzung verringert sich die Wahrscheinlichkeit erheblich auf etwa 1–5 %.

4.1.2. S02 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



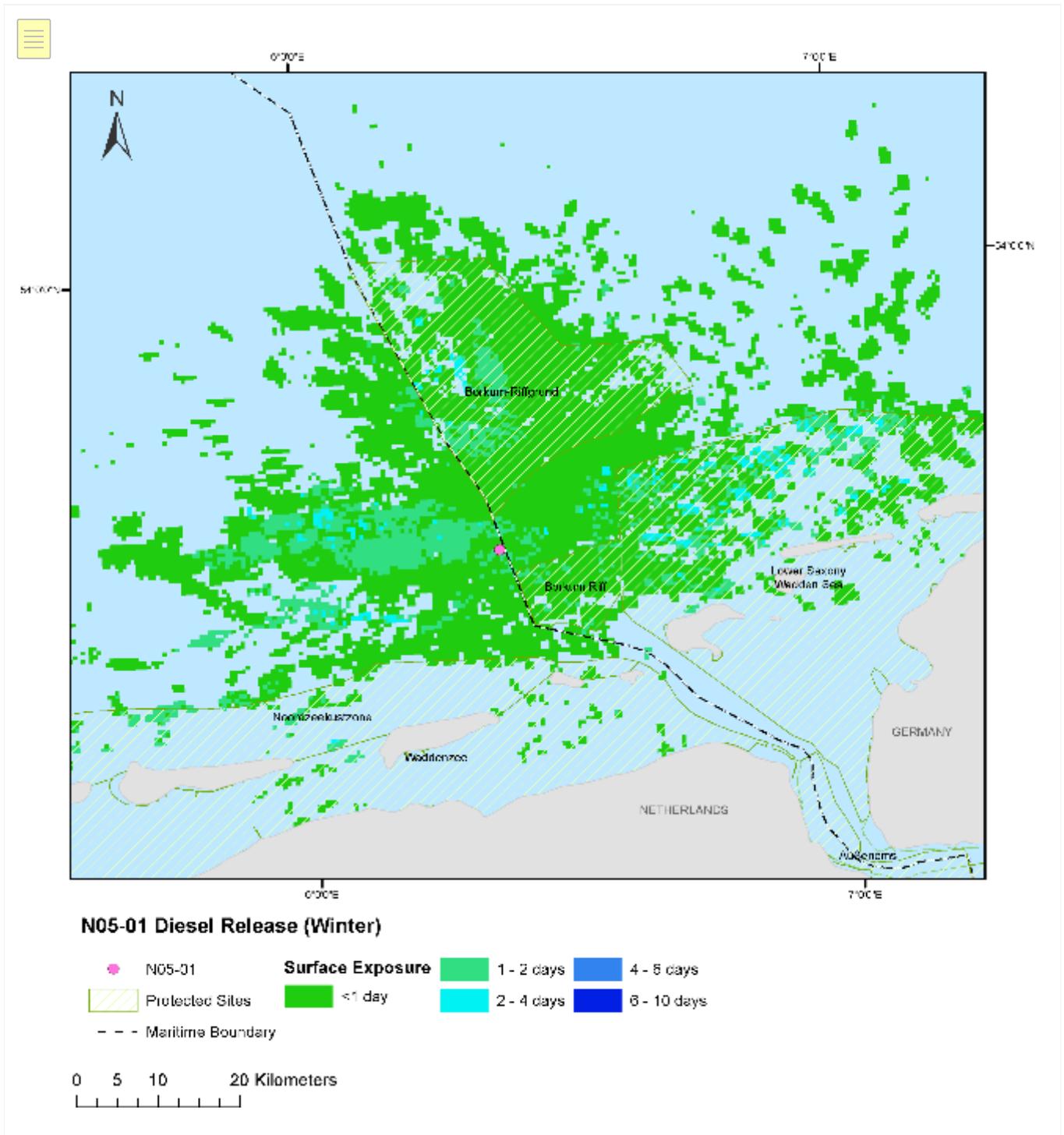
Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Das Diagramm veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit (>1 %) der Dicke des Diesels auf der Oberfläche $\geq 0,1 \mu\text{m}$.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 16 % angegeben, die sich über ca. 10 km nach außen erstreckt.
- In einer Entfernung von 16 km vom Ort der Freisetzung verringert sich die Wahrscheinlichkeit erheblich auf etwa 1– 5 %.

4.1.3. S01 – Dieselfreisetzung maximale Expositionsdauer

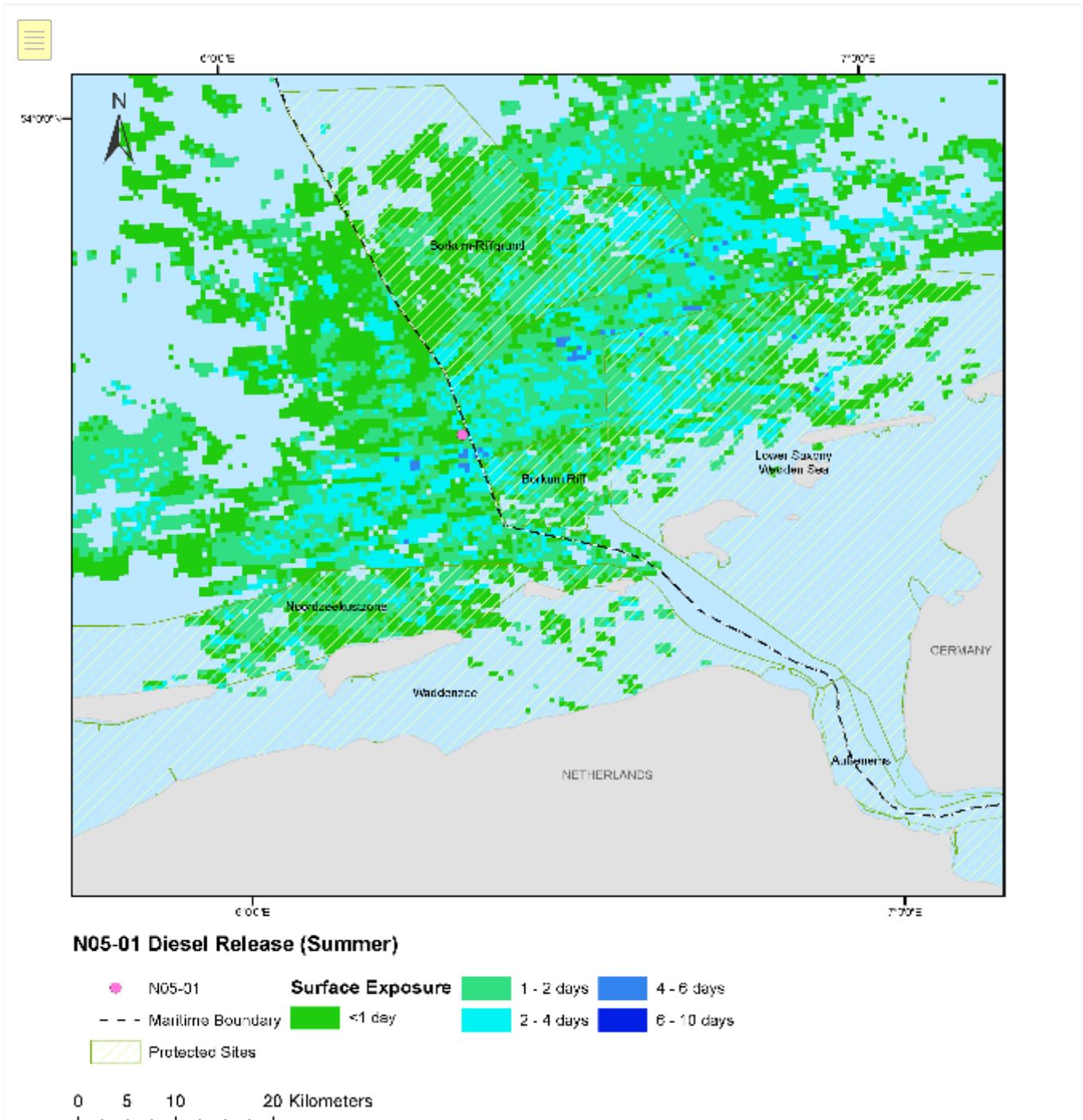


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg. Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S01 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 3 Tage, die sich über kleine Gebiete in 50 km Entfernung vom Ort der Freisetzung erstrecken.

4.1.4. S02 – Dieselfreisetzung maximale Expositionsdauer



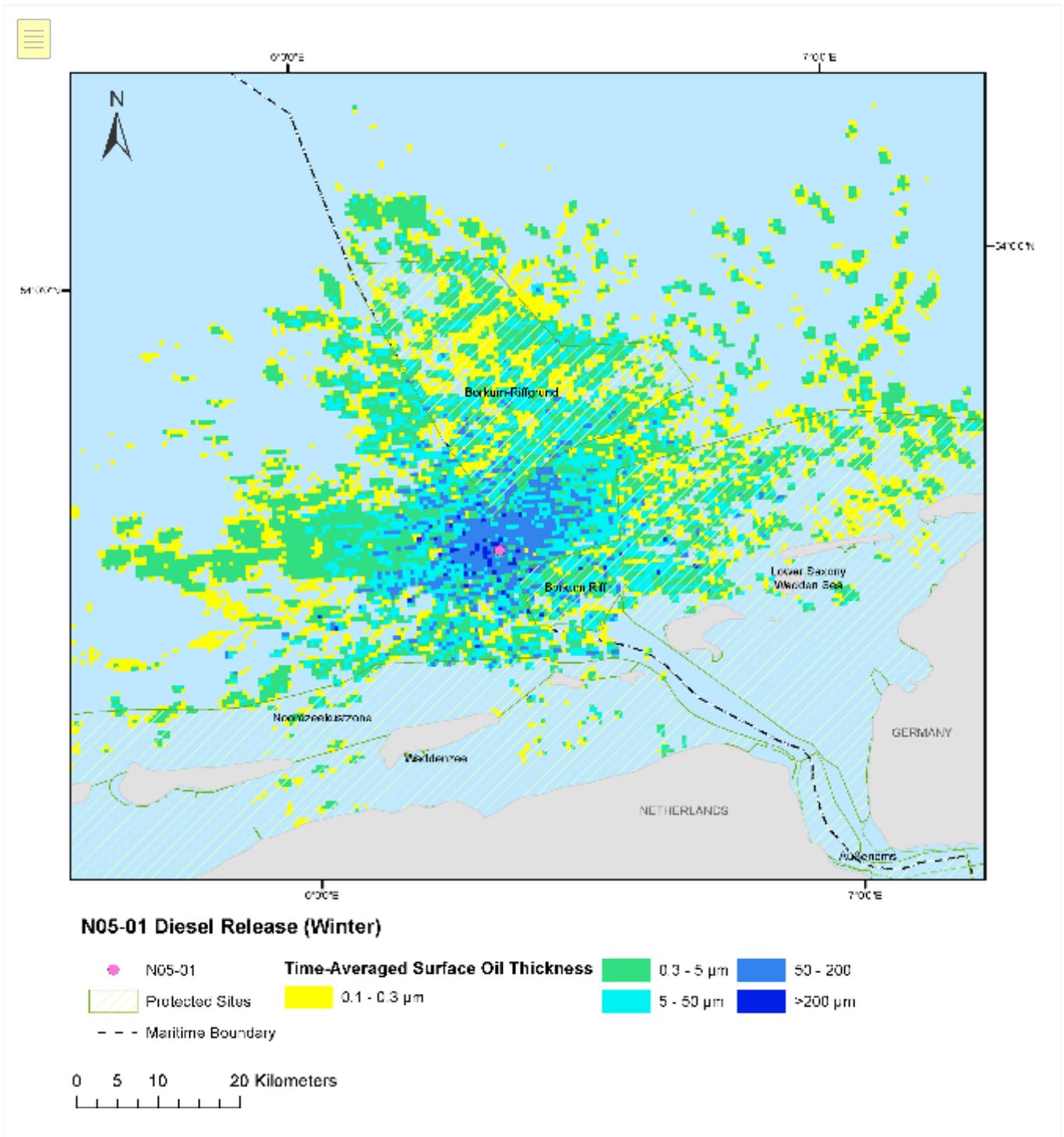
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg.

Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S02 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 5 Tage, die sich über kleine Gebiete in 35– 40 km Entfernung vom Ort der Freisetzung erstrecken.

4.1.5. S01 – Dieselfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

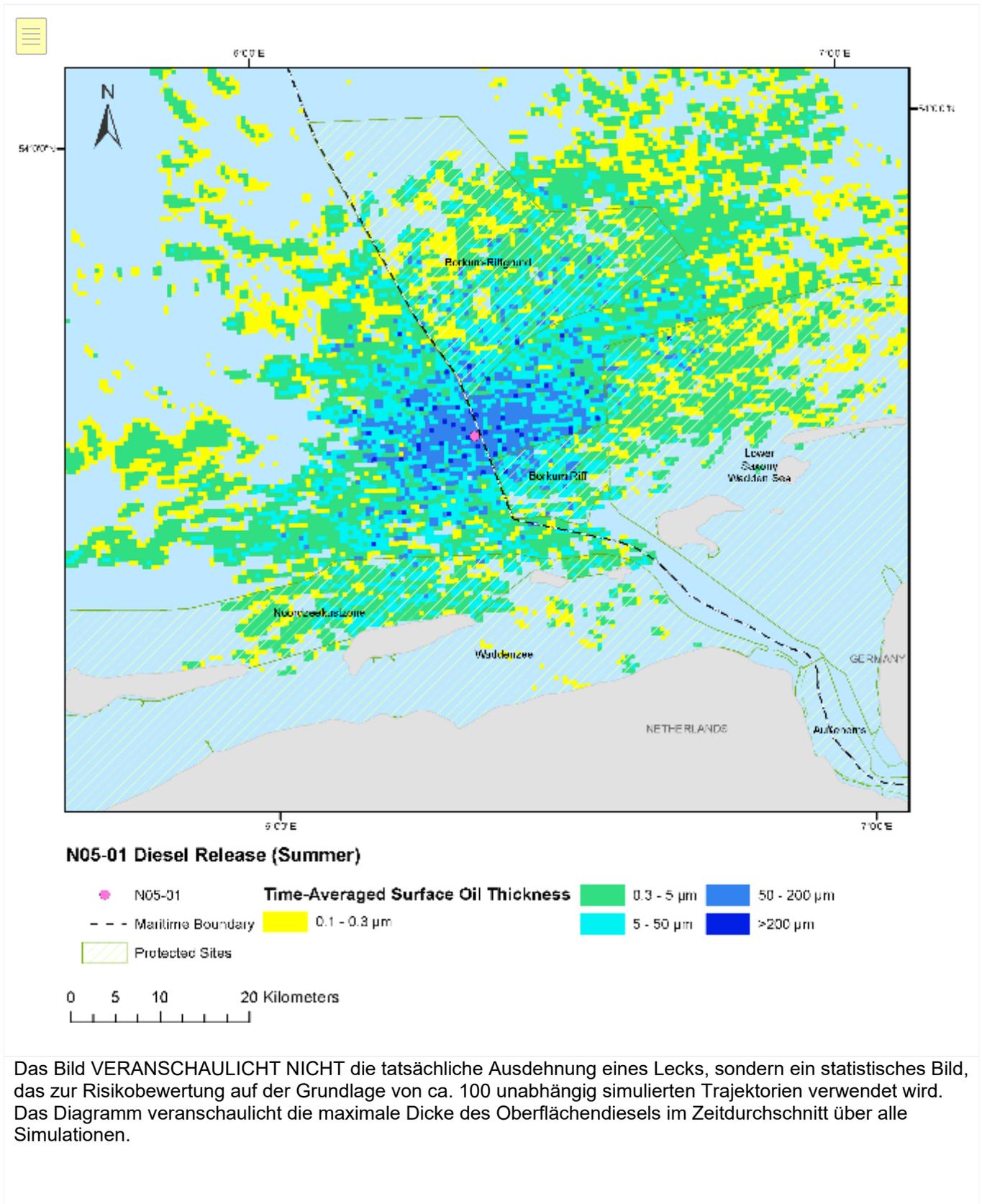


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Oberflächendiesels im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen hinweg.

Zusammenfassung der S01 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Die maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt wird mit 392 µm angegeben (Kontinuierlich echte Farbe).
- Gebiete mit Diesel bis zu 200 µm werden 20 –30 km vom Ort der Freisetzung vorhergesagt.

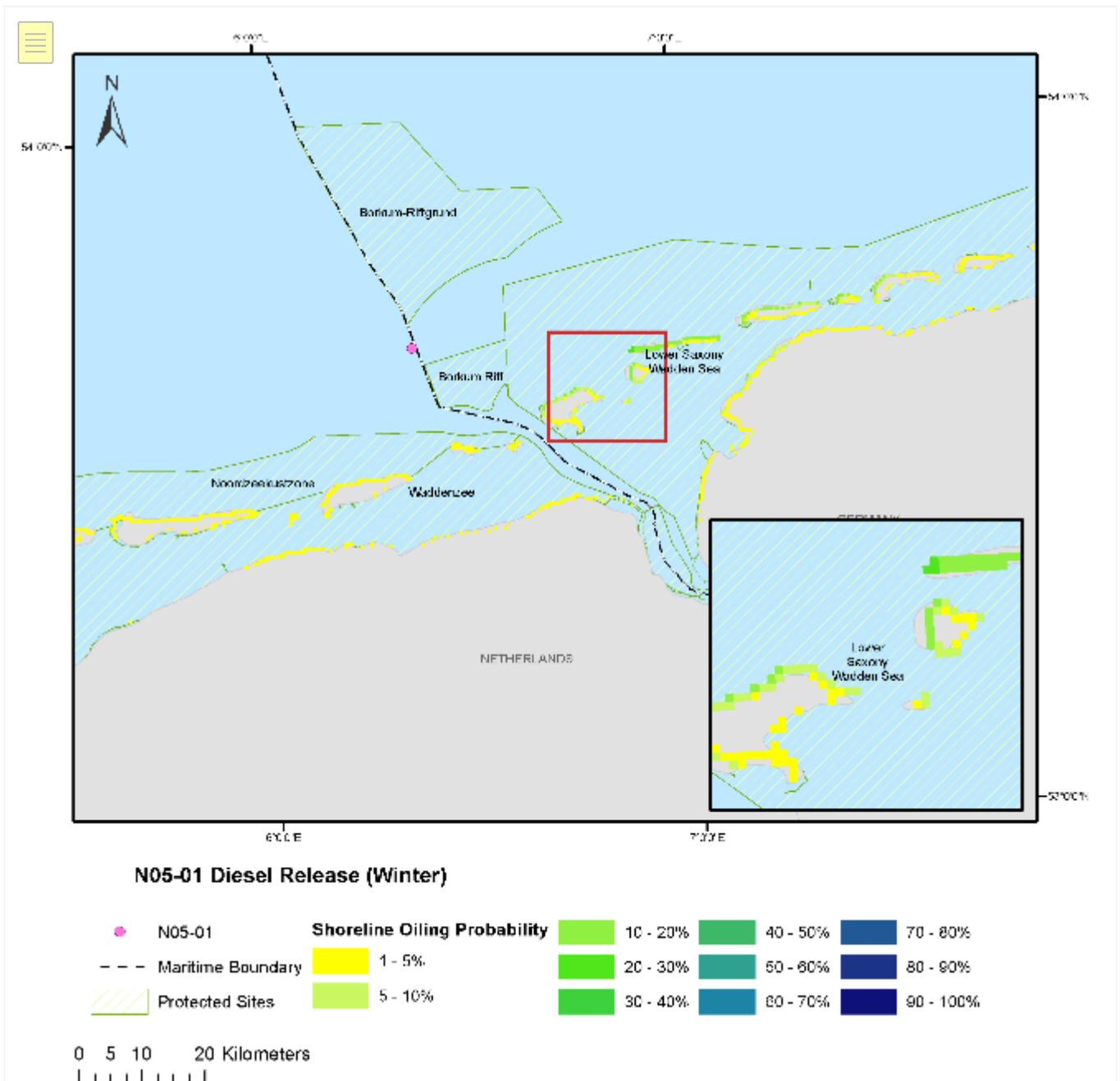
4.1.6. S02 – Dieselfreisetzung maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt



Zusammenfassung der S02 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Die maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt wird mit 342 µm angegeben (Kontinuierlich echte Farbe).
- Gebiete mit Diesel bis zu 200 µm werden in 25-35 km Entfernung vom Ort der Freisetzung vorhergesagt.

4.1.7. S01 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

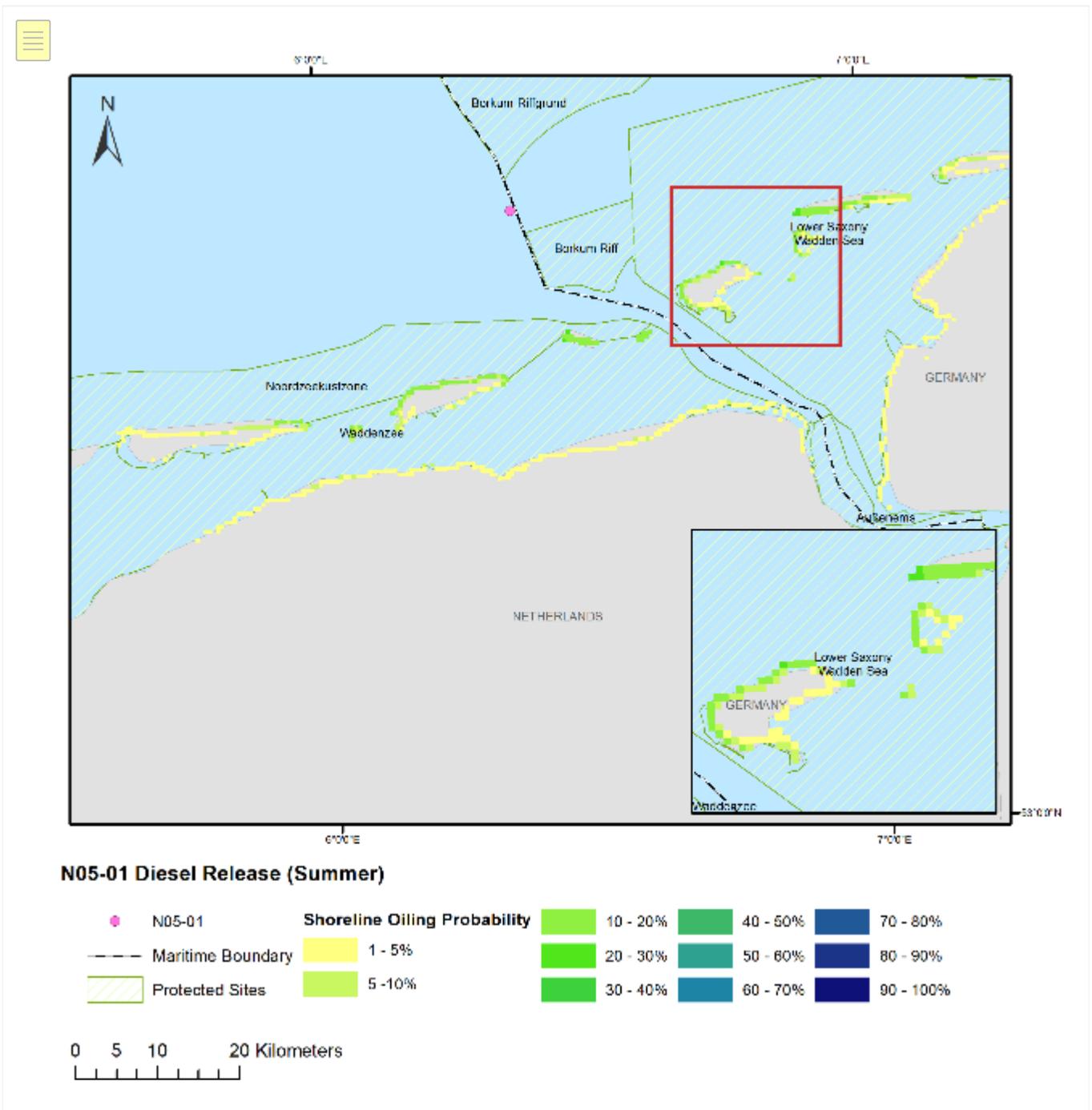
Das Bild veranschaulicht NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Lecks, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer

Küstenverölung zu >1 %.
 Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 14 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 24 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 23 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 28 Stunden bewegt.

4.1.8. S02 – Dieselfreisetzung Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

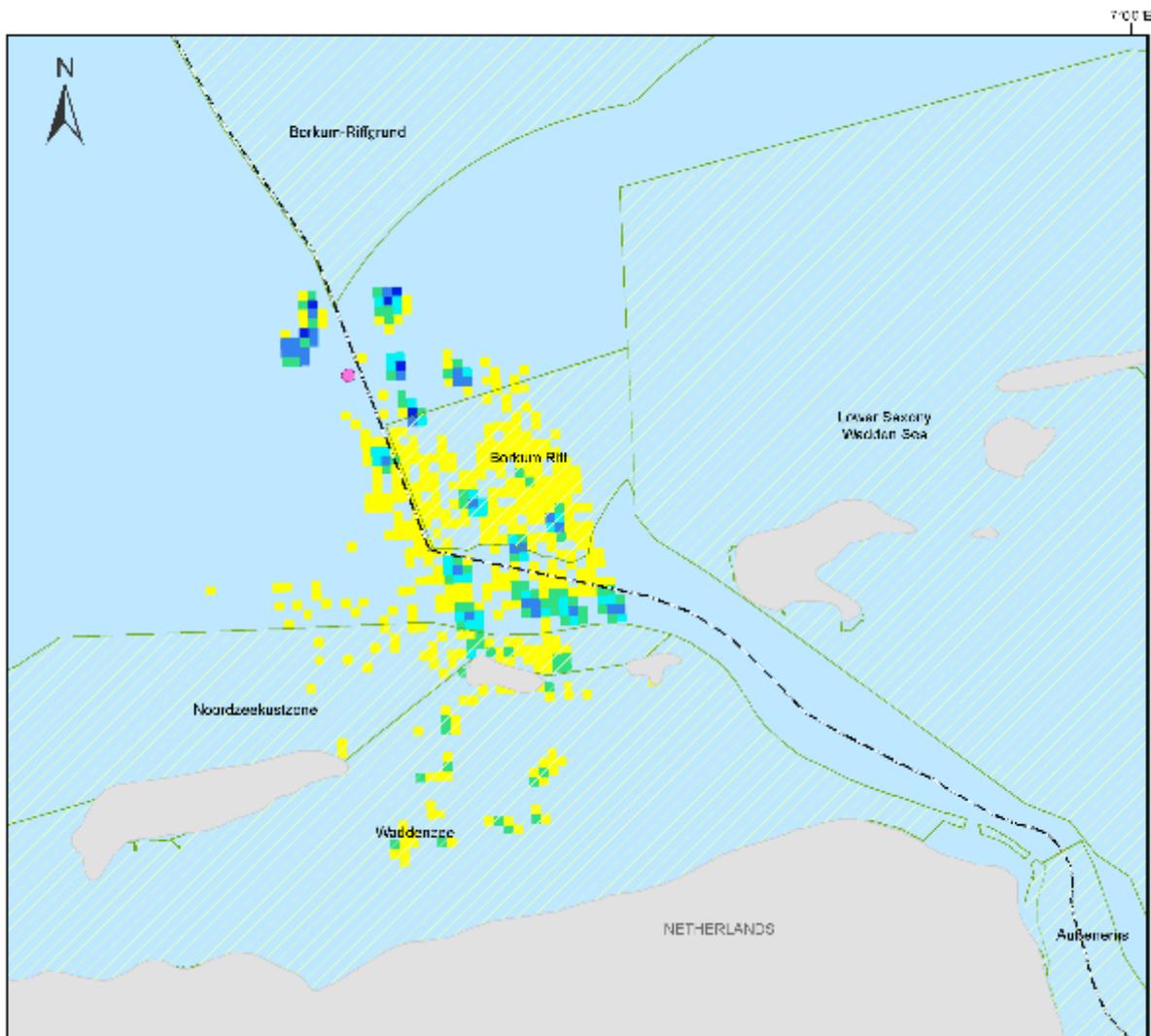
Das Bild veranschaulicht NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Lecks, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %. Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

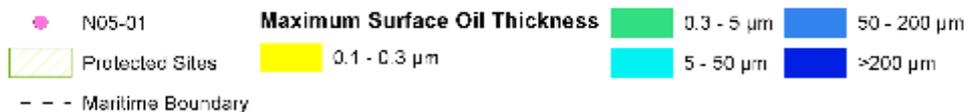
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 22 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 19 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 25 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 19 Stunden bewegt.

4.2. D01 – DETERMINISTISCHEE AUSGABE

4.2.1. D01 – Oberfläche des von Diesel betroffenen Gebietes



N05-01 Diesel Release (Winter)



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern veranschaulicht, wo der Diesel wahrscheinlich im Verlauf des 10-Tage-Szenarios vorhanden sein wird. Es wird vorhergesagt, dass Diesel mit einer Dicke von 265 μm etwa 5 km vom Ort der Freisetzung entfernt vorhanden ist. Diese Gebiete werden als klein und vereinzelt dargestellt.

4.2.2. D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung der Oberflächenverölung im Zeitverlauf

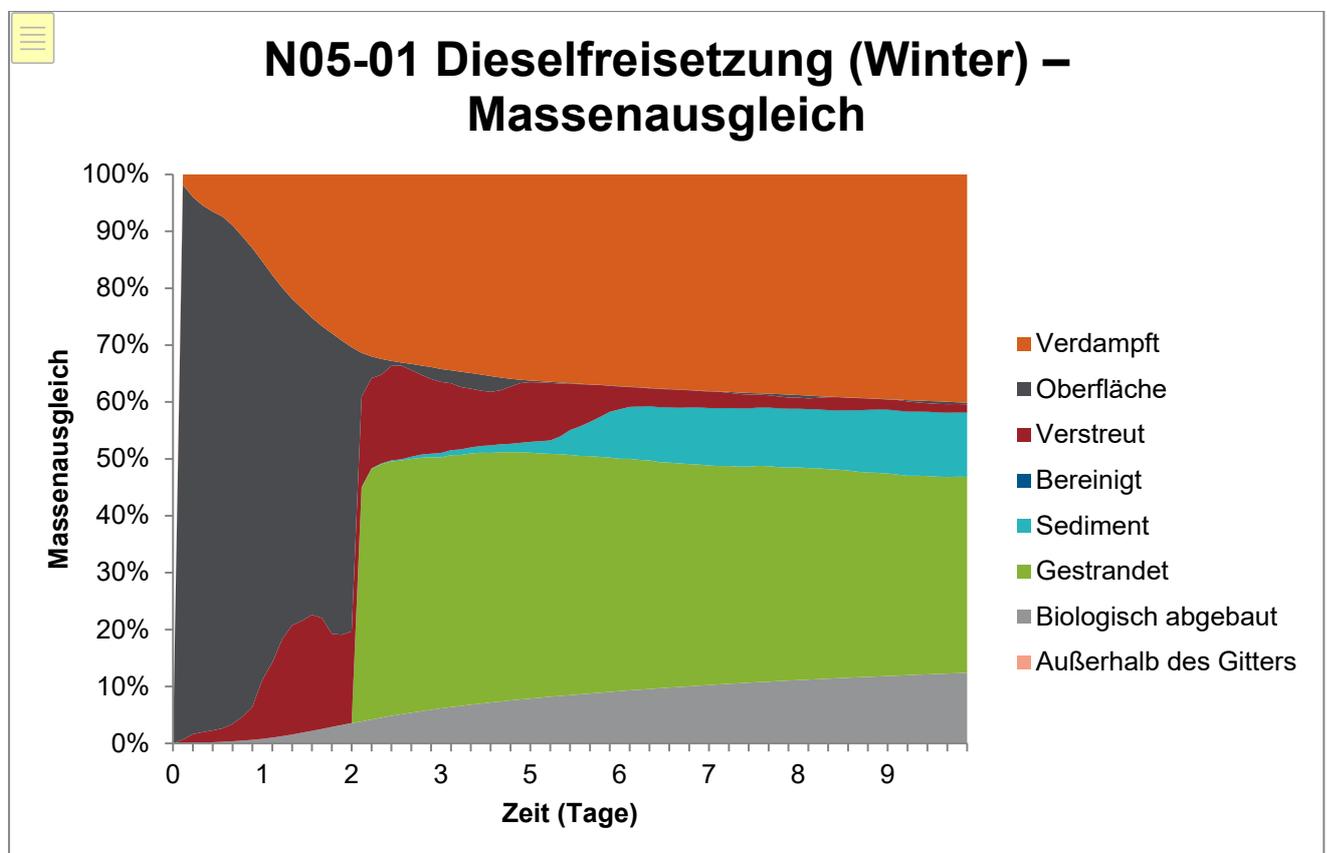
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher kleine, vereinzelte Gebiete mit Diesel, mit einer maximalen Dicke von 0,3 μm (Glanz) bis Tag 10.

4.2.3. D01 – Verbleib des Diesels nach 10 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,27	0,3
Atmosphäre	34,84	40,1
Wassersäule	1,24	1,4
Sedimente	9,82	11,3
An Land	29,92	34,4
Biologisch abgebaut	10,87	12,4
Außerhalb der Rasterfläche	0	0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	4,25 km	
Maximum Diesel an Land (t)	38,88 (Tag 3)	

4.2.4. D01- Massenausgleich

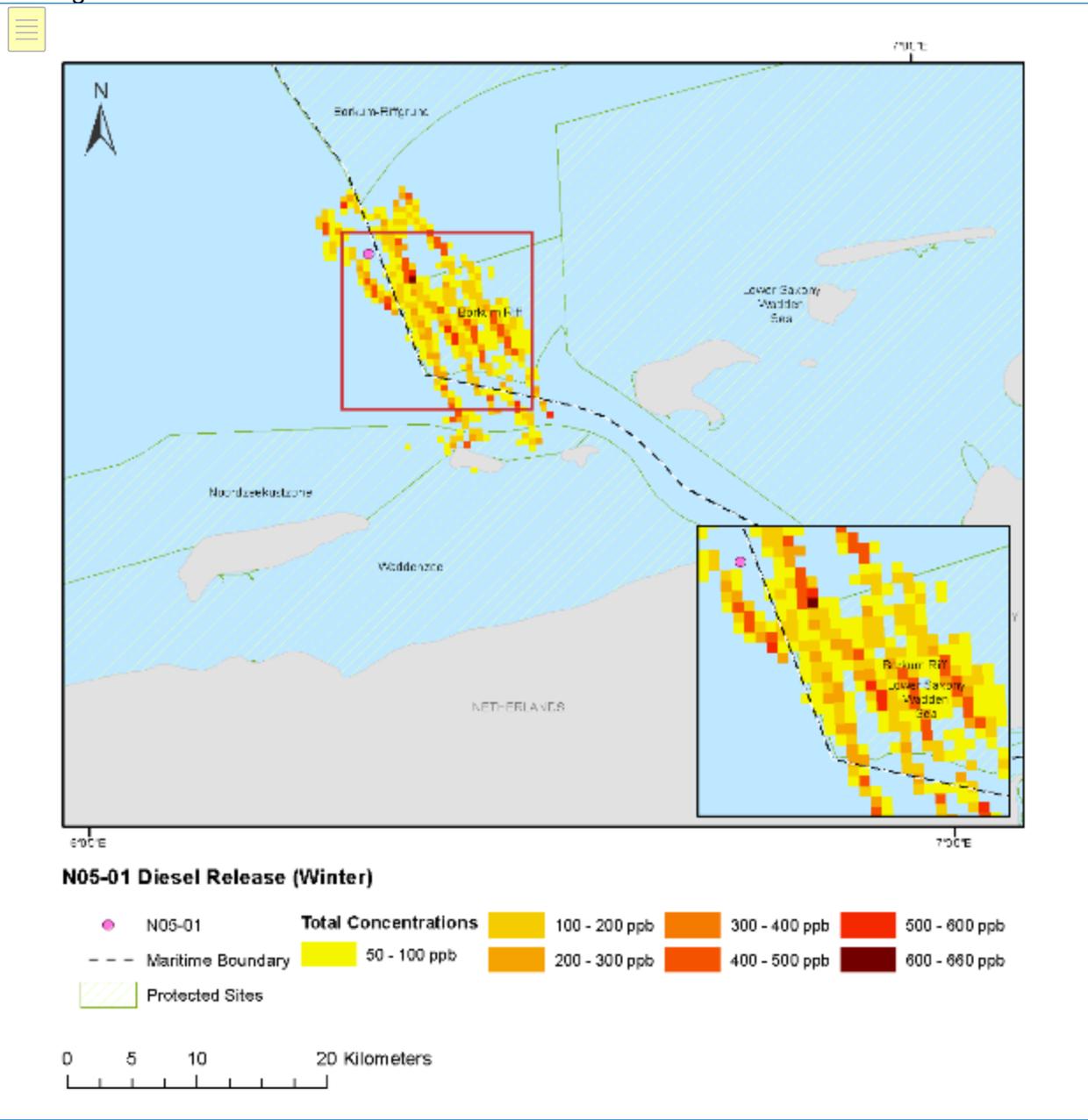
Die Grafik veranschaulicht das Verbleib der Dieselfreisetzung im Zeitverlauf



Bis zum 10. Tag bleiben <0,3 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 40,1 % sind verdunstet, 1,4 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 11,3 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 12,4 % wurden biologisch abgebaut, 34,4 % sind gestrandet (beached).

4.2.5. D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

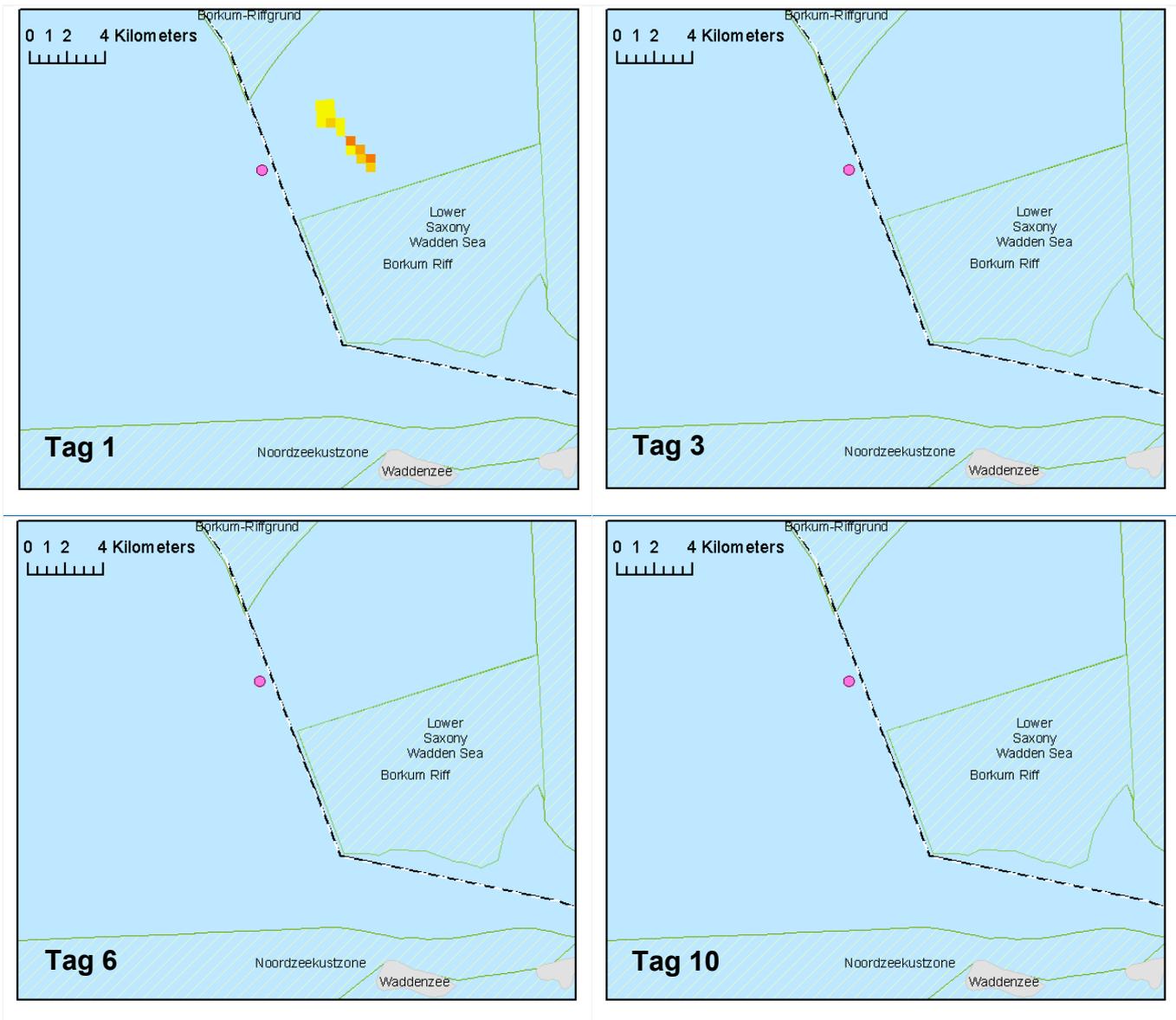
D01 – Karte der der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 10 Tage



Zusammenfassung der Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 10-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Konzentration wird mit 658 ppb vorhergesagt. Konzentrationen von bis zu 539 ppb erstrecken sich ca. 19 km von der Stelle der Freisetzung.
- In den Küstengebieten werden Konzentrationen 50 und 332 ppb angezeigt.

4.2.6. D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

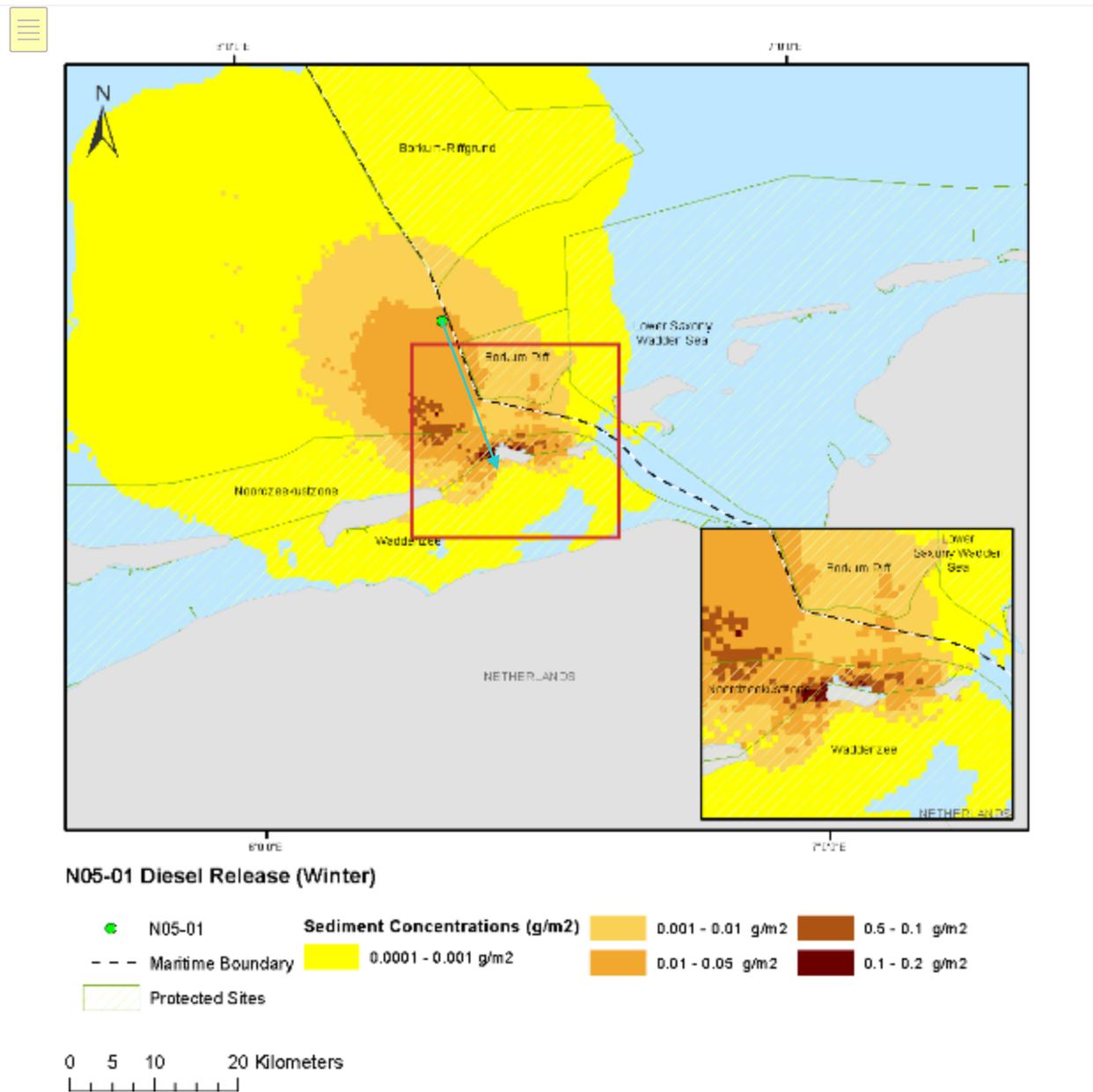


Zusammenfassung der maximalen Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 552 ppb angegeben (Tag 2)
- Am 3. Tag liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 50 ppb.

4.2.7. D01 – Sedimentkonzentrationen

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen



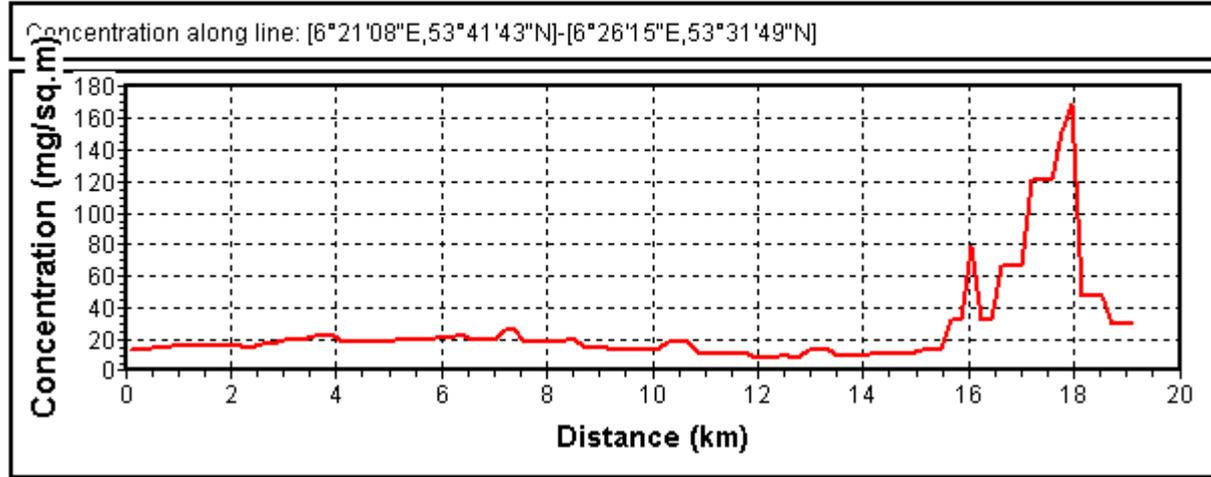
Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 10.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,2 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximale Konzentrationen entlang der niederländischen Küste wird mit 0,17 g/m² vorhergesagt.
- Es wird vorhergesagt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie 0,002 g/m² nicht überschreiten.

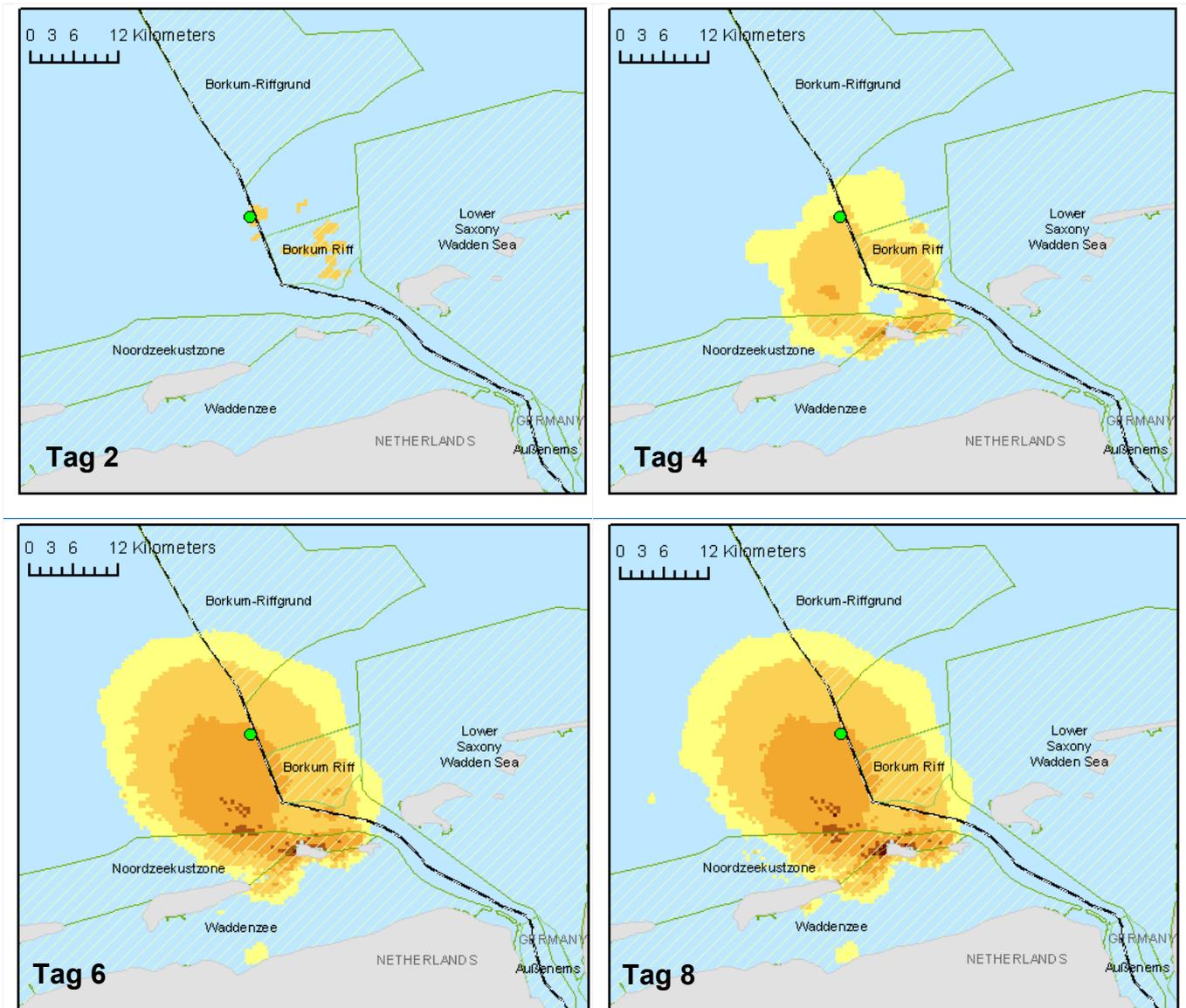
D01 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen

Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT



4.2.8. D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

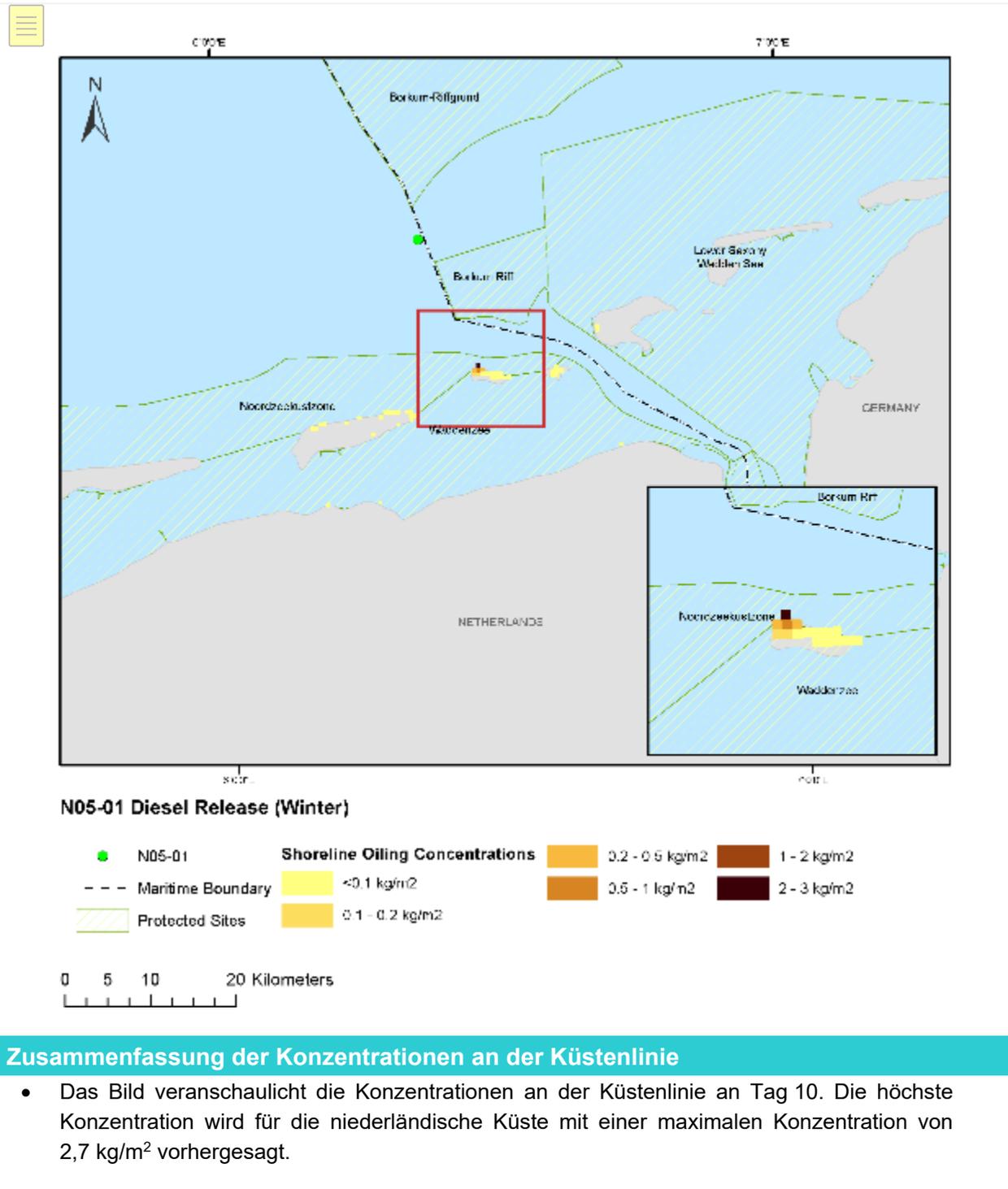


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

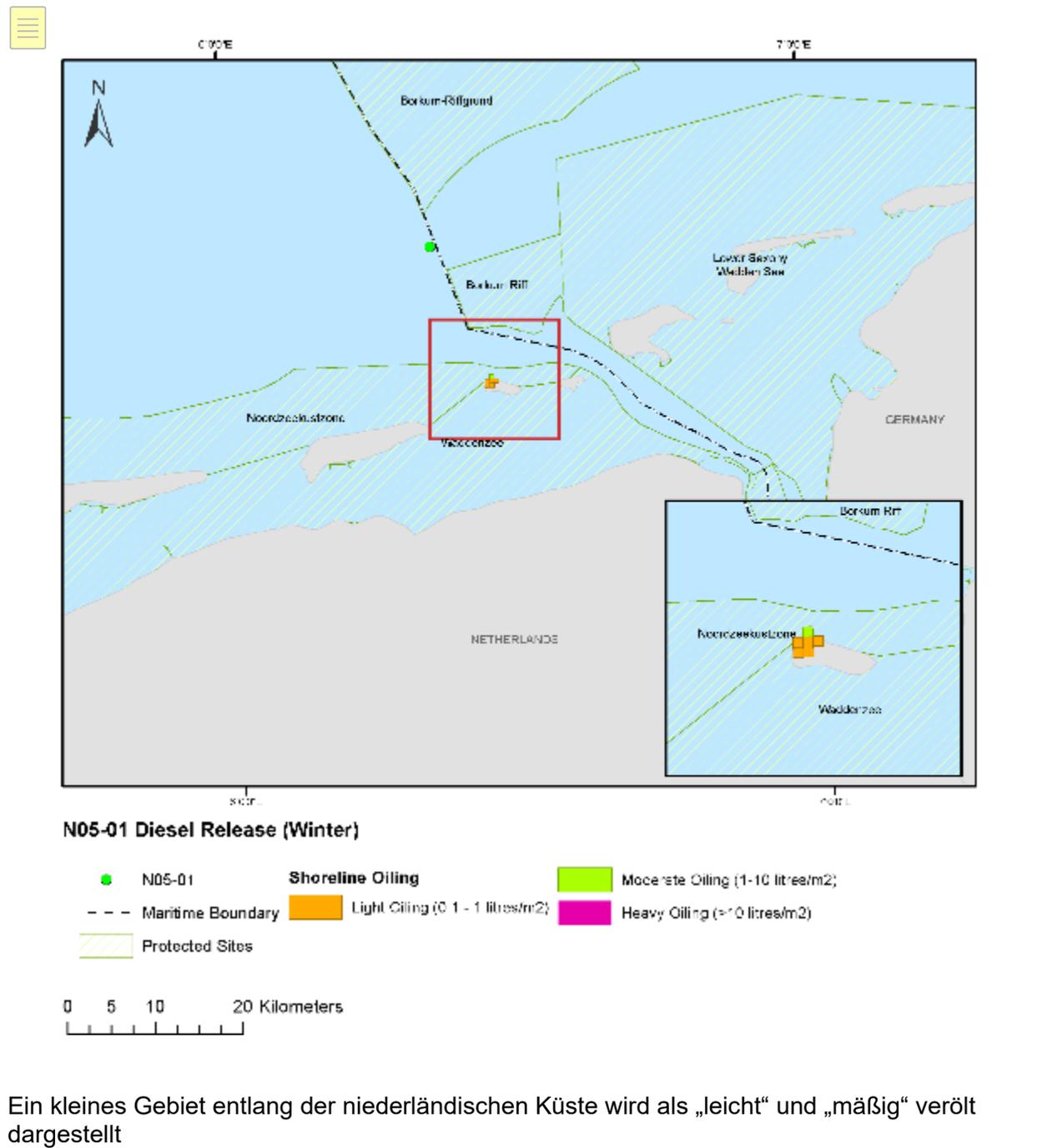
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen in verschiedenen Zeitfenstern während der 10-tägigen Freisetzung.

4.2.9. D01 – Küstenverölung

D01 – Konzentrationen der Küstenverölung nach 10 Tagen



D01 – Küstenverölung nach 10 Tagen



4.2.10. D01- Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

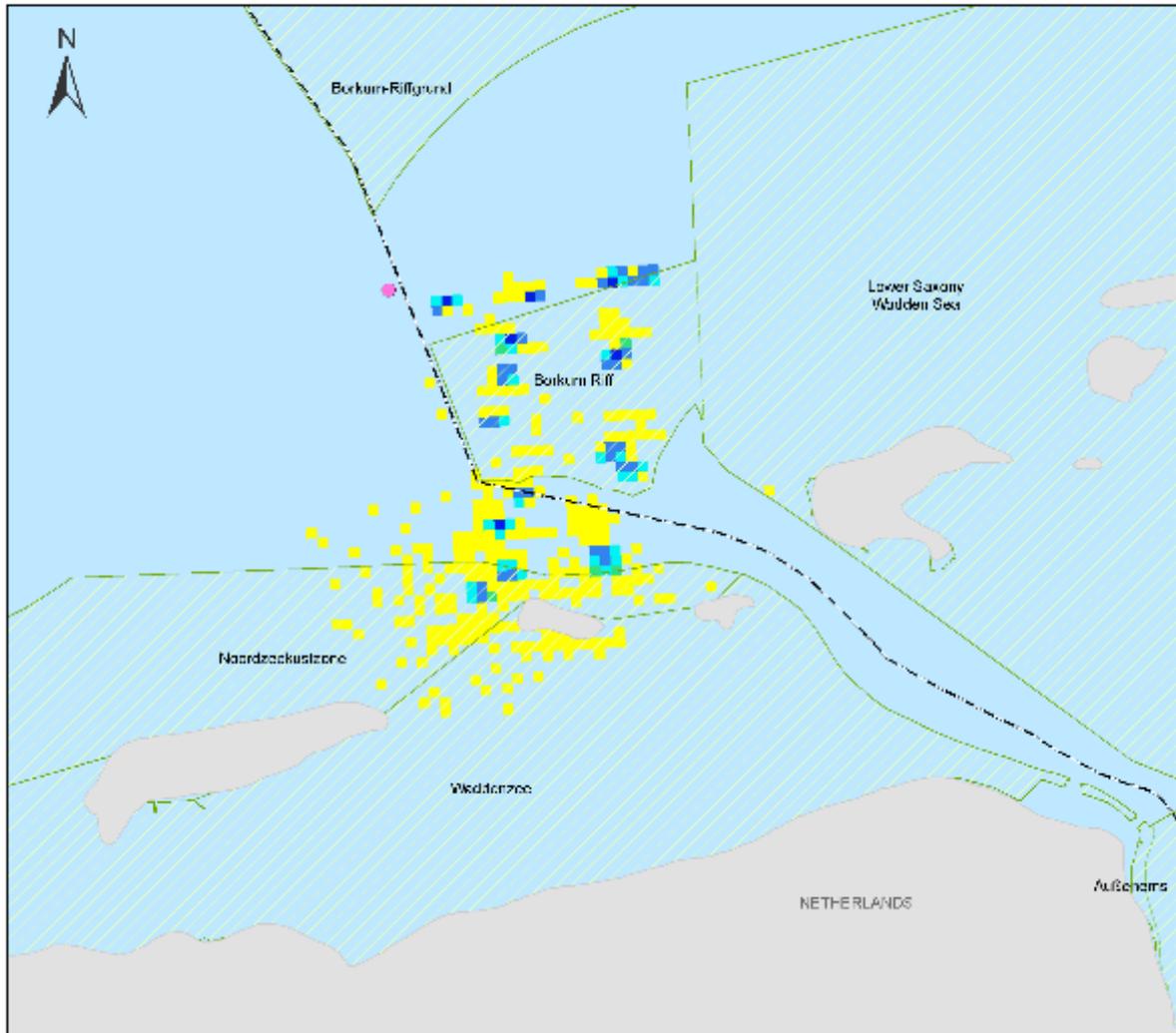
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 10 Tagen
Borkum Riff	54,06 (Tag 1)	0,03
Küstengebiet der Nordsee	19,68 (Tag 2)	0,05
Wattenmeergebiet	0,30 (Tag 3)	0,0002
Niedersächsisches Wattenmeer	0,01 (Tag 9)	0,007

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

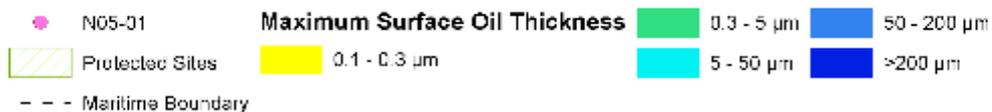
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse an Diesel (t) – während der Simulation	Dieselmasse an der Küstenlinie(t) – nach 10 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	39,45 (Tag 2)	30,0
Wattenmeergebiet	0,79 (Tag 4)	0,58
Niedersächsisches Wattenmeer	0,05 (Tag 10)	0,05

4.3. D02 – DETERMINISTISCHEE AUSGABE

4.3.1. D02 – Oberfläche des von Diesel betroffenen Gebietes



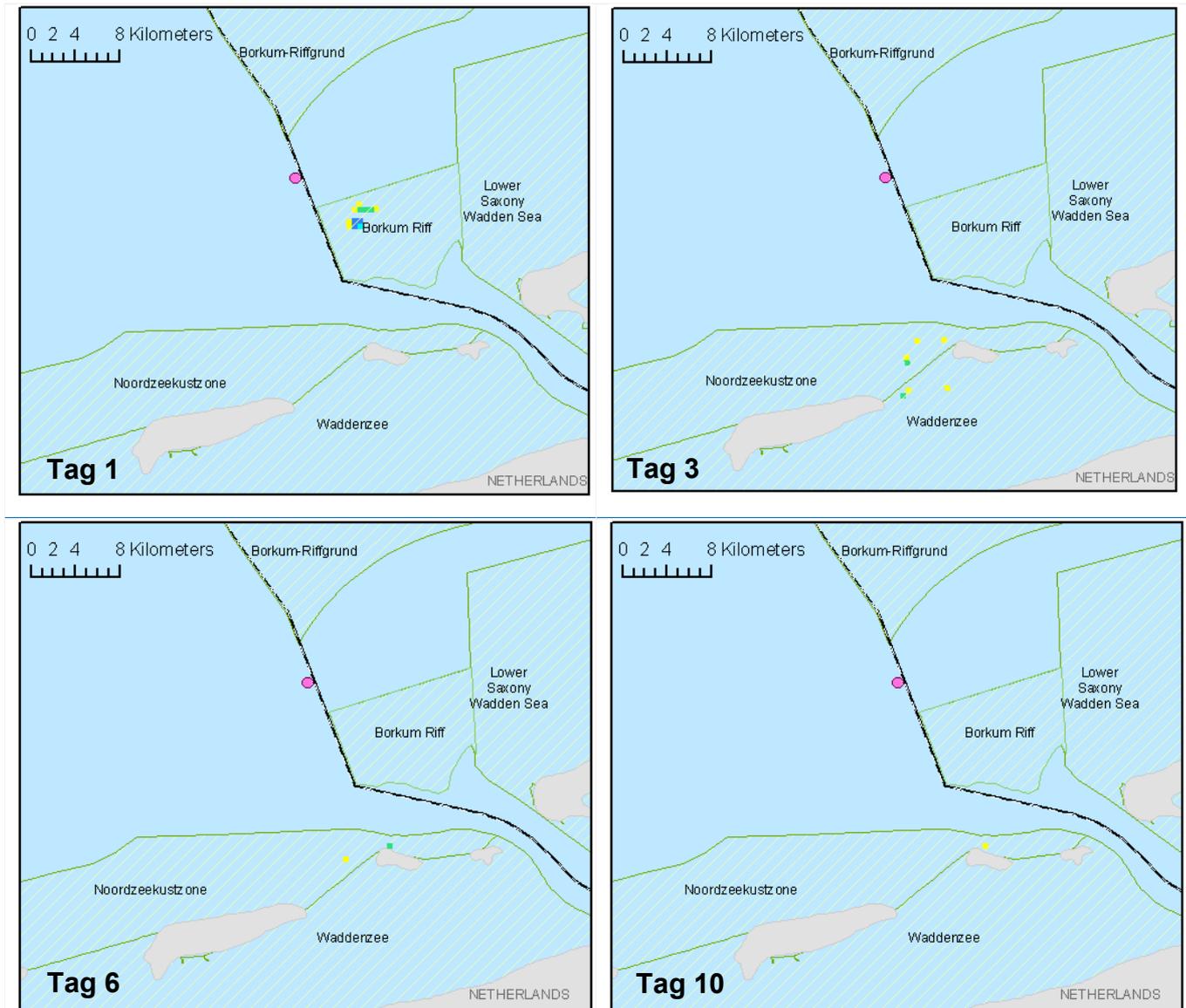
N05-01 Diesel Release (Summer)



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Es wird vorhergesagt, dass Diesel mit einer Dicke von 235 µm etwa 12 km vom Ort der Freisetzung entfernt vorhanden ist. Diese Gebiete werden als klein und vereinzelt dargestellt.

4.3.2. D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung der Oberflächenverölung im Zeitverlauf

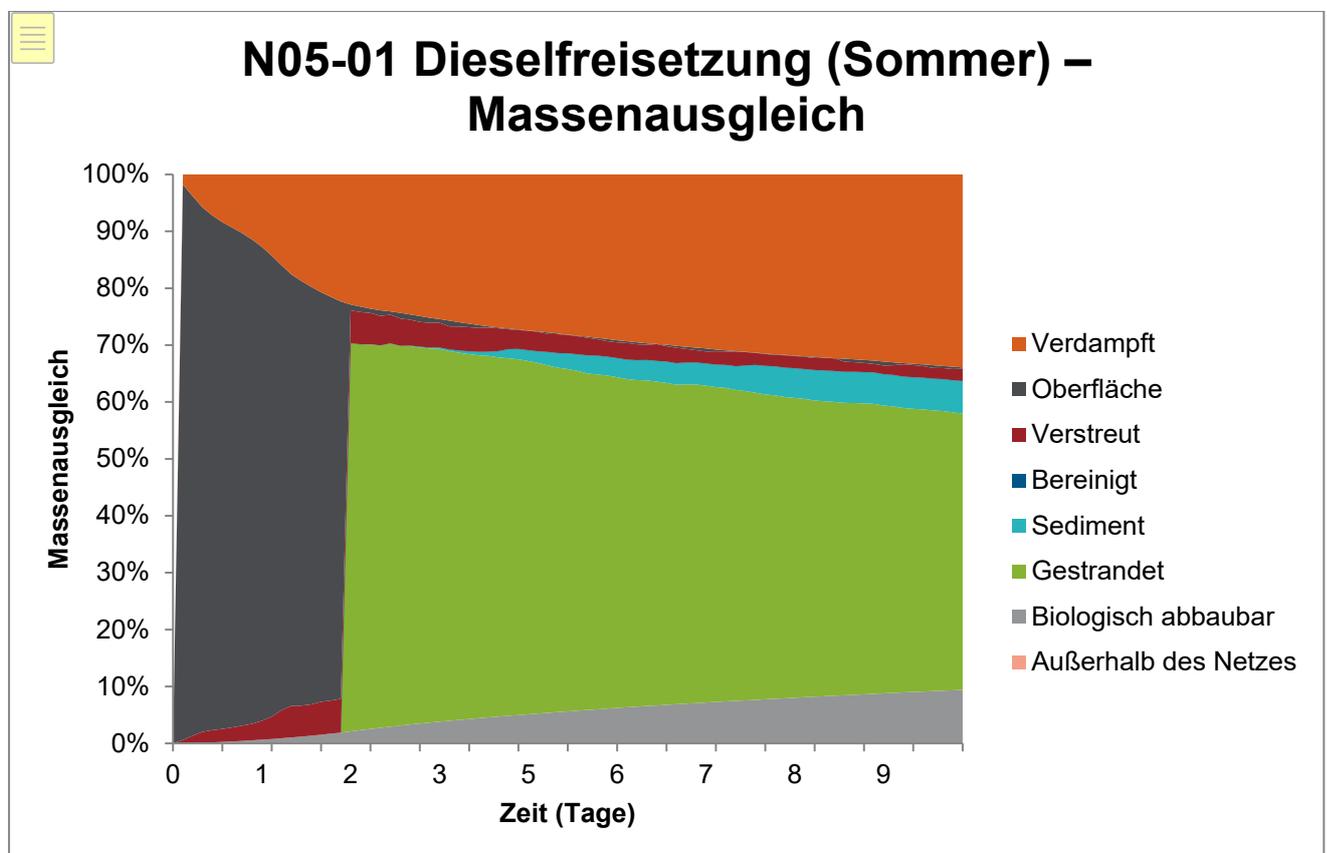
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher sehr kleine vereinzelte Gebiete von Diesel mit einer maximalen Dicke von 0,3 µm bis Tag 10 (Glanz).

4.3.3. D02 – Verbleib des Diesels nach 10 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,07	0,1
Atmosphäre	36,86	42,4
Wassersäule	1,08	1,2
Sedimente	3,48	4,0
An Land	33,99	39,1
Biologisch abgebaut	11,4	13,1
Außerhalb der Rasterfläche	0	0,0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	4.25	
Maximum Diesel an Land (t)	50,83 (Tag 2)	

4.3.4. D02 – Massenausgleich

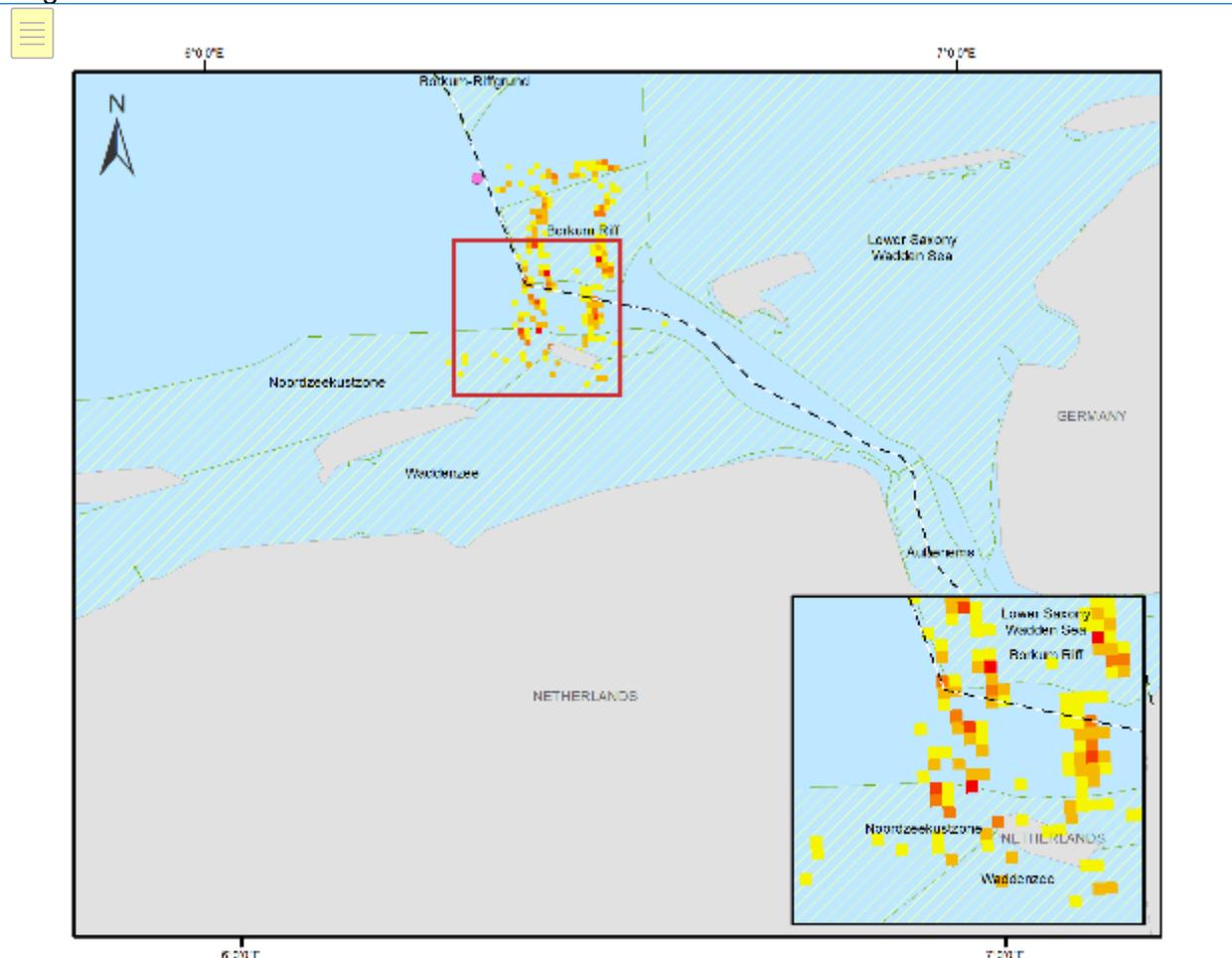
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Dieselfreisetzung



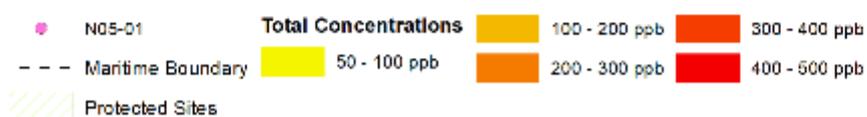
Bis zum 10. Tag bleiben 0,1 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 42,4 % sind verdunstet, 1,2 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 4,0 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 13,1 % wurden biologisch abgebaut, 39,1 % sind gestrandet (beached).

4.3.5. D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

D02 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 10 Tage



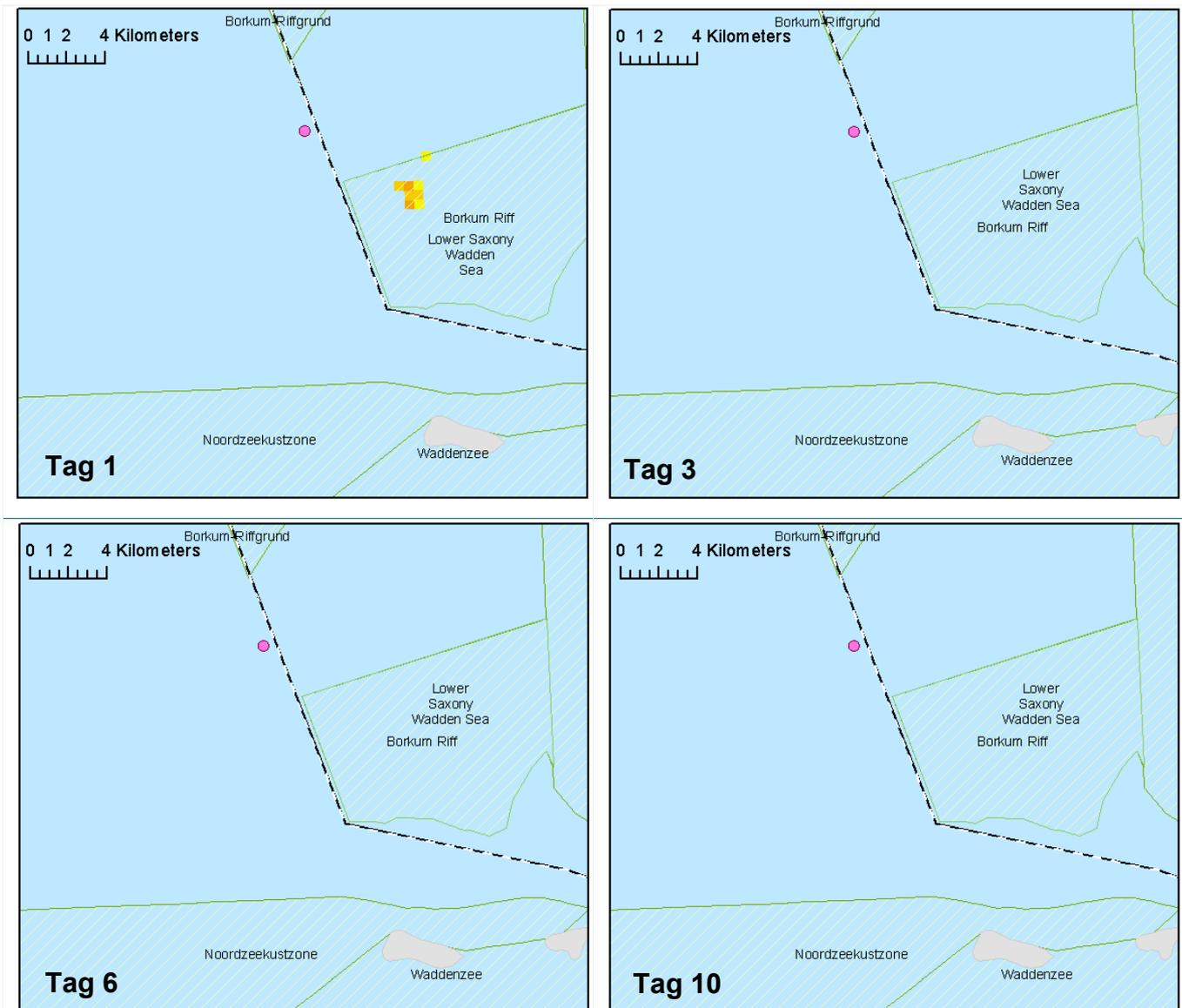
N05-01 Diesel Release (Summer)



Zusammenfassung der Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 10-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Konzentration wird mit 497 ppb vorhergesagt. Konzentrationen >50 ppb erstrecken sich ca. 10–20 km von der Stelle der Freisetzung.
- In kleinen vereinzelt Gebieten entlang der Küstenlinie werden Konzentrationen von bis zu 274 ppb angezeigt.

4.3.6. D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

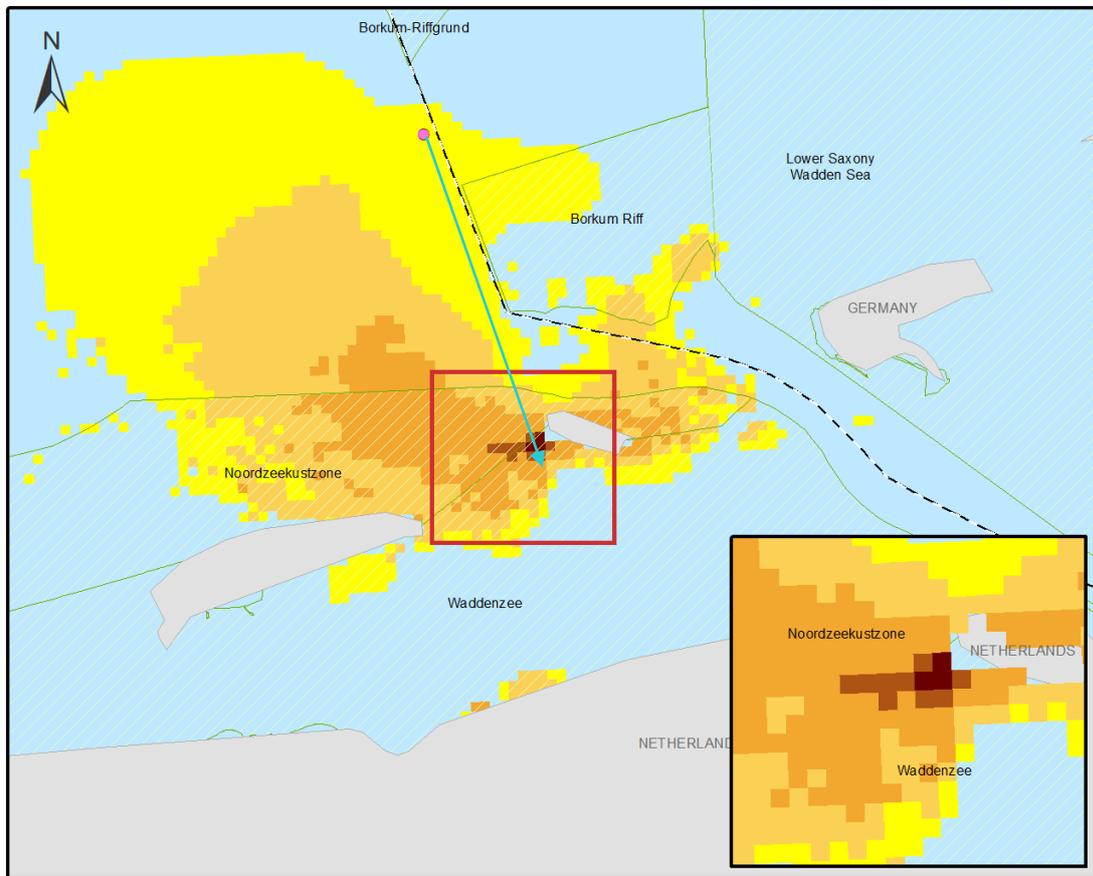


Zusammenfassung der maximalen Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

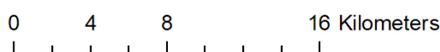
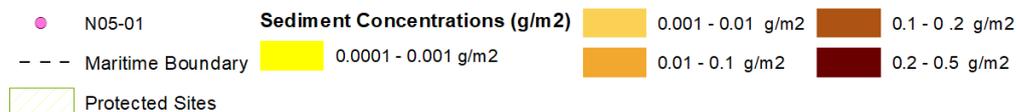
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 497 ppb angegeben (Tag 2)
- Am 3. Tag liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 50 ppb.

4.3.7. D02 – Sedimentkonzentrationen

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen



N05-01 Diesel Release (Summer)



Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

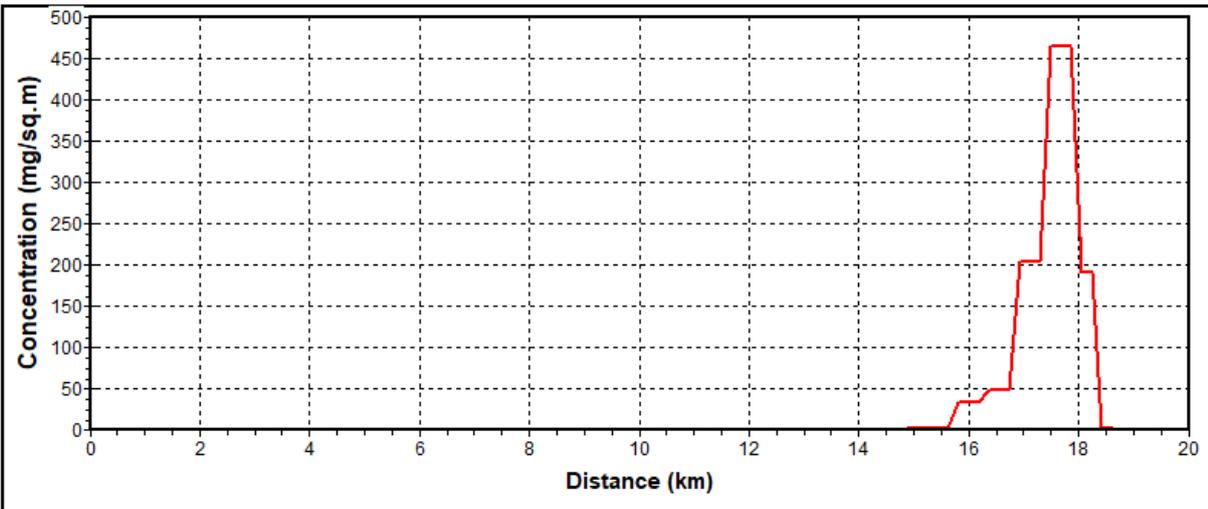
- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 10.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,46 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximalen Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit 0,46 g/m² vorhergesagt.
- Es wird gezeigt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie von 0,001 g/m² nicht überschreiten.

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen

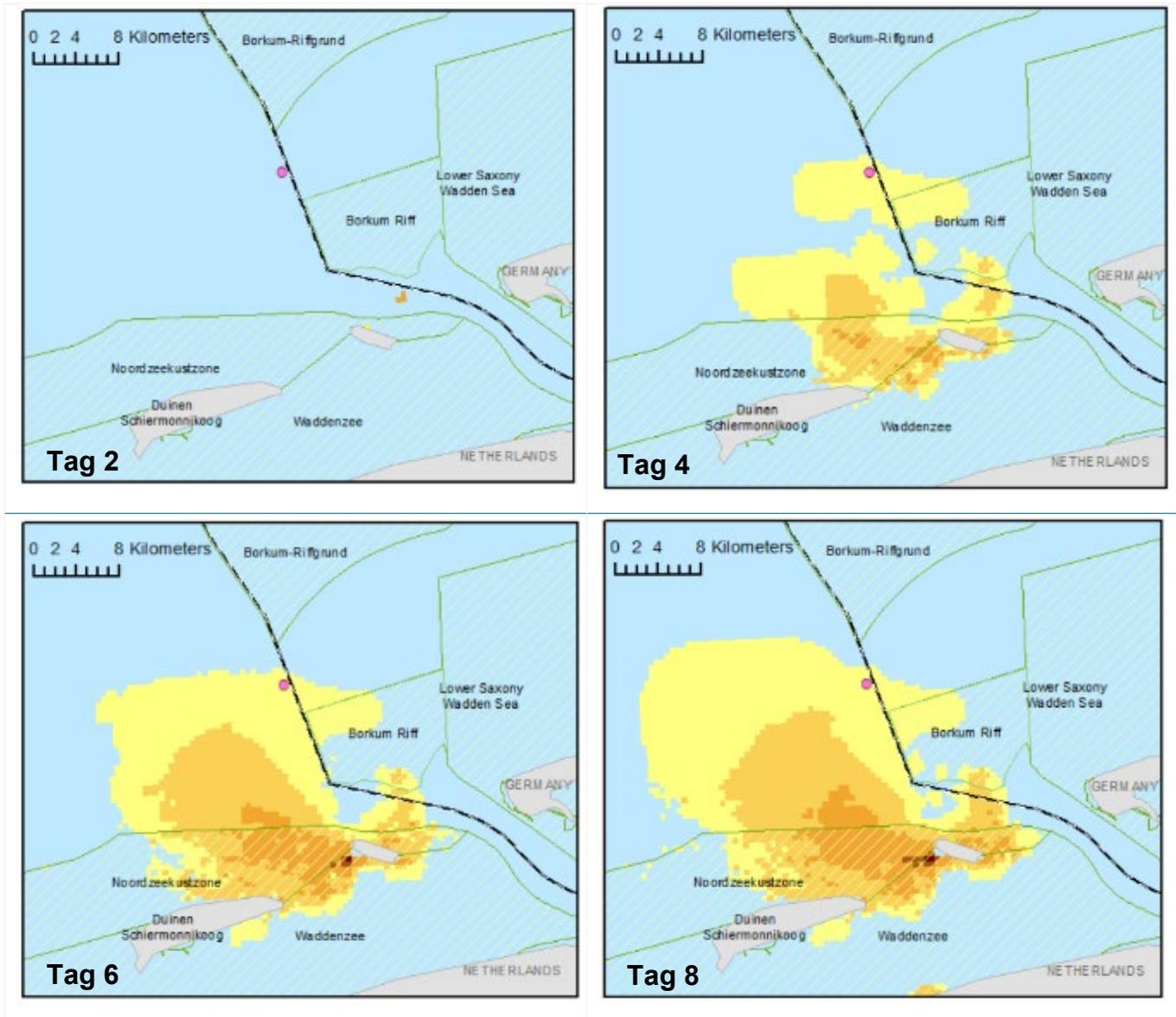
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'11"E,53°41'33"N]-[6°26'26"E,53°31'58"N]



4.3.8. D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

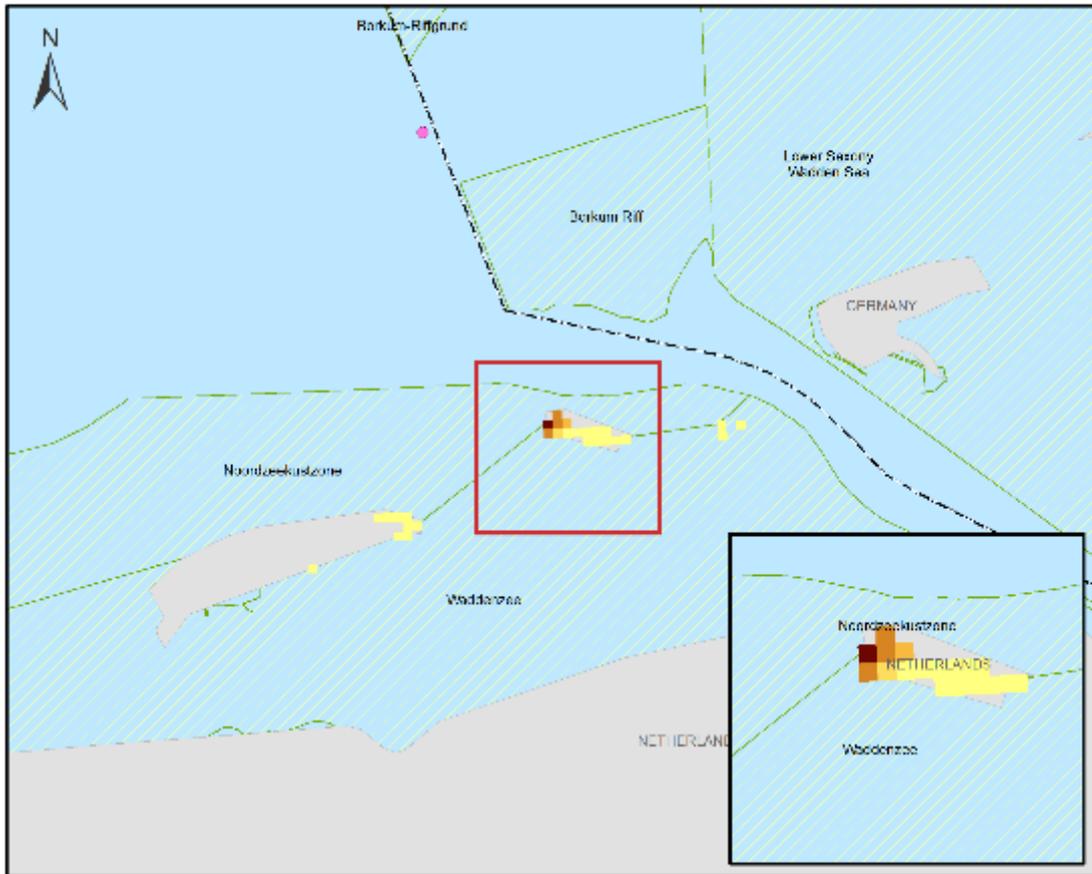


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

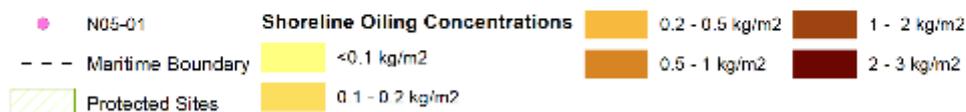
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.

4.3.9. D02 – Küstenverölung

D02 – Konzentration der Küstenverölung nach 10 Tagen



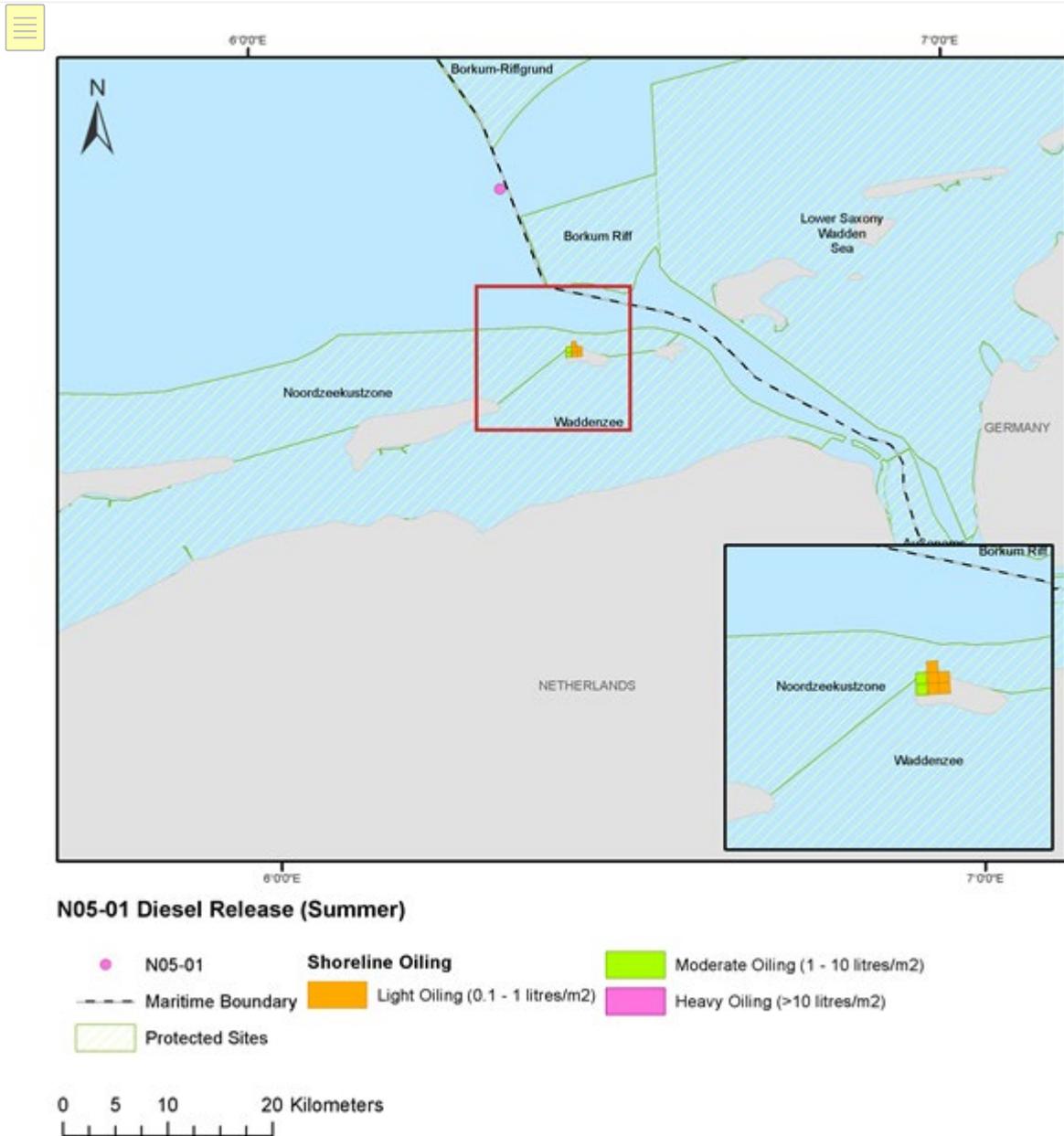
N05-01 Diesel Release (Summer)



Zusammenfassung der Konzentrationen an der Küstenlinie

- Das Bild veranschaulicht die Konzentrationen an der Küstenlinie an Tag 10. Die höchste Konzentration wird für die niederländische Küste mit einer maximalen Konzentration von 2,7 kg/m² vorhergesagt.
- Entlang der deutschen Küste wird keine Küstenverölung >0,1 kg/m² vorhergesagt.

D01 – Küstenverölung nach 10 Tagen



Es wird angezeigt, dass ein kleines Gebiet entlang der niederländischen Küste von „leichter“ und „mäßiger“ Verölung betroffen ist

4.3.10. D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 10 Tagen
Borkum Riff	72,4 (Tag 1)	0,01
Küstengebiet der Nordsee	51,7 (Tag 2)	0,1
Wattenmeergebiet	0,2 (Tag 2)	0
Niedersächsisches Wattenmeer	0,005 (Tag 9)	0

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Diesels (t) – während der Simulation	Dieselmasse an der Küstenlinie(t) – nach 10 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	51,6 (Tag 2)	34,2
Wattenmeergebiet	0,7 (Tag 6)	0,6
Niedersächsisches Wattenmeer	0,01 (Tag 9)	0,04

5.0 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Das effektivste Mittel zur Identifizierung der Risiken ist die gleichzeitige Betrachtung der Ausgaben von OSCAR. Dazu gehören:

- Die Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen
- Das Ausmaß der Auswirkungen

Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen

- Die höchste Wahrscheinlichkeit einer Oberflächenverölung $\geq 0,1 \mu\text{m}$ beträgt 17 % (siehe S02 Abschnitt 4.1.2)
- Die maximale Emulsionsdicke der Oberflächenverölung im Zeitverlauf wird mit $392 \mu\text{m}$ angegeben – dies entspricht dem Erscheinungsbild „Kontinuierlich echte Farbe“ (siehe S01 Abschnitt 4.1.5)
- Die maximale Dauer der Exposition der Oberfläche mit Diesel in der Nähe der Stelle der Freisetzung wird mit 5 Tagen angegeben (siehe S02 Abschnitt 4.1.4).
- Die höchste Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 22 % vorhergesagt. (siehe S02 Abschnitt 4.1.8)
- Die höchste Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 25 % vorhergesagt (siehe D02 Abschnitt 4.1.8)

Konzentrationen in der Wassersäule

- Die höchste Gesamtkonzentration in der Wassersäule wird mit 658 ppb vorhergesagt. (siehe D01 Abschnitt 4.2.5)
- In Küstengebieten werden Konzentrationen zwischen 50 und 332 ppb angezeigt. (siehe D01 Abschnitt 4.2.5)

Sedimentkonzentrationen

- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration $0,46 \text{ g/m}^2$ nicht überschreitet. (siehe D02 Abschnitt 4.3.7)
- Die größte Konzentration entlang der niederländischen Küste wird mit $0,46 \text{ g/m}^2$ vorhergesagt. (siehe D02 Abschnitt 4.3.7).
- Die größten Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie werden mit maximal $0,002 \text{ g/m}^2$ angegeben. (siehe D01 Abschnitt 4.2.7)

Auswirkungen auf die Küstenlinie

- Die maximale Masse des in die Küstengebiete gelangenden Diesels wird mit 50,83 t angegeben (siehe D02 Abschnitt 4.3.3)
- Es wird angezeigt, dass ein Gebiet entlang der niederländischen Küste von „mäßiger“ Verölung betroffen ist – $2,7 \text{ Liter/m}^2$ (siehe D02 Abschnitt 4.3.9)
- Die größte Masse an Grundöl, die als Auswirkungen auf ein küstennahes ökologisch sensibles Gebiet angegeben wird, beträgt 72,4 t (siehe D02 Abschnitt 4.3.10).
- Die größte Masse an Diesel, die als Auswirkungen auf ein ökologisch sensibles Gebiet entlang der Küstengebiete angezeigt wurde, beträgt 51,6 t (siehe D02 Abschnitt 4.3.10).

6.0 QUELLEN

Lewis, A. (2013, Januar 2007). *BONN Agreement*. Abgerufen im Juli 2013, von <http://www.bonnagreement.org/eng/doc/Microsoft%20Word%20-%20CURRENT%20STATUS%20report%20final%2019Jan07.pdf>

O'Hara, P., und Morandin, L. (2010). *Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds. (Auswirkungen der mit der Offshore-Öl- und Gaserschließung verbundenen Ablagerungen auf der Mikrostruktur der Federn von pelagischen Seevögeln).*

Reed, M. A. (1996). *Calibration and testing of IKU's oil spill contingency and response (OSCAR) model system. (Kalibrierung und Test des IKU-Ölkatastrophenschutzmodells (OSCAR – Oil Spill Contingency and Response.)*

Reed, M. F. (1995). A three dimensional oil and chemical spill model for environmental impact assessment. (Ein dreidimensionales Modell für Öl- und Chemiekatastrophen zur Bewertung von Umweltauswirkungen).

ONE-Dyas B.V.
N05-01 Freisetzung aus einer
Pipeline
OSCAR-Modellierungsbericht

Versionsverwaltung

Revision	Datum	Beschreibung	Autor	Geprüft von:
01	20.12.19	Entwurf an den Kunden zur Überprüfung		
02	16.07.20	Aktualisierte Eingabedaten zur Umweltbelastung		

Dieser Text wurde aus dem Englischen übersetzt. Soweit es Widersprüche zum Originaltext gibt, ist der Originaltext führend.

INHALTSVERZEICHNIS

1.0	MODELLIERUNG	6
1.1.	OSCAR	6
2.0	MODELL-EINGANGSDATEN	8
2.1.	Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster)	8
2.2.	Umweltdaten	9
2.3.	Modellierte Parameter	9
2.4.	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“Error! Bookmark not defined.	
2.4.1.	Angewandte Schwellenwerte	10
2.5.	Küstenverölung	11
2.6.	Ölprofil	11
2.7.	Aktivitäten zur Bekämpfung	Error! Bookmark not defined.
2.8.	Modellierte Szenarien	13
2.8.1.	Stochastische Szenarien	13
2.8.2.	Deterministisches Szenario	13
3.0	OSCAR-SIMULATIONEN	14
3.1.	Stochastische Simulation	14
3.2.	Deterministische Simulation	14
4.0	FREISETZUNGSANGABEN	15
4.1.	STOCHASTISCHE ANGABEN	15
4.1.1.	S01 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	15
4.1.2.	S02 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	16
4.1.3.	S01 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Expositionsdauer	17
4.1.4.	S02 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Expositionsdauer	18
4.1.5.	S01 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	20
4.1.6.	S02 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	21
4.1.7.	S01 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung.....	22
4.1.8.	S02 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung.....	24
4.2.	D01 – DETERMINISTISCHE ANGABE	25
4.2.1.	D01 – Oberfläche des betroffenen Gebietes	25
4.2.2.	D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	27
4.2.3.	D01 – Verbleib des Kondensats nach 10 Tagen	28
4.2.4.	D01 – Massenausgleich.....	28
4.2.5.	D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	29
4.2.6.	D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf.....	30
4.2.7.	D01 – Sedimentkonzentrationen.....	31
4.2.8.	D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf.....	33
4.2.9.	D01 – Küstenverölung	34
4.2.10.	D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	36

4.3.	D02 – DETERMINISTISCHE AUSGABE	37
4.3.1.	D02 – Oberfläche des betroffenen Gebietes	37
4.3.2.	D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	38
4.3.3.	D02 – Verbleib des Kondensats nach 10 Tagen	39
4.3.4.	D02 – Massenausgleich.....	39
4.3.5.	D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	40
4.3.6.	D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf	41
4.3.7.	D02 – Sedimentkonzentrationen.....	42
4.3.8.	D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf	44
4.3.9.	D02 – Küstenverölung	45
4.3.10.	D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	47
5.0	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	48
6.0	QUELLEN.....	49

Abkürzungen

API	Amerikanisches Petroleum-Institut
BAOAC	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code“
IBCAO	Internationale Bathymetrische Karte des Arktischen Ozeans
t	Metrische Tonne (Tonne)
Öl	Erdöl in jeder Form, einschließlich Rohöl, Kondensat, Heizöl, Schlammöl, Ölabfälle und raffinierte Produkte – wie Diesel
OSCAR	Ölkatastrophenschutz und -bekämpfung
ppb	Teile pro Milliarde
µm	Mikrometer

1.0 MODELLIERUNG

Das SINTEF Oil Spill Contingency and Response (OSCAR)-Modellierungspaket wurde verwendet, um die potenziellen Auswirkungen einer Freisetzung von Kondensat aus der Pipeline N05-01 zu untersuchen. Es wurden mehrere Szenarien modelliert, um die Quantifizierung des Risikos für die lokale Meeres- und Küstenumwelt zu unterstützen.

Die Ziele der Modellierung waren wie folgt zu verstehen:

Stochastische Modellierung

- Oberflächenverölung
 - Wahrscheinlichkeit der Oberflächenverölung (mit einem angewandten Schwellenwert von $\geq 0,1 \mu\text{m}$)
- Kontaminierung der Küstenlinie
 - Wahrscheinlichkeit der Auswirkung auf die Küstenlinie (kein Schwellenwert angewendet)

Deterministische Modellierung

- Der Verbleib des Kondensats (die Menge, die dispergiert, verdunstet und gestrandet ist) und die möglichen Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete.

1.1. OSCAR

Das OSCAR
Modellierungspaket von SINTEF, das einer umfassenden wissenschaftlichen Forschung und Validierung unterzogen wurde (Reed M. F., 1995), (Reed M. A., 1996) wurde ausgewählt, um die Simulation durchzuführen.

Das von SINTEF entwickelte Modellierungspaket OSCAR ist ein dreidimensionales Ölleckagemodell, das eine Reihe von Möglichkeiten der Verölung an der Wasseroberfläche, im Untergrund und an der Küste über einen festgelegten Zeitraum berechnet und aufzeichnet. OSCAR ist ein vollständig validiertes und kalibriertes Modell, das eine Vielzahl von Feldbeobachtungen einer Reihe von experimentellen Ölleckagen verwendet.

Das Modell berücksichtigt die Verwitterung sowie die physikalischen, biologischen und chemischen Prozesse, die das Öl im Meer beeinflussen. OSCAR berücksichtigt die folgenden Oberflächenprozesse: Ausbreitung und Advektion an der Oberfläche, Mitreißen in der Wassersäule, Emulgierung (Mousse Bildung) und Verflüchtigung (Auflösung). Partikel, die in der Wassersäule mitgerissen werden, werden mit horizontaler und vertikaler Advektion und Dispersion modelliert.

Das Spektrum von OSCAR an Vorhersagen umfasst:

- Wahrscheinlichkeit der Kontamination – Oberfläche, Sediment, Küstenlinie und Wassersäule
- Zeitpunkt des Eintreffens – Öl an der Oberfläche, in der Wassersäule und Küstenstrandung
- maximal wahrscheinliche Konzentrationen – in der Wassersäule und auf der Wasseroberfläche
- emulgierte Masse – von Öl, das die Küste und die Oberfläche erreicht

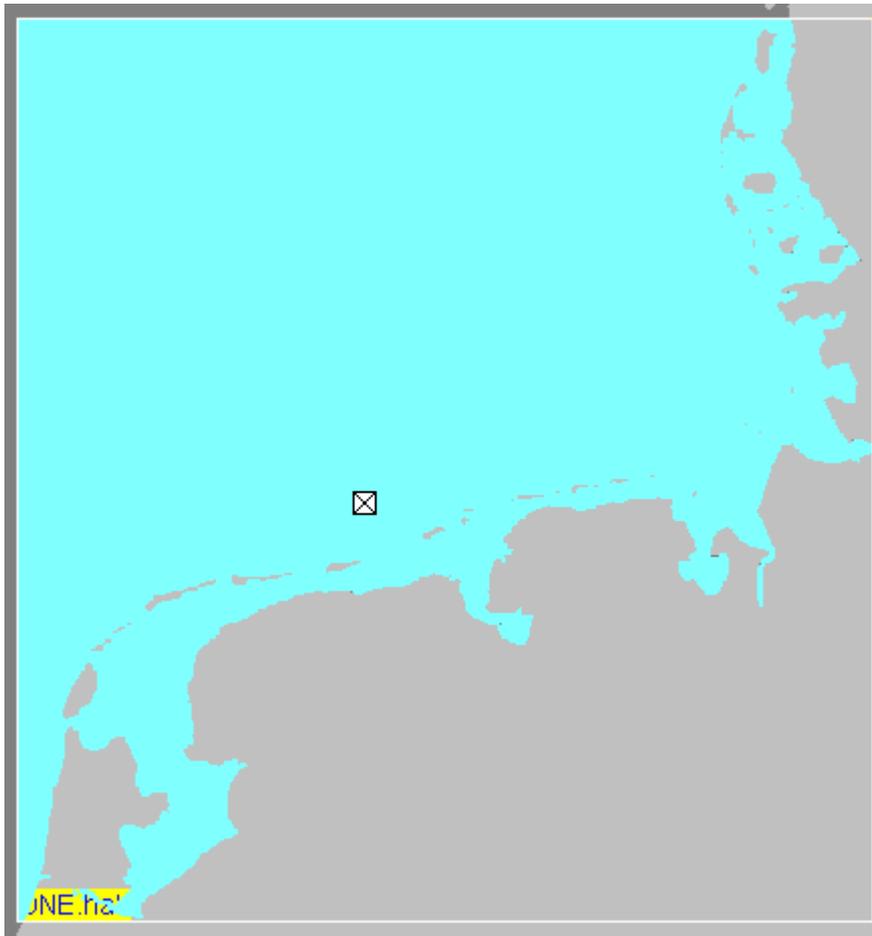
- Expositionsdauer – von Oberflächenöl, Wassersäule und Konzentrationsschwellen
- Verbleibsprozesse – einschließlich Verdunstung, Dispersion, Auflösung, Sedimentation, Strandung und Zerfall.

2.0 MODELL-EINGABEDATEN

In diesem Abschnitt werden die für die OSCAR-Simulationen verwendeten Eingabedaten zusammengefasst.

2.1. Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster)

Ein 500 km x 500 km (250.000 km²) großes Habitat-Raster wurde als geeignete Auflösung angesehen, um die potenzielle Oberflächenverölung, die Konzentrationen in der Wassersäule und die Auswirkungen auf die Küstenlinie zu ermitteln. Jede Rasterzelle deckt eine Fläche von ca. 500 m x 500 m (0,25 k) ab.



Die Art der Küstenlinie hat einen Einfluss auf die Menge des Kohlenwasserstoffs, der stranden und wieder mobilisiert werden kann – hier wurde ein Sandstrand gewählt. Diese Art der Küstenlinie ist ein angemessener Näherungswert, um die gestrandeten Mengen zu bestimmen.

2.2. Umweltdaten

Hydrodynamische Daten	Es wurden repräsentative Strömungsdaten von 2011 bis 2014 verwendet, die aus Vorhersagen des Met Office Atlantic Margin Modells stammen. Die Oberflächenströmungen sind stündlich.	
Wind	Die im Modell verwendeten repräsentativen Winddaten wurden dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen (2008–2014) entnommen und in 3-stündigen Intervallen bereitgestellt.	
Lufttemperatur	Die Lufttemperatur wird vom Verdunstungsmodell in OSCAR nicht verwendet	
Meerestemperatur ¹	Winter	Sommer
Tiefe 0 m	5,3 °C	17,6 °C
10 m	5,3 °C	16,6 °C
20 m	5,3 °C	15,6 °C
Sauerstoff ²	6,9 mg/l obere Wassersäule und 6,7 mg/l untere Wassersäule	5,4 mg/l obere Wassersäule 5,10 mg/l untere Wassersäule
Salzgehalt	34 ppt	34 ppt

2.3. Modellierte Parameter

N05-01 Pipeline	
Ort der Freisetzung	Unterirdisch
Breitengrad / Längengrad	53° 41' 29.74" N / 06° 21' 18.50" E
Menge der Freisetzung	158 m ³ freigesetzt über 1 Stunde
Dauer der Simulation	10 Tage

¹ NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der Temperatur im 1°-Raster

² NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der scheinbaren Sauerstoffausnutzung im 1°-Raster

2.4. Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC) besagt, dass Ölschichten unter 0,04 µm Dicke unter den meisten Betrachtungsbedingungen für das menschliche Auge nicht leicht wahrnehmbar sind und bis zu einer Dicke von 0,3 µm silbrig/grau erscheinen (Lewis, 2013).

BONN Vereinbarung Öl Erscheinungsbild Code				
Code	Beschreibung – Erscheinungsbild	Schichtdicke	Intervall	Liter pro k
		µm	mm	
1	Glanz (silbrig/grau)	0,04–0,30	4.–005–0,0003	40–300
2	Regenbogen	0,3–5,0	0,0003– 0,005	300–5.000
3	Metallisch	5,0–50	0,005–0,05	5.000–50.000
4	Diskontinuierlich echte Ölfarbe	50–200	0,05–0,2	50.000–200.000
5	Kontinuierlich echte Ölfarbe	≥ 200	≥ 0,2	≥ 200.000

2.4.1. Angewandte Schwellenwerte

- Auf der Grundlage der Ergebnisse des Berichts „Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds“ (O'Hara & Morandin, 2010) und für die Zwecke dieses Studienberichts wurde eine Schwelle der Oberflächendicke von 0,1 µm (0,0001 mm) für die Oberflächenverölung angesetzt
- Auf der Grundlage von akzeptablen Öleinleitungen ins Wasser der küstennahen Gewässer innerhalb der 12-nm-Hoheitsgewässergrenzen wurde ein Schwellenwert von 50 ppm für die Konzentration in der Wassersäule angesetzt.
- Für Massenansammlungen an der Küste wurde kein Schwellenwert festgelegt.

2.5. Küstenverölung

Anhand der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ („Erkennung von Öl an Küstenlinien“) aus dem Jahr 2011 wird das Ausmaß der Küstenverölung, die als leichte, mäßige oder starke Verölung beschrieben wird, unten dargestellt. Wo Küstenverölung innerhalb der Modelle erfasst wird, ist eine Übersicht über die Klassifizierung der Verölung an der Küste angegeben.

Klassifizierung des Küstenverölung	Volumen (Liter/)	Ø Ölschichtdicke (mm)	Verölen (g/)
Leichtes Verölen	0,1–1	0,1–1	76
Mäßiges Verölen	1–10	1–10	759
Starkes Verölen	>10	>10	7.590

Beispiel für leichtes Verölen	Beispiel für mäßiges Verölen	Beispiel für starkes Verölen
		

Bilder mit freundlicher Genehmigung der ITPOF – Technische Informationsschrift Nr. 6 "Erkennung von Öl an Küstenlinien"

2.6. Ölprofil

In der Standard-Öl-Datenbank von OSCAR ist das Kondensat N05-01 nicht enthalten. Aufgrund der Übereinstimmung der Kohlenwasserstoffe mit den bekannten Eigenschaften wurde das Marulk-Kondensat als geeignetes Analogon für die Modelldarstellung ausgewählt.

Ölabgleich zum Vergleich						
Name	ITOPF-Gruppe	SG	Viskosität	Pourpoint (°C)	Wachsgehalt (%)	Asphaltengehalt (%)
N05-01	I	0,763	0,8	0	0	0
Marulk	I	0,759	1	-36	0,01	0,01

2.7. Maßnahmen zur Bekämpfung

Um ein besseres Verständnis für den Verbleib des Kondensats zu erhalten, wurden in den verschiedenen Simulationen keine Maßnahmen zur Bekämpfung von Ölunfällen berücksichtigt.

2.8. Modellierte Szenarien

2.8.1. Stochastische Szenarien

Modelliert als saisonbedingte Freisetzungen – Winter (Dez.-Feb.), Sommer (Juni-Aug.)				
Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
S01	Diesel-Freisetzung (Winter)	158 m ³	1 Stunde	10 Tage
S02	Diesel-Freisetzung (Sommer)	158 m ³	1 Stunde	10 Tage

2.8.2. Deterministisches Szenario

Die Ergebnisse der stochastischen Modellausgaben wurden analysiert, um das ungünstigste Szenario für die Strandung zu ermitteln – dies ist die Simulation mit dem größten Strandungsvolumen.

Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
D01	Dieselfreisetzung (Winter)	158 m ³	1 Stunde	10 Tage
<i>Monat der modellierten Freisetzung – Februar 2013</i>				
D02	Dieselfreisetzung (Sommer)	158 m ³	1 Stunde	10 Tage
<i>Monat der modellierten Freisetzung – August 2013</i>				

3.0 OSCAR-SIMULATIONEN

3.1. Stochastische Simulation

Bei einer stochastischen Simulation wird eine Reihe von Simulationen der Freisetzungstrajektorien wiederholt mit einem Startdatum ausgeführt, das innerhalb des Zeitraums liegt, der von historischen Wind- und/oder hydrodynamischen Daten abgedeckt wird. Die Ergebnisse der Trajektorien werden kombiniert, um die vorhergesagten Wahrscheinlichkeiten von Ölspuren in definierten Zeiträumen darzustellen. Die Durchführung mehrerer Freisetzungssimulationen während einer einzigen Saison sollte eine zuverlässige Vorhersage der Ölspuren sowie der Wahrscheinlichkeiten der Verölung für eine Freisetzung liefern, die während dieser Saison beginnt und sich in die folgenden Saisons erstreckt.

Es wurden mehr als 100 Simulationen über den Freisetzungszeitraum mit einer Reihe von Windzeiten durchgeführt, die an einem zufällig gewählten Datum begann. Bei diesem Ansatz sollte eine ausreichende Anzahl von Simulationen die Schwankungen der Windgeschwindigkeit und -richtung in dem innerhalb der Simulation identifizierten Gebiet adäquat modellieren.

Die Ergebnisse des stochastischen Modells wurden analysiert, um das Datum mit dem höchsten Strandungsvolumen zu ermitteln. Dieses Datum und diese Uhrzeit wurden für das deterministische Modell verwendet.

3.2. Deterministische Simulation

Deterministische oder Trajektorienmodelle werden verwendet, um den Weg eines Ölteppichs im Zeitverlauf vorherzusagen. Das Modell schätzt das Verwitterungsprofil unter den angegebenen hydrodynamischen und meteorologischen Bedingungen, indem es zeitlich und räumlich variierende, numerisch berechnete Meeresströmungen und Winde verwendet.

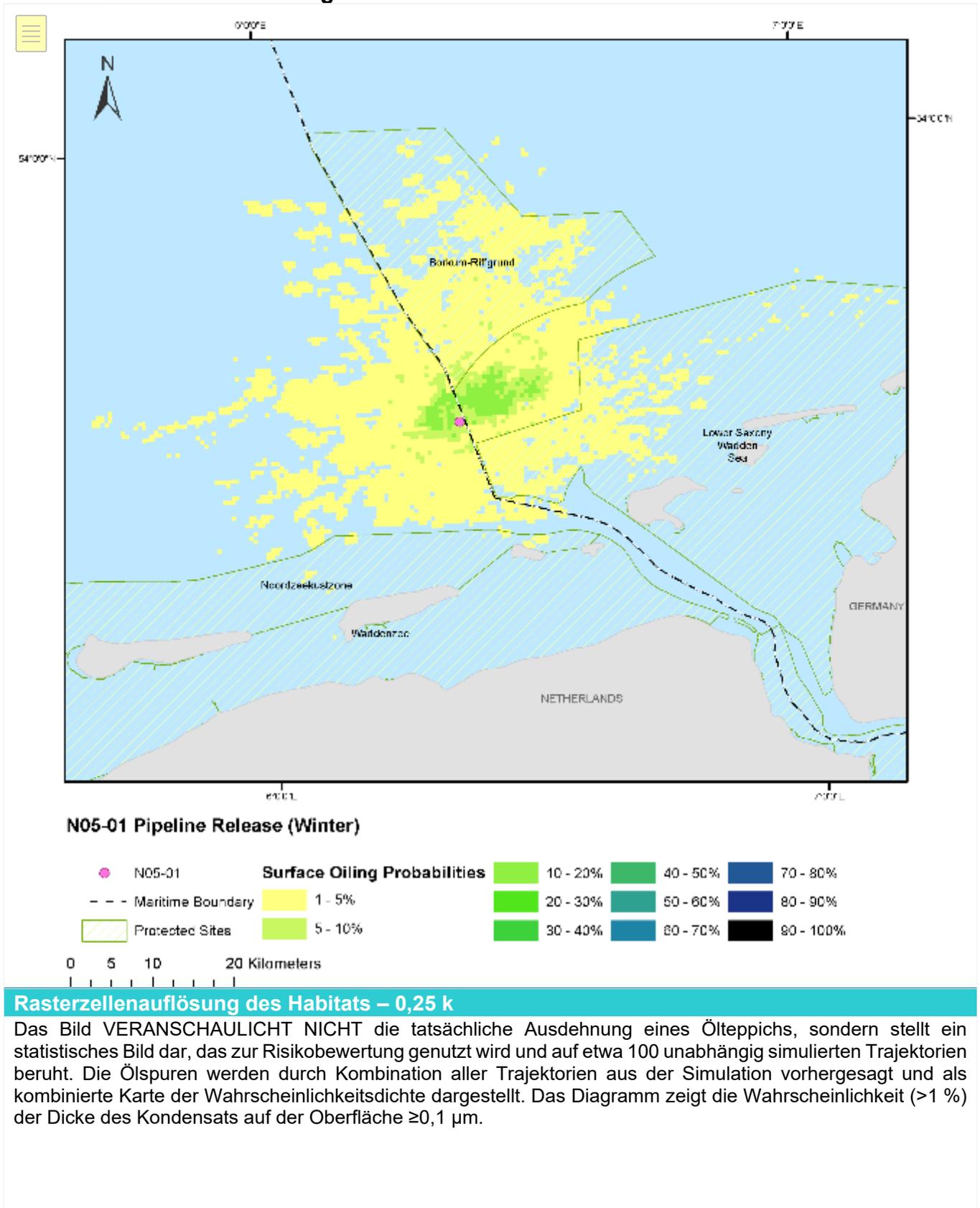
Die Ergebnisse wurden ausgewertet, um Folgendes zu bestimmen:

- die vorhergesagte Bahnkurve des Ölteppichs
- Schätzungen der Oberfläche des Ölteppichs
- Änderungen der Kondensateigenschaften im Zeitverlauf
- mögliche Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete und die Länge der betroffenen Küstenlinie
- Sedimentkonzentrationen
- Schätzungen der Gesamtmenge des gestrandeten Kondensats.

4.0 FREISETZUNGS-AUSGABEN

4.1. STOCHASTISCHE AUSGABEN

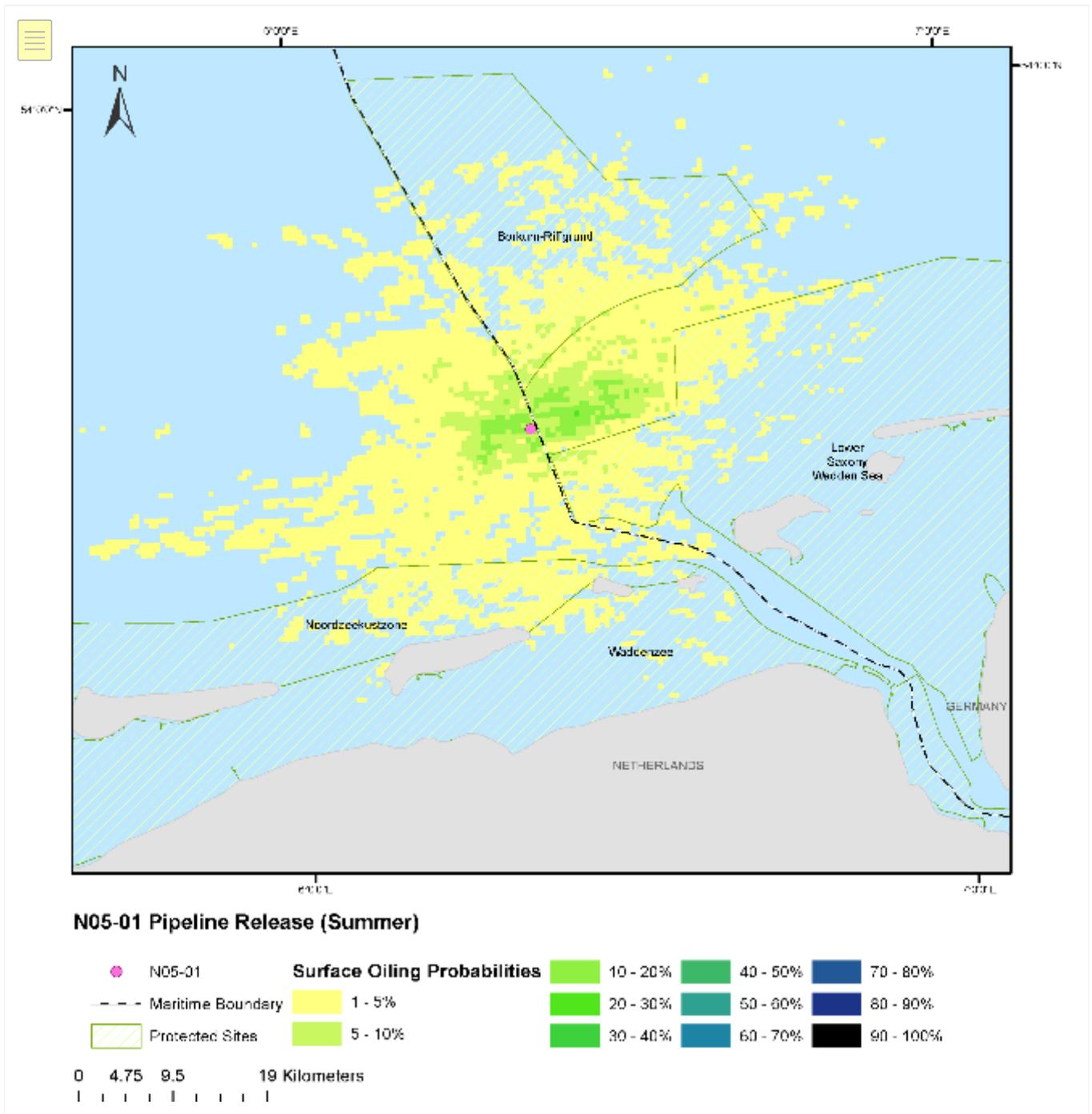
4.1.1. S01 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 19 % angegeben. Gebiete zwischen 10–20 % erstrecken sich bis zu 10 km vom Ort der Freisetzung aus.
- Die Wahrscheinlichkeit reduziert sich deutlich auf 1–5 % in ca. 12 km Entfernung vom Ort der Freisetzung, mit vereinzelt Gebieten von 5–10 % in ca. 17 km Entfernung.

4.1.2. S02 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 k

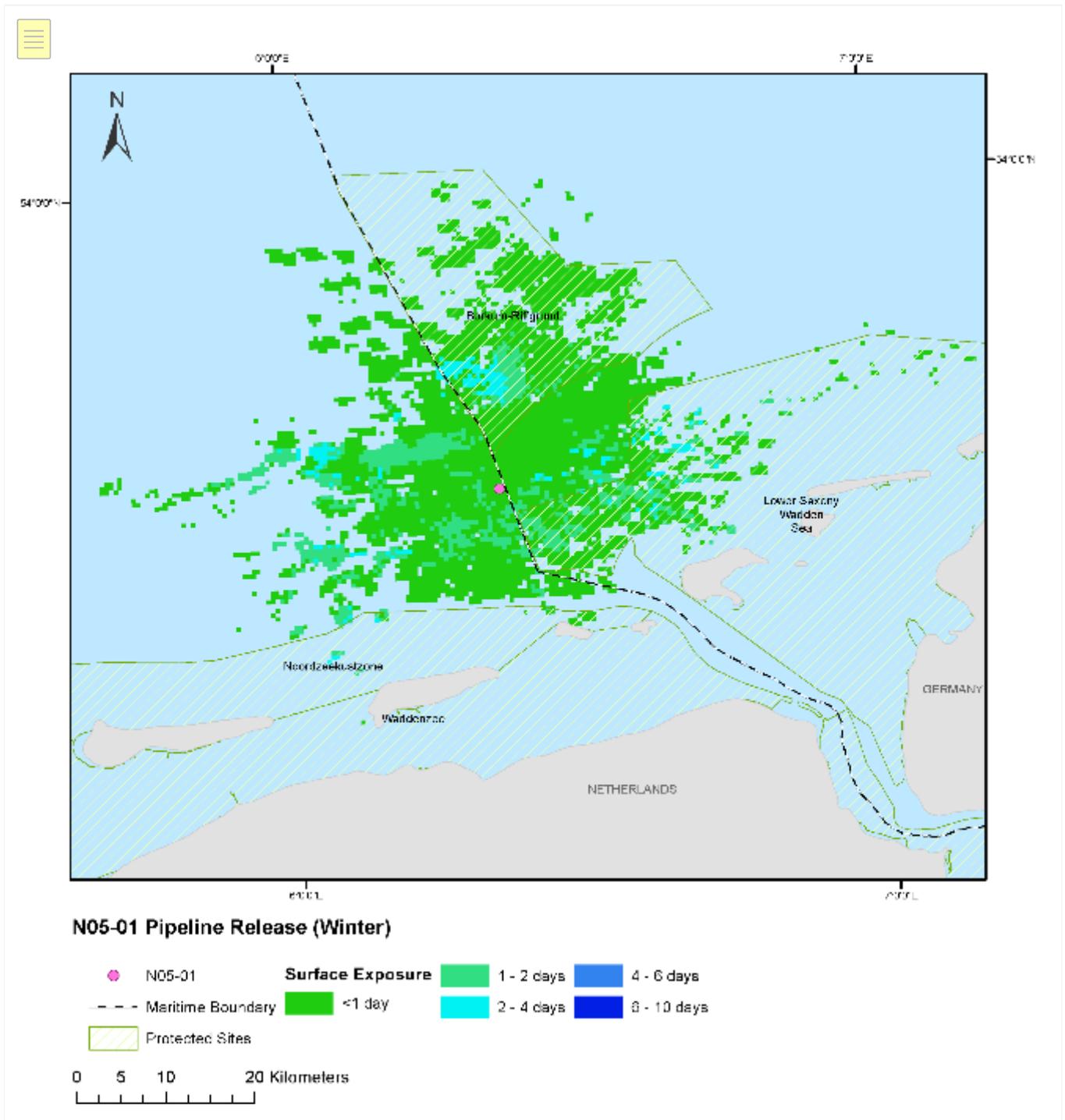
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien

beruht. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Das Diagramm zeigt die Wahrscheinlichkeit (>1 %) der Dicke des Kondensats auf der Oberfläche $\geq 0,1 \mu\text{m}$

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 23 % angegeben. Gebiete zwischen 10–20 % erstrecken sich bis zu 13 km vom Ort der Freisetzung aus.
- Die Wahrscheinlichkeit reduziert sich deutlich auf 1–5 % in ca. 8 km Entfernung vom Ort der Freisetzung, mit vereinzelt Gebieten von 5–10 % in ca. 22 km Entfernung.

4.1.3. S01 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Expositionsdauer

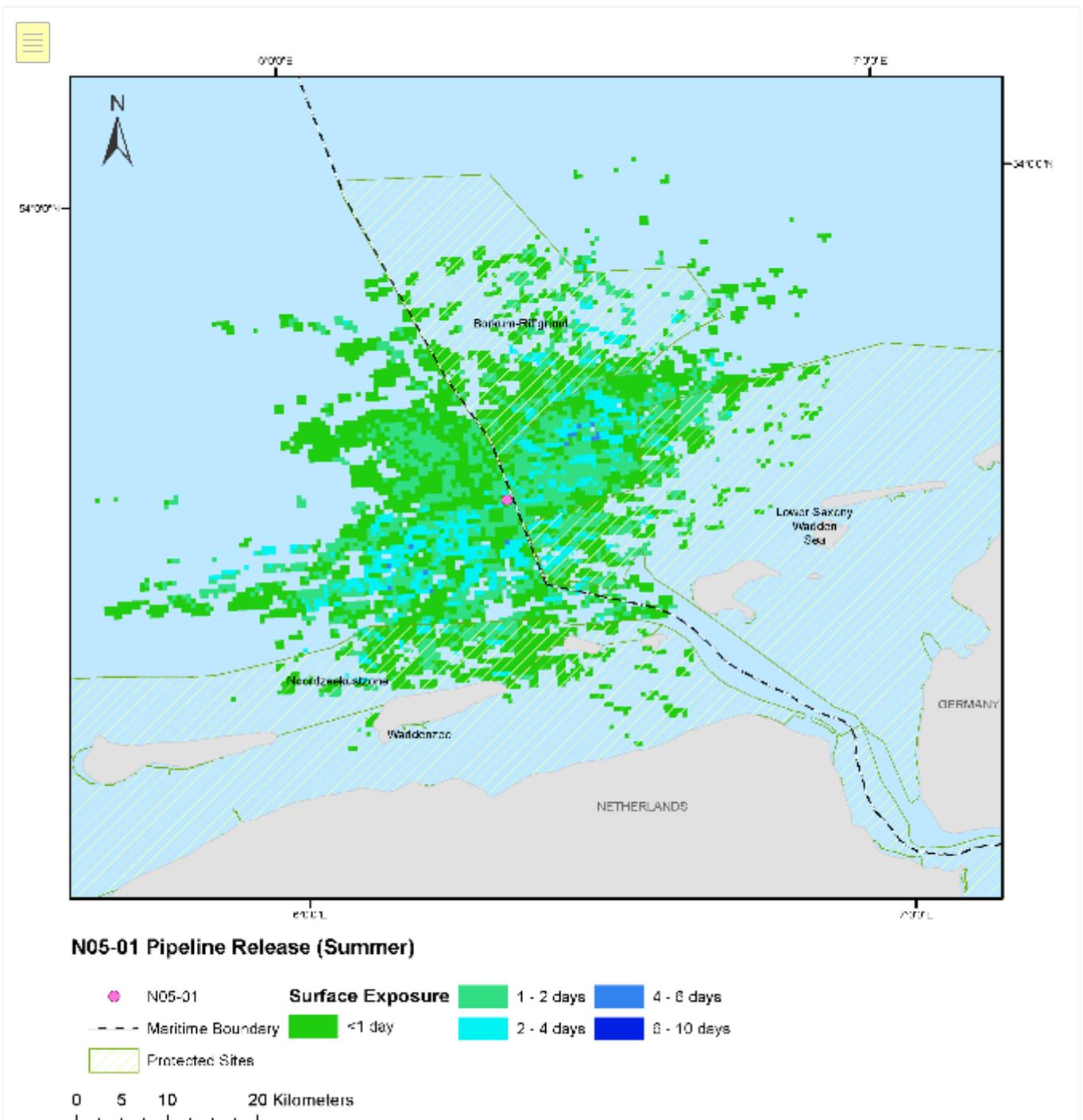


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg. Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S01 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 3,7 Tage.
- Kleine Gebiete der Exposition der Oberfläche zwischen 2–4 Tagen erstrecken sich bis zu 25 km von der Freisetzung.

4.1.4. S02 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Expositionsdauer



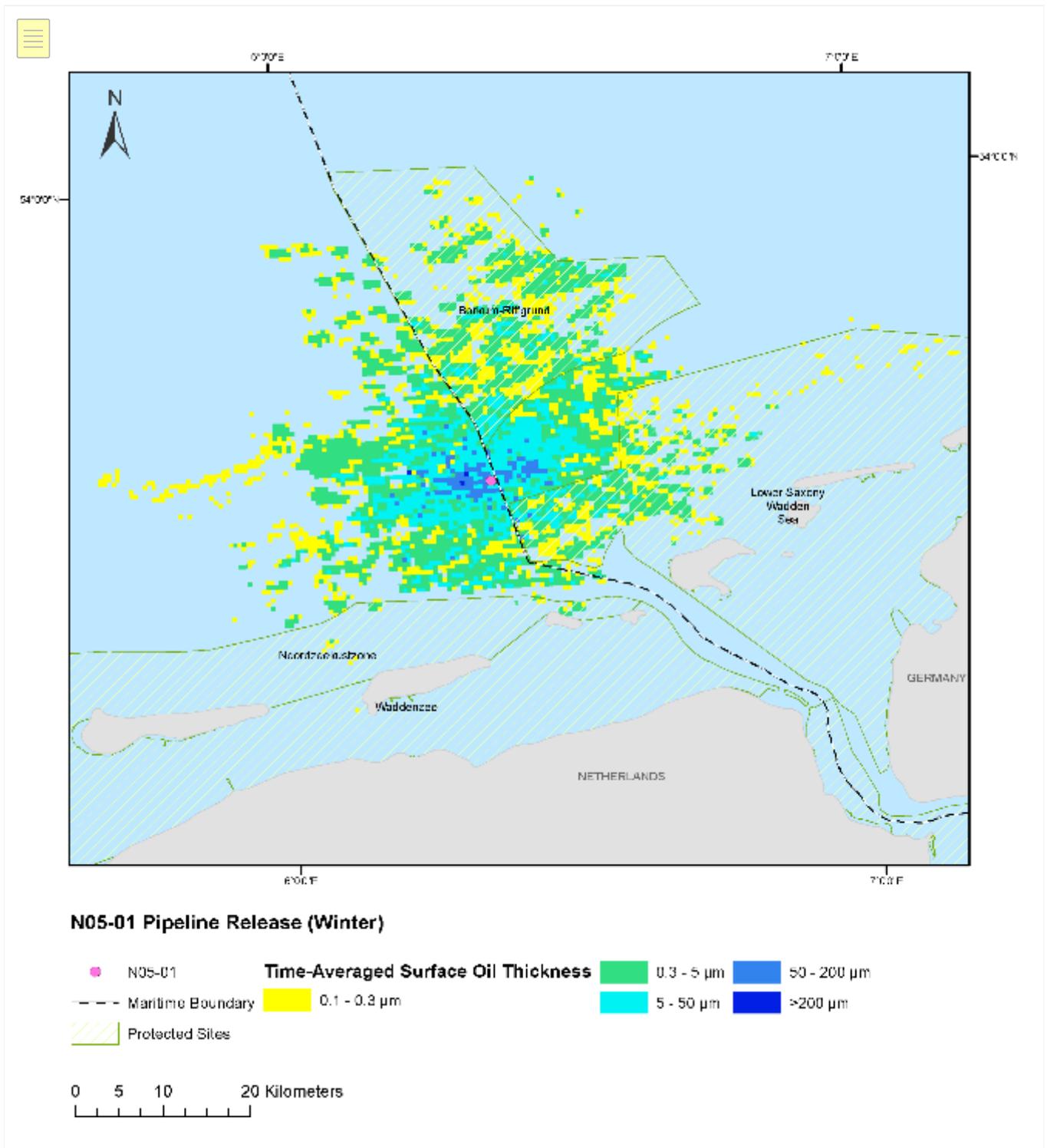
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg.

Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S02 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 4,7 Tage.
- Gebiete mit einer Exposition der Oberfläche zwischen 2–4 Tagen erstrecken sich bis zu 33 km von der Freisetzung.

4.1.5. S01 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

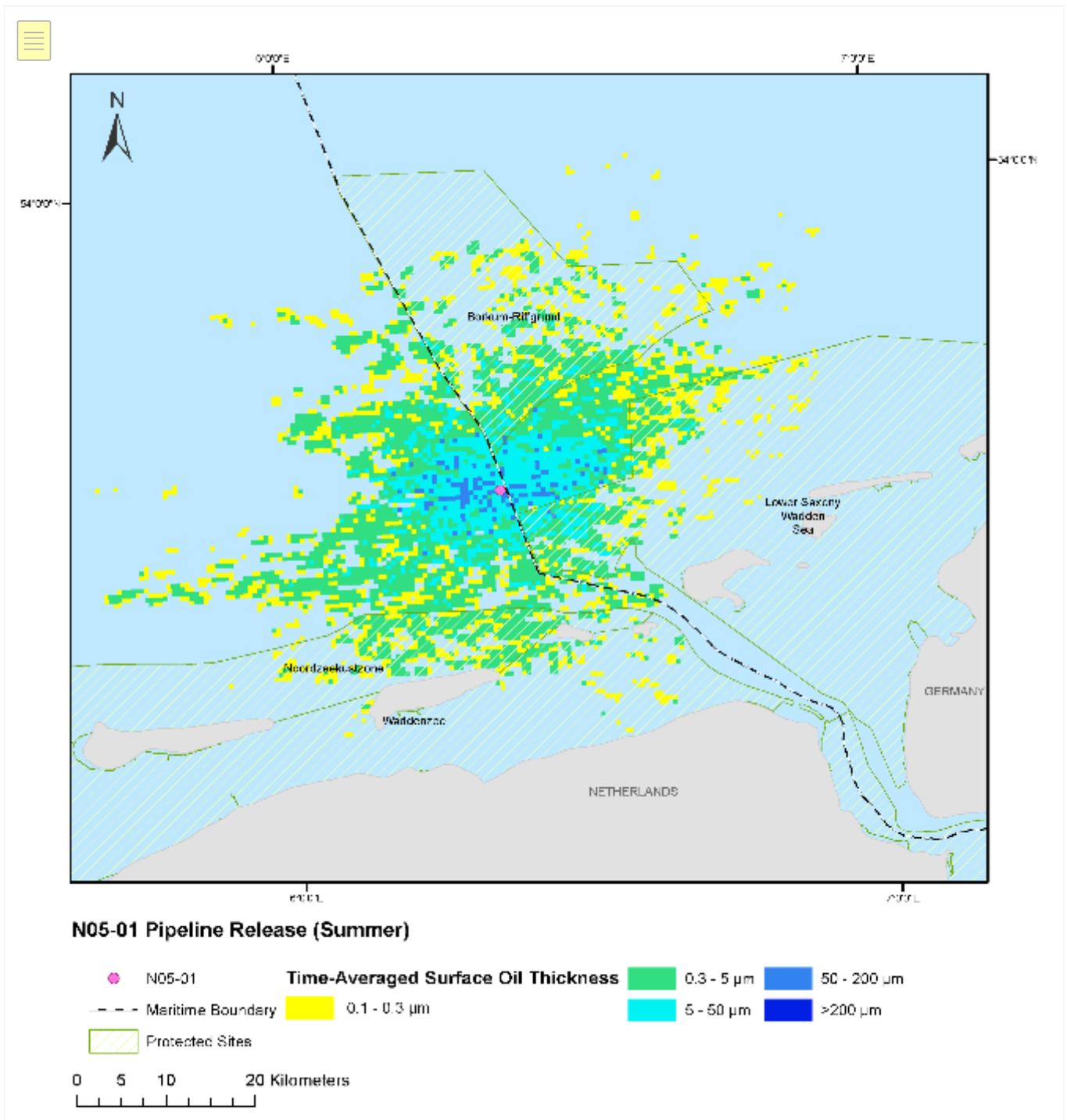


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Oberflächenkondensats im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen hinweg.

Zusammenfassung der S01 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Gebiete mit Kondensat bis zu 254 μm (echte Farbe) werden als minimal vorhergesagt. Verstreute Gebiete mit Kondensat zwischen 50 und 200 μm (Diskontinuierlich echte Farbe) erstrecken sich bis zu 13 km von der Stelle der Freisetzung.
- Die Dicke liegt überwiegend zwischen 0,3 μm und 5 μm (Regenbogen)

4.1.6. S02 – Freisetzung aus einer Pipeline maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

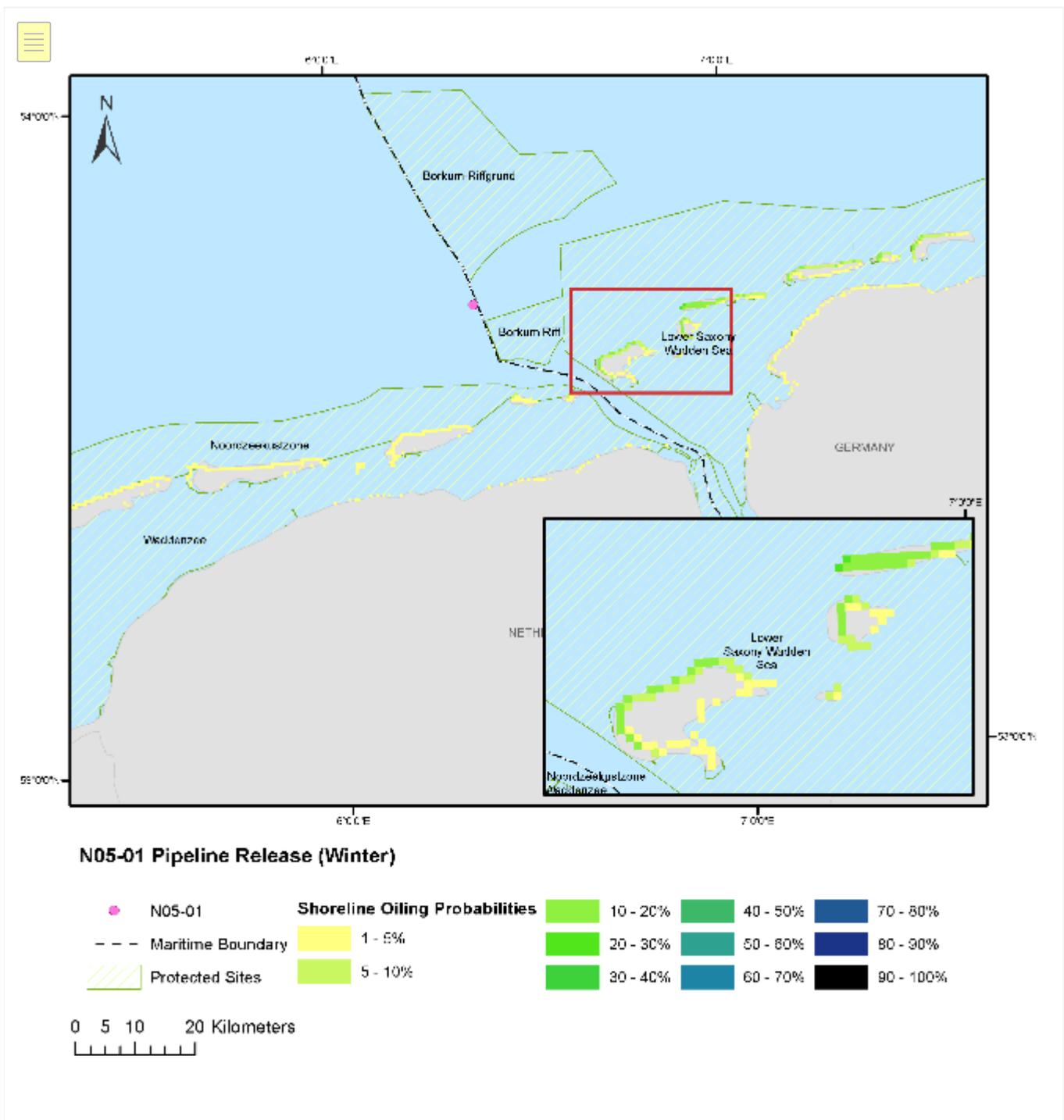


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern ein statistisches Bild, das zur Risikobewertung auf der Grundlage von ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien verwendet wird. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Kondensats an der Oberfläche im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen.

Zusammenfassung der S02 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Gebiete mit Kondensat bis zu 175 µm (diskontinuierliche echte Farbe) werden als klein und verstreut über ein weites Gebiet von bis zu 12 km vom Ort der Freisetzung vorhergesagt.
- Die Dicke liegt überwiegend zwischen 0,3 µm und 5 µm (Regenbogen)

4.1.7. S01 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 k

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert.

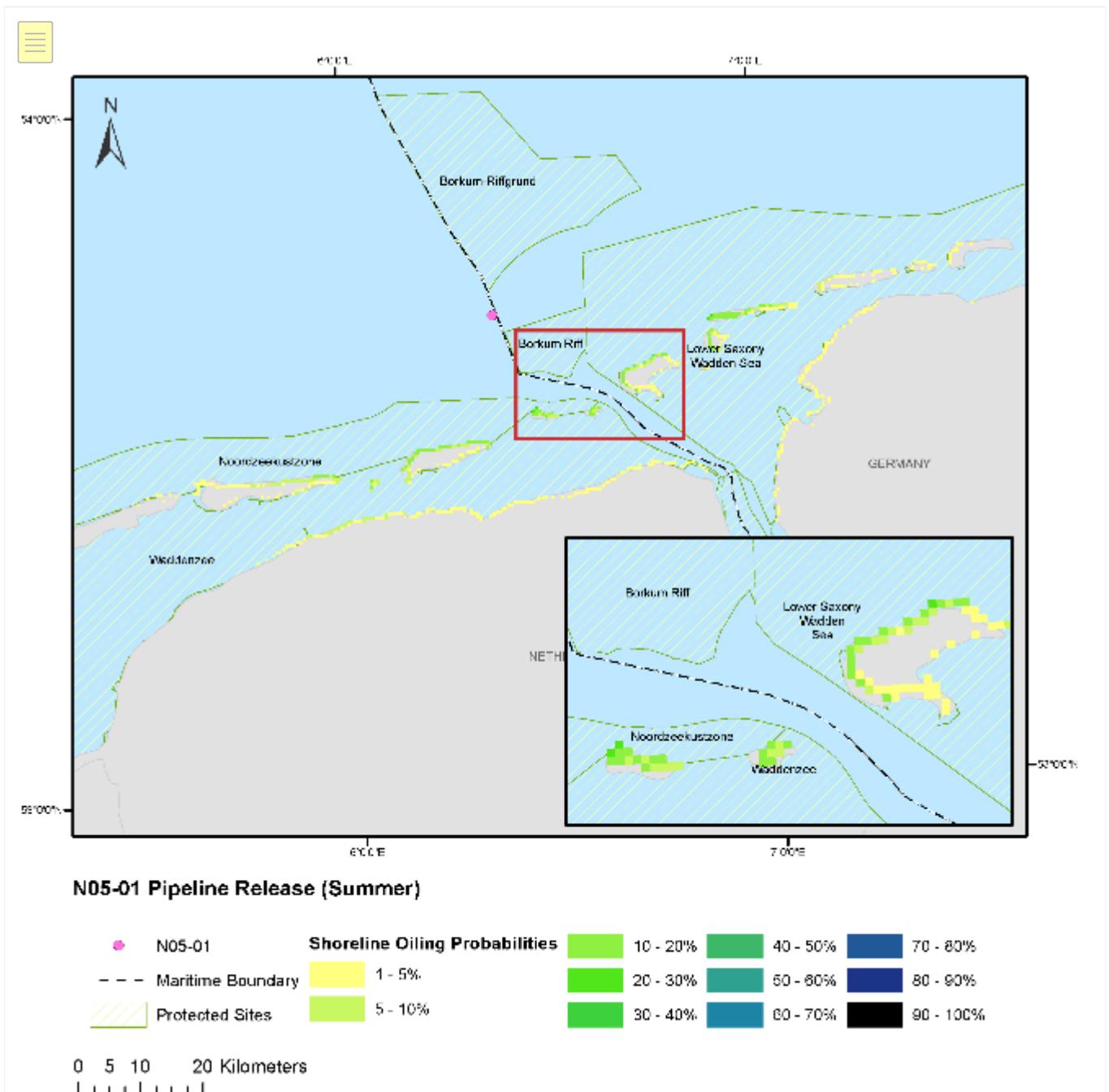
Die Ölspuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %.

Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 5,7 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 23 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 21 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 38 Stunden bewegt.

4.1.8. S02 – Freisetzung aus einer Pipeline Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 k

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Lecks, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %.

Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

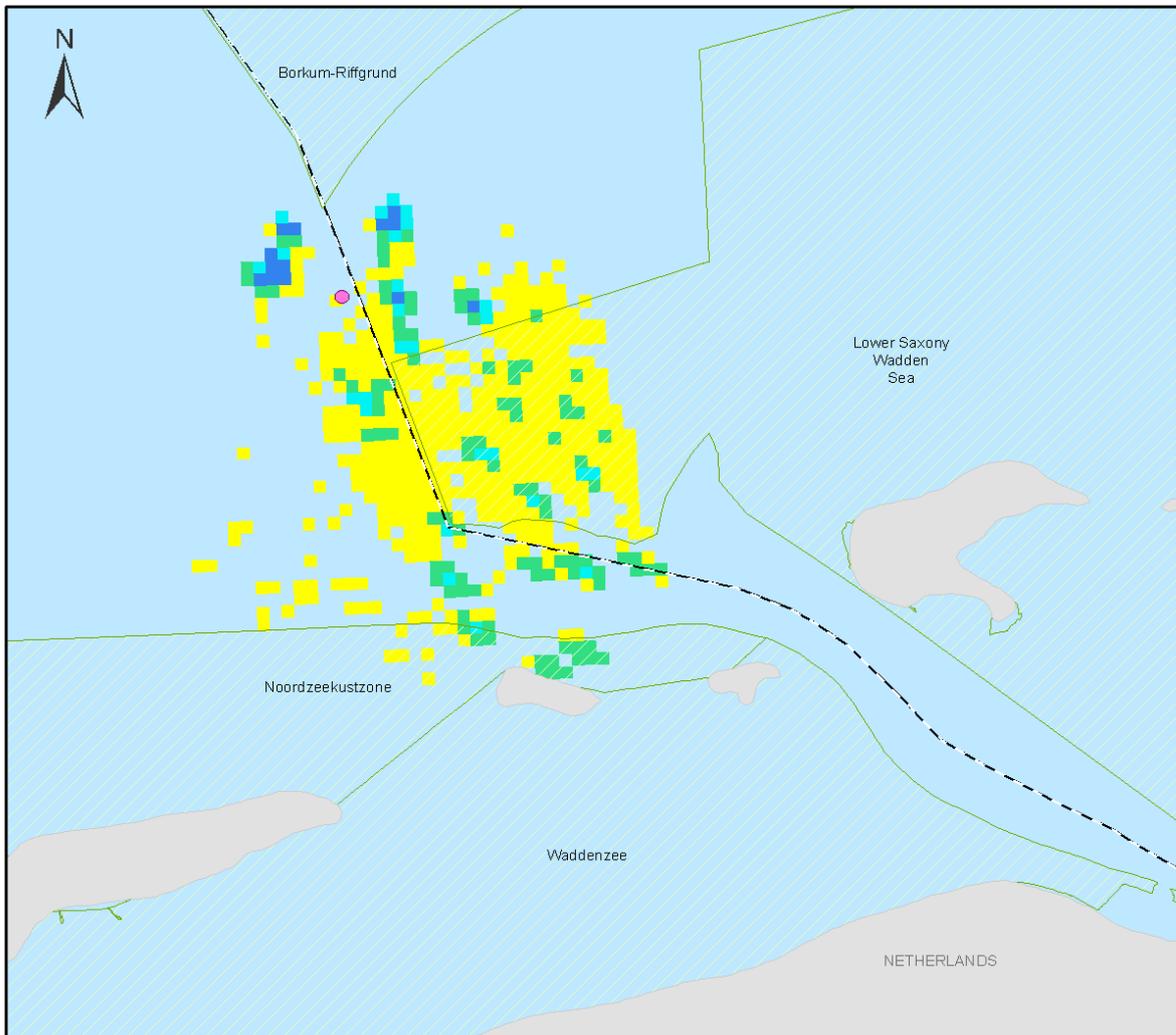
Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 21 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass die sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 21 Stunden bewegt.

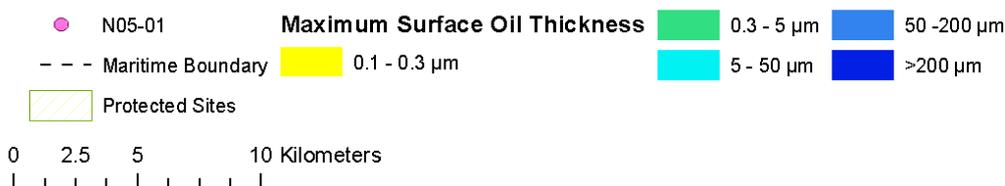
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 26 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 45 Tagen bewegt.

4.2. D01 – DETERMINISTISCHE AUSGABE

4.2.1. D01 – Oberfläche des betroffenen Gebietes



N05-01 Pipeline Release (Winter)

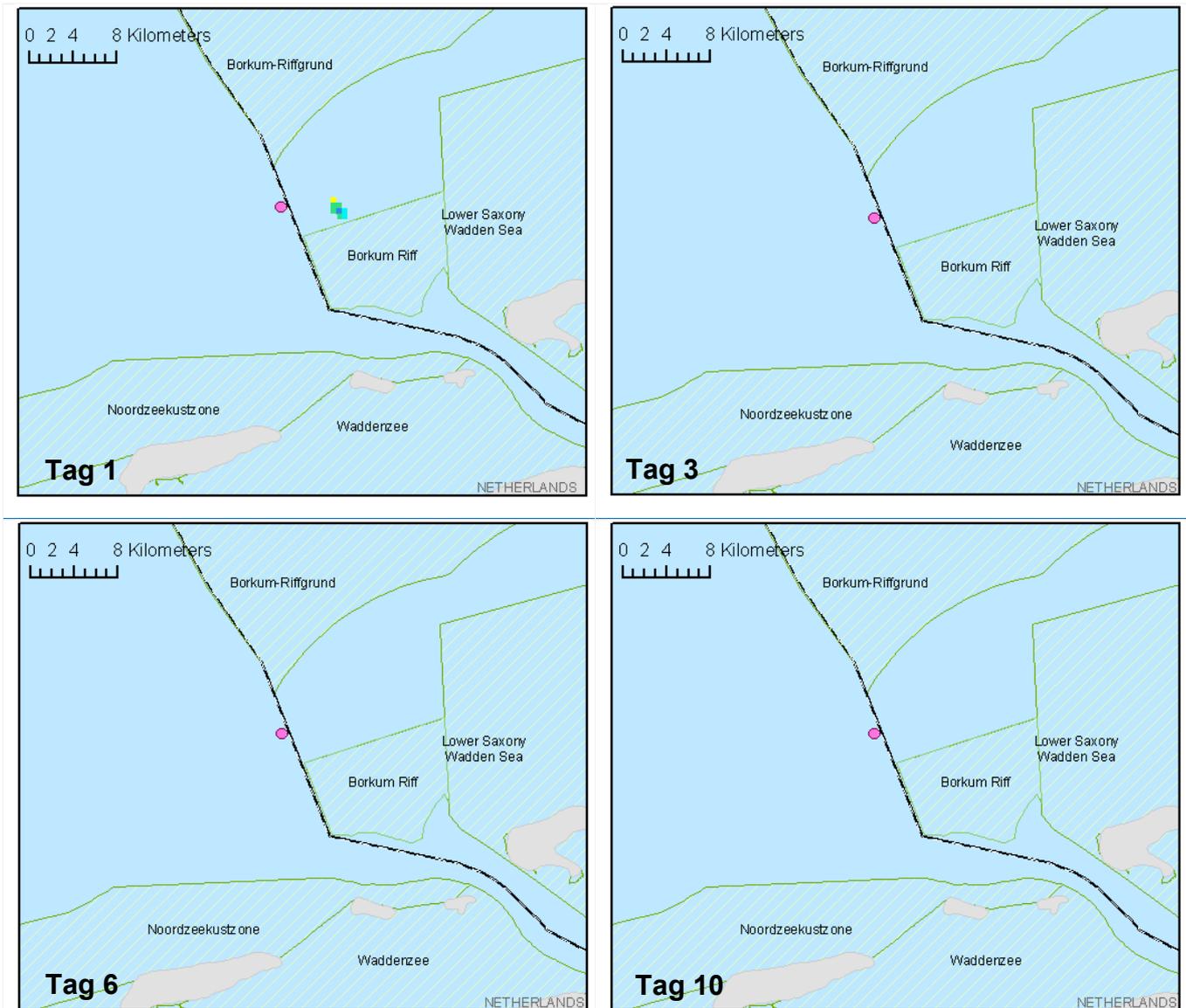


Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern veranschaulicht, wo das dickste Kondensat wahrscheinlich im Verlauf des 10-Tage-Szenarios vorhanden sein wird.

- Es wird das Vorhandensein von Kondensat mit einer Dicke von 70–90 μm (Kontinuierlich echte Farbe) in einer Entfernung von ca. 3–5 km von der Stelle der Freisetzung angezeigt.

4.2.2. D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung der Oberflächenverölung im Zeitverlauf

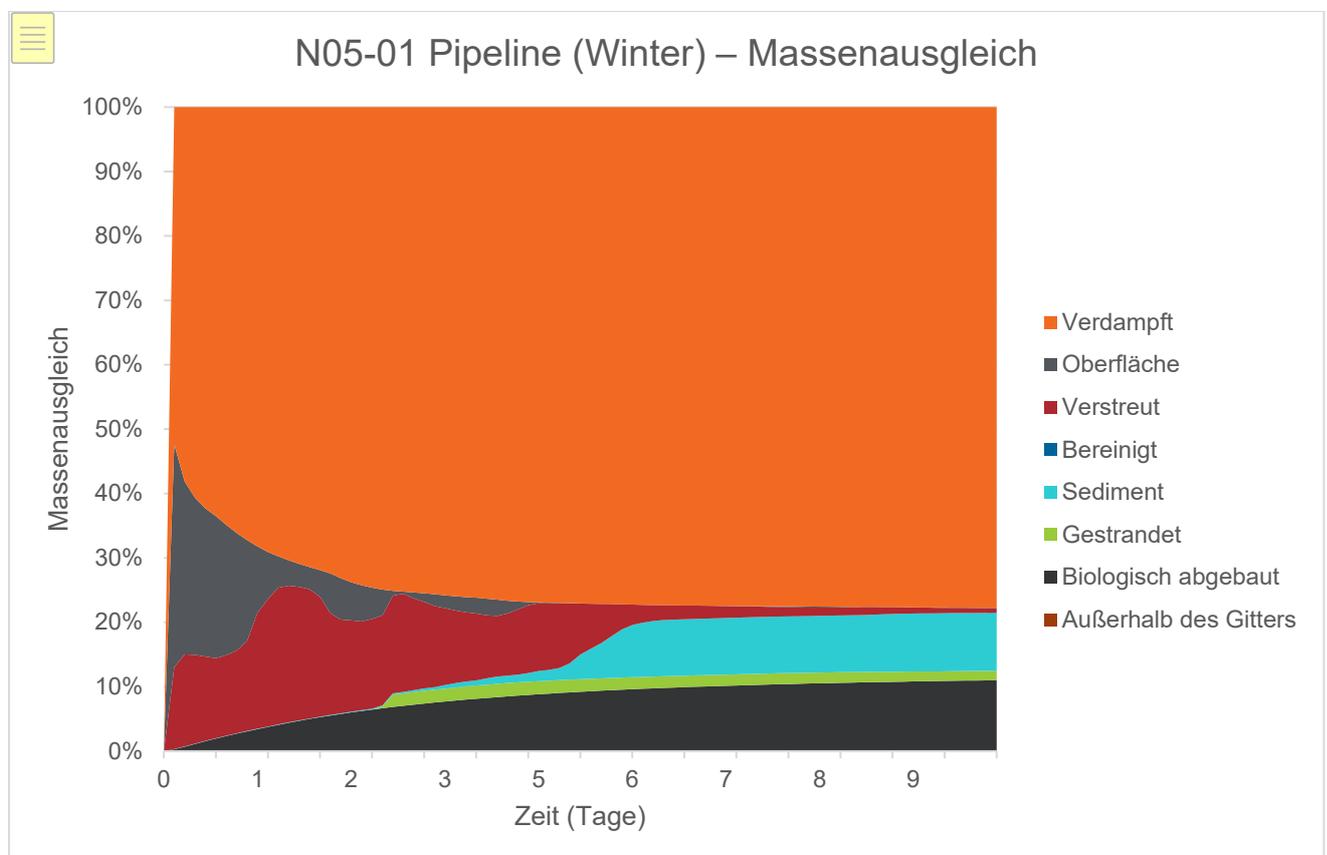
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete mit Kondensat, mit einer maximalen Dicke von 60 μm (Diskontinuierlich echte Farbe) an Tag 1.
- Bis zum 3. Tag zeigt sich, dass die Oberflächenverölung unter 0,1 μm liegt und ist mit dem menschlichen Auge wahrscheinlich nicht mehr zu erkennen.

4.2.3. D01 – Verbleib des Kondensats nach 10 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,09	0,1
Atmosphäre	98,46	77,7
Wassersäule	0,87	0,7
Sedimente	11,41	9,0
An Land	1,86	1,5
Biologisch abgebaut	13,95	11
Außerhalb der Rasterfläche	0,1	0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	0,7 km	
Maximales Kondensat an Land (t)	2.6 (Tag 4)	

4.2.4. D01- Massenausgleich

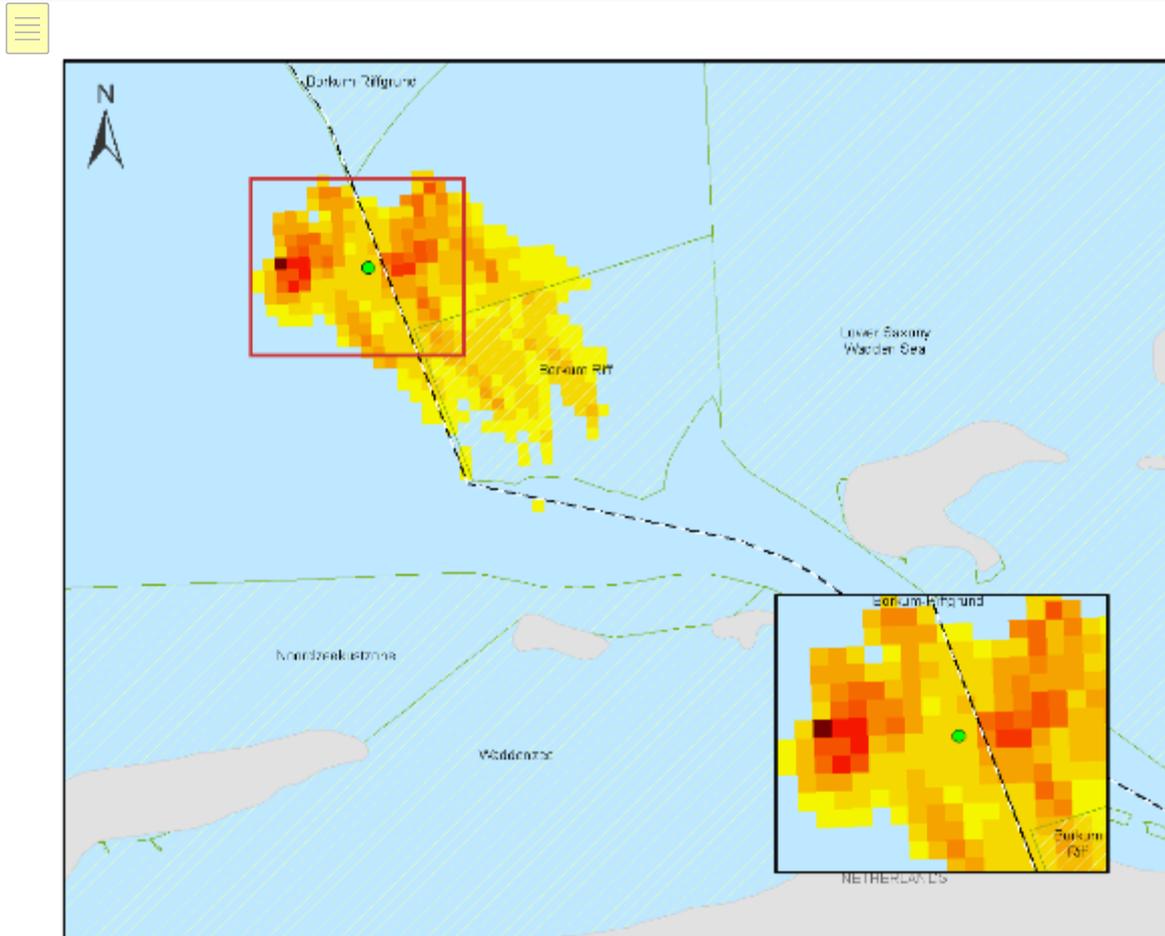
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Kondensatfreisetzung



Bis zum 10. Tag verbleiben 0,1 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 77,7 % sind verdunstet, 0,7 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 9 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 11 % sind biologisch abgebaut, 1,5 % sind gestrandet (beached).

4.2.5. D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

D01 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 10 Tage



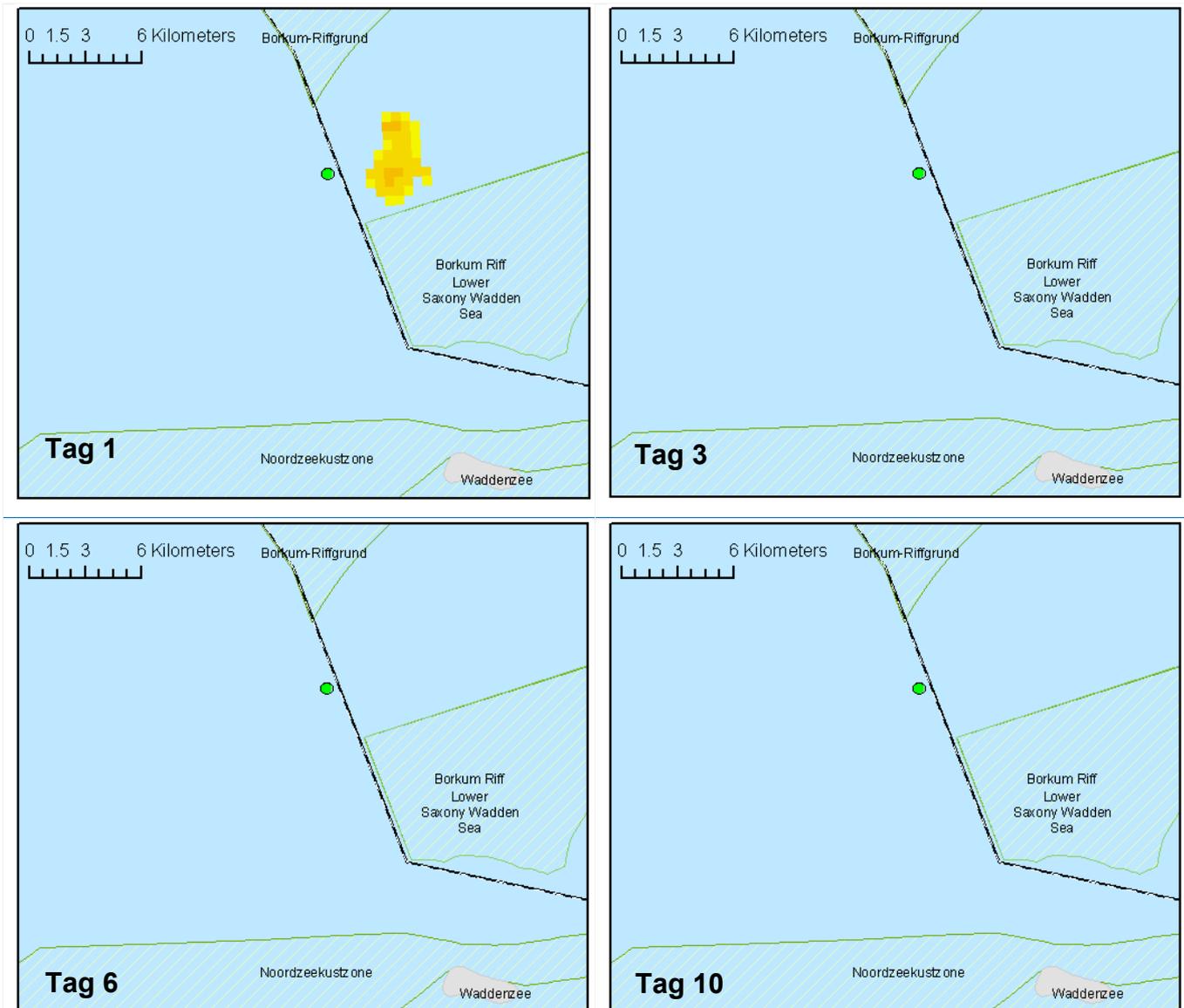
N05-01 Pipeline Release (Winter)



Zusammenfassung der Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 10-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Gesamtkonzentration wird mit 3.530 ppb vorhergesagt (< Tag 1 der Freisetzung). Konzentrationen von 800–1.000 ppb werden 5 km von der Stelle der Freisetzung gezeigt.
- Küstengebiete liegen unter 50 ppb.

4.2.6. D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

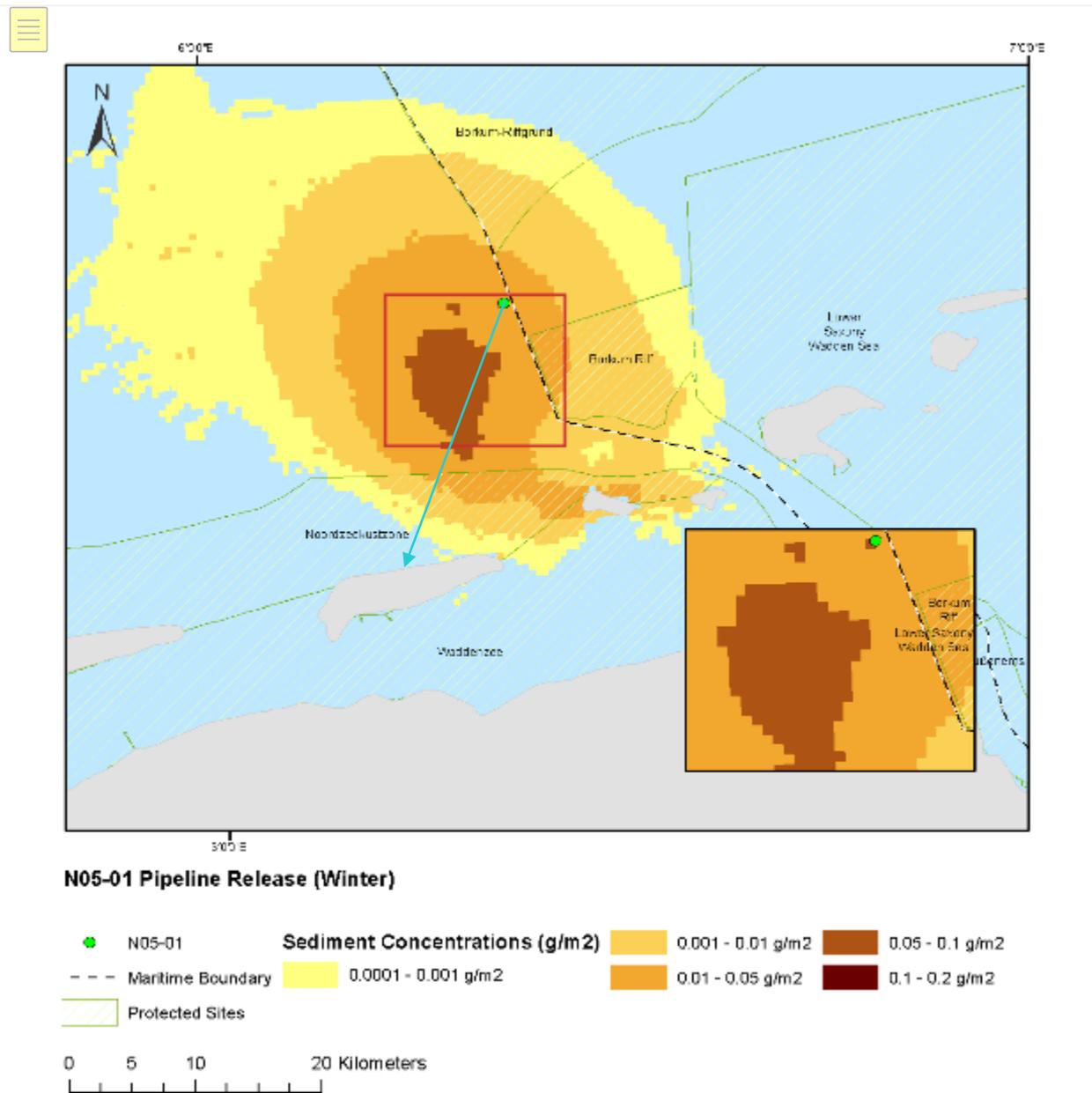


Zusammenfassung der maximalen Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 3.457 ppb angegeben (Tag 1)
- Am 3. Tag liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 50 ppb.

4.2.7. D01 – Sedimentkonzentrationen

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen



Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

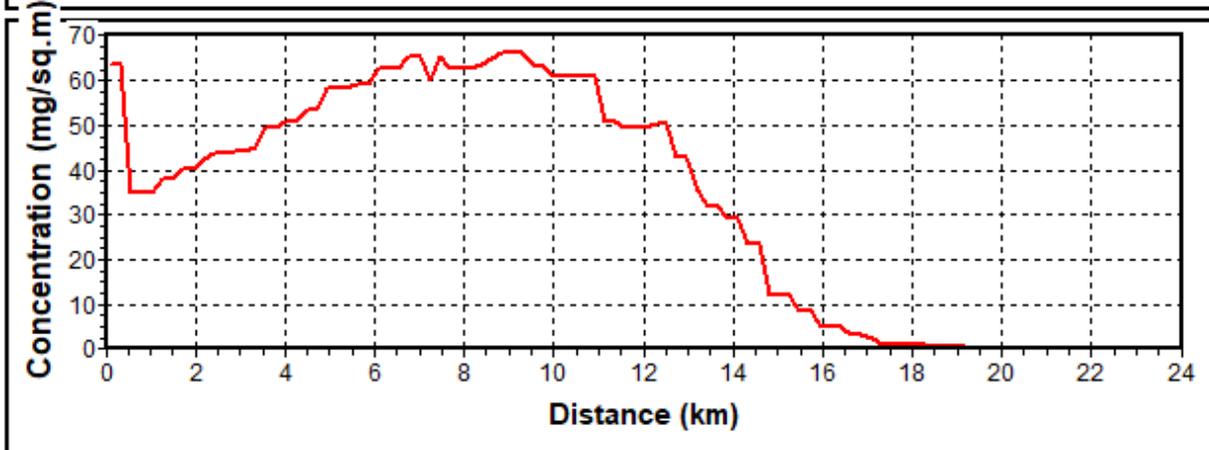
- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 10.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,07 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximale Konzentrationen entlang der niederländischen Küste wird mit 0,03 g/m² vorhergesagt.
- Es wird gezeigt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie 0,0001 g/m² nicht überschreiten.

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen

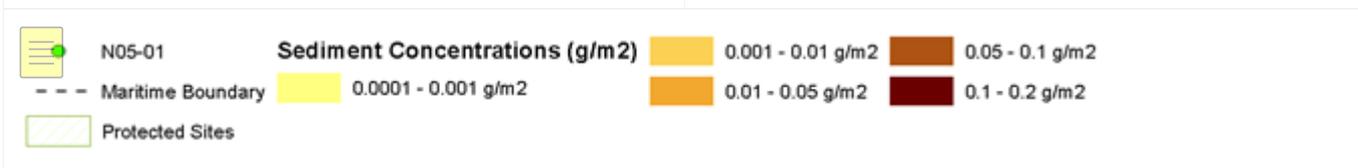
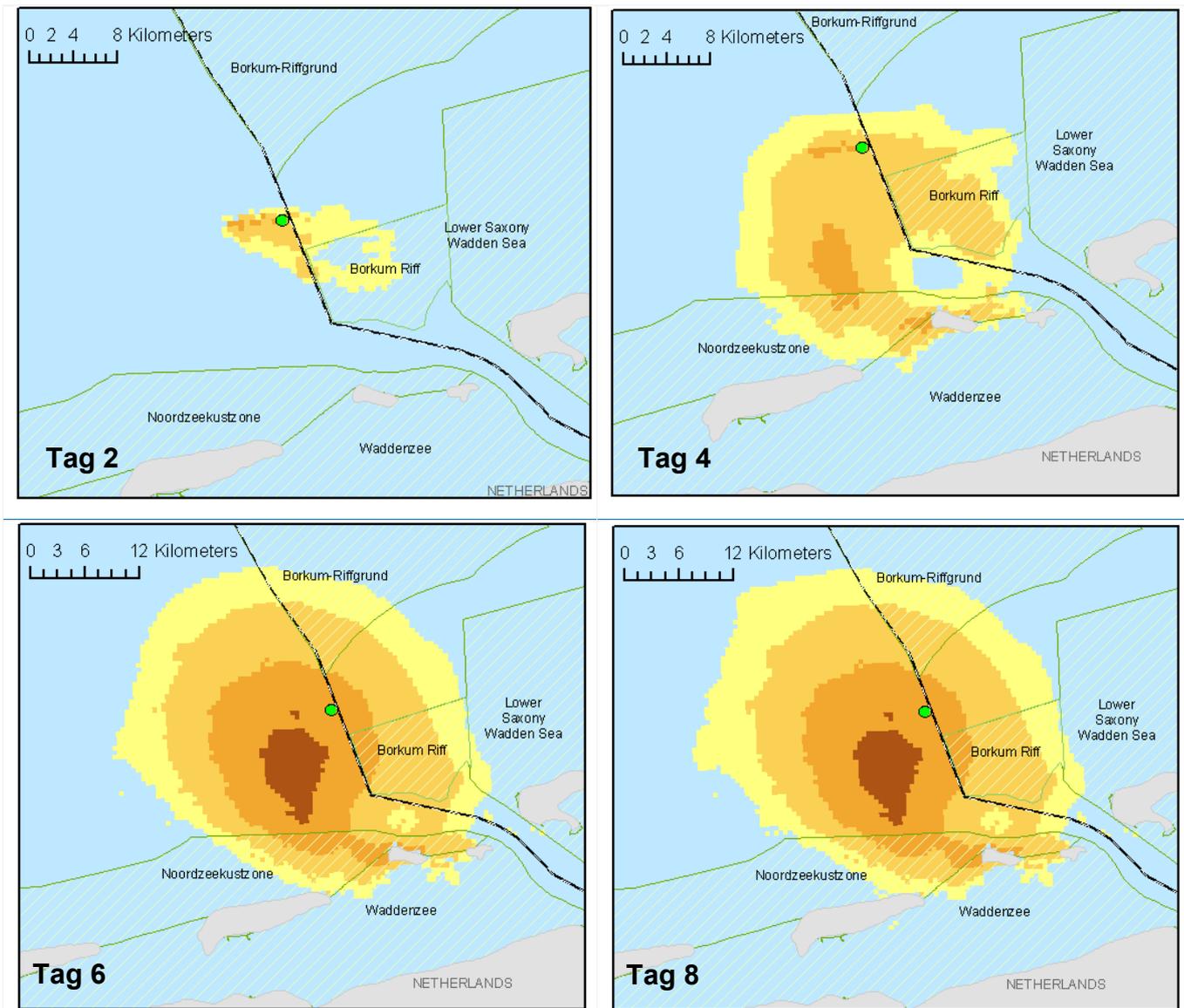
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'15"E,53°41'33"N]-[6°12'46"E,53°30'15"N]



4.2.8. D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

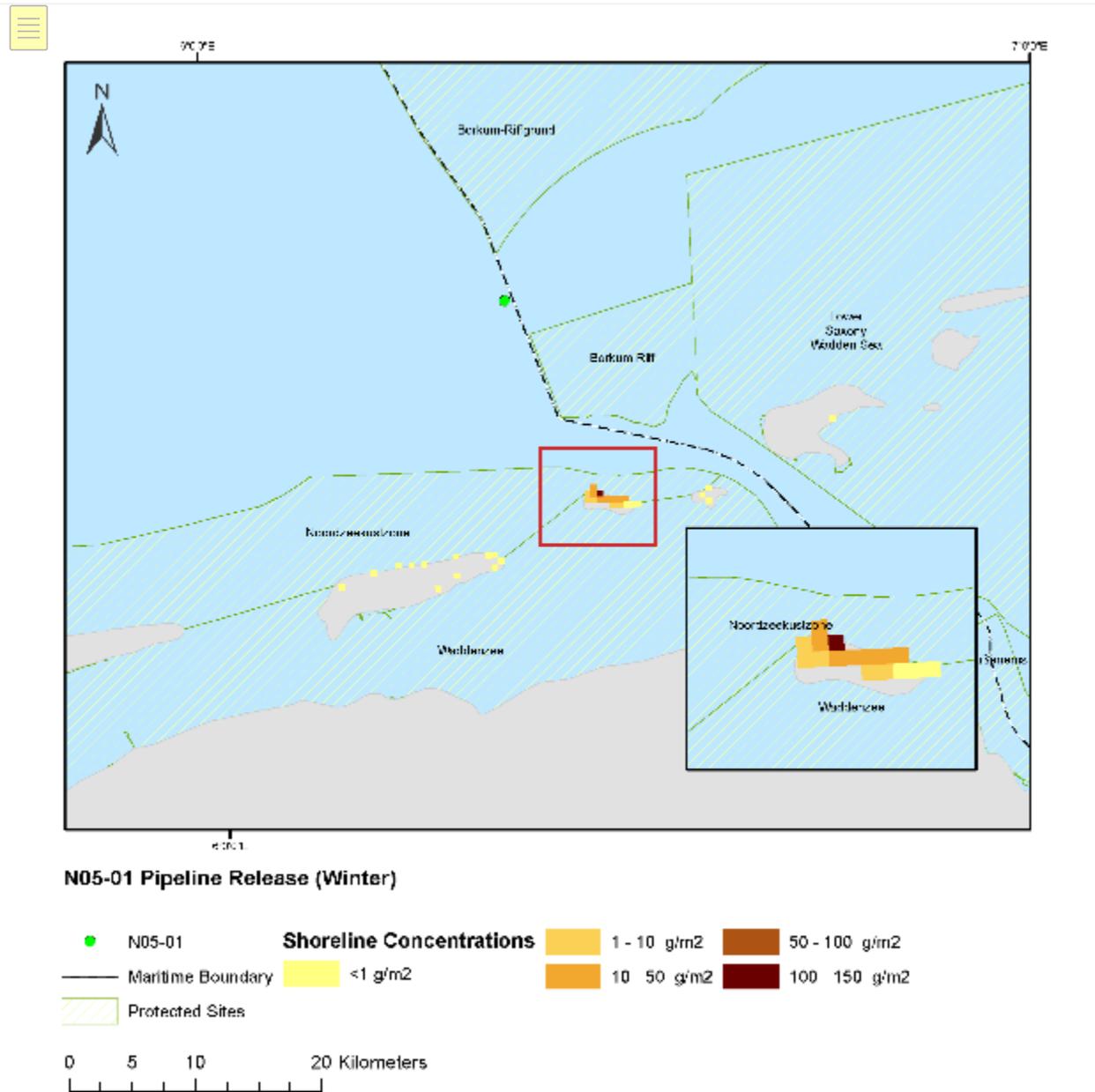


Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf Zusammenfassung

- Die folgenden Bilderserien zeigen die Sedimentkonzentrationen in verschiedenen Zeitfenstern während der 10-tägigen Freisetzung.

4.2.9. D01 – Küstenverölung

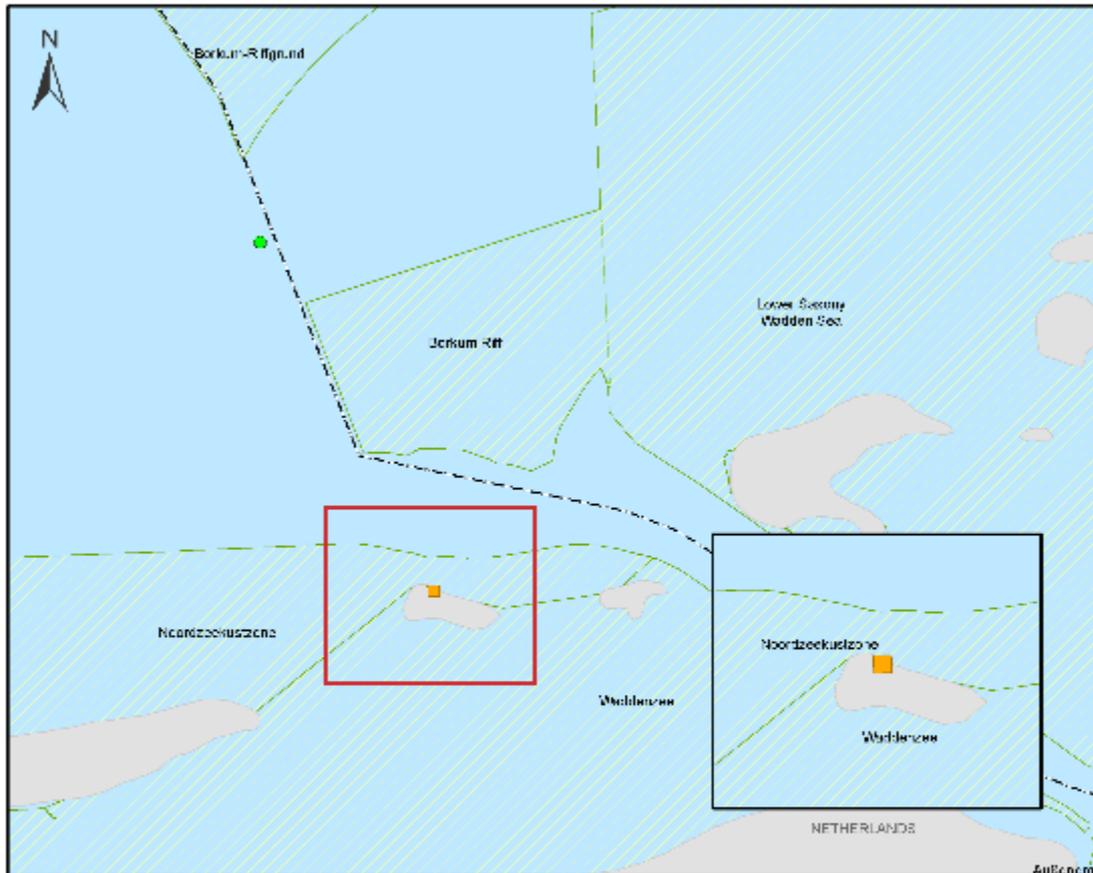
D01 – Konzentrationen der Küstenverölung nach 10 Tagen



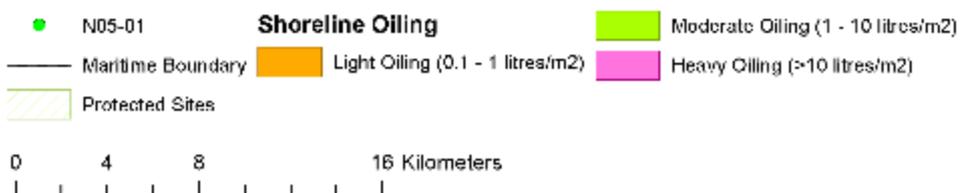
Zusammenfassung der Konzentrationen an der Küstenlinie

- Das Bild veranschaulicht die Konzentrationen an der Küstenlinie an Tag 10. Die höchste Konzentration wird für die niederländische Küste mit einer maximalen Konzentration von 135 g/m² vorhergesagt.
- Die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie werden mit maximal 0,01 g/m² angegeben.

D01 – Küstenverölung nach 10 Tagen



N05-01 Pipeline Release (Winter)



Es wird gezeigt, dass ein kleines Gebiet entlang der niederländischen Küste von „leichter“ Verölung betroffen ist

4.2.10. D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

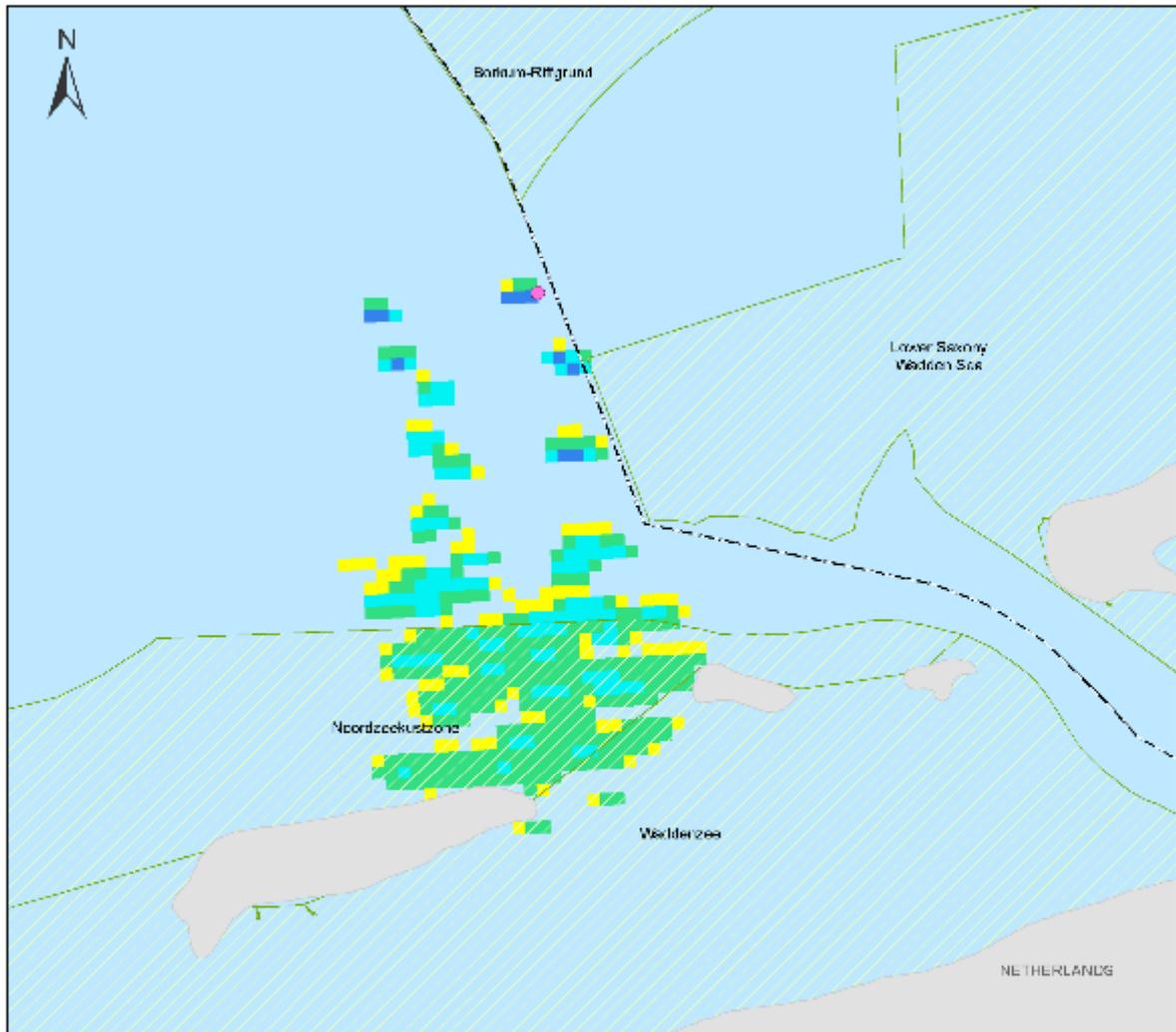
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 10 Tagen
Borkum Riff	6.4 (Tag 1)	0.002
Küstengebiet der Nordsee	2.7 (Tag 2)	0.01
Wattenmeergebiet	0,06 (Tag 3)	0.001
Niedersächsisches Wattenmeer	0,001 (Tag 9)	0

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

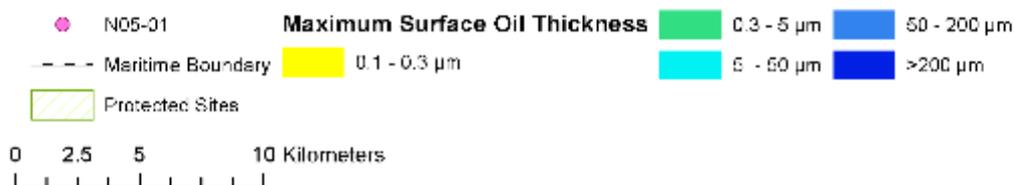
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Kondensats (t) – während der Simulation	Masse des Kondensats an der Küstenlinie (t) – nach 10 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	3,3 (Tag 4)	1,8
Wattenmeergebiet	0,08 (Tag 3)	0,04
Niedersächsisches Wattenmeer	0,007 (Tag 10)	0,007

4.3. D02 – DETERMINISTISCHE AUSGABE

4.3.1. D02 – Oberfläche des betroffenen Gebietes



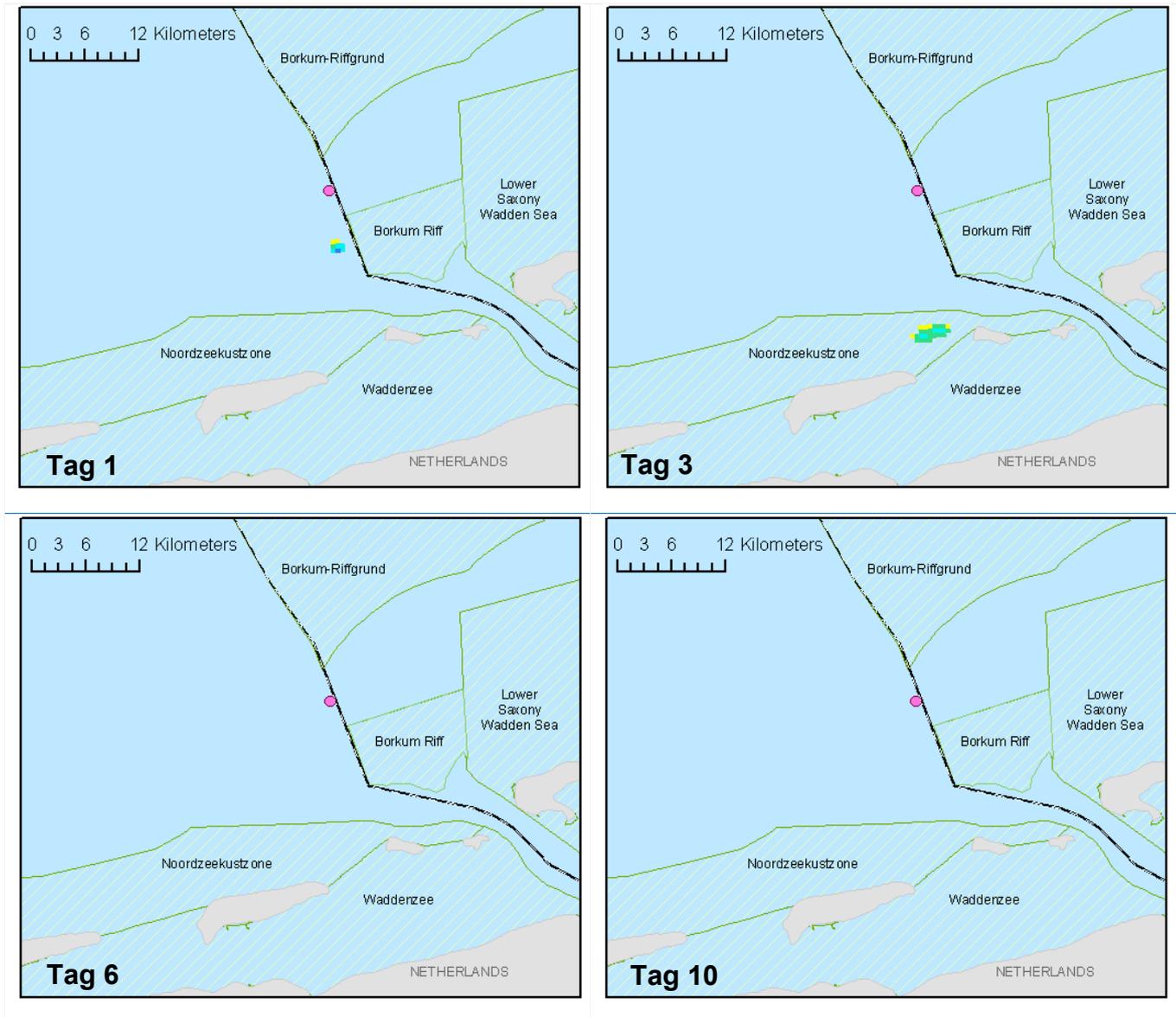
N05-01 Pipeline Release (Summer)



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die Größe der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern es veranschaulicht, wo das dickste Kondensat über das 10-Tage-Szenario hinweg wahrscheinlich vorhanden sein wird.
- Kleine vereinzelte Gebiete von Kondensat mit einer Dicke von 50–120 µm (Diskontinuierliche echte Farbe) werden etwa 6 km von der Stelle der Freisetzung entfernt angezeigt.

4.3.2. D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung der Oberflächenverölung im Zeitverlauf

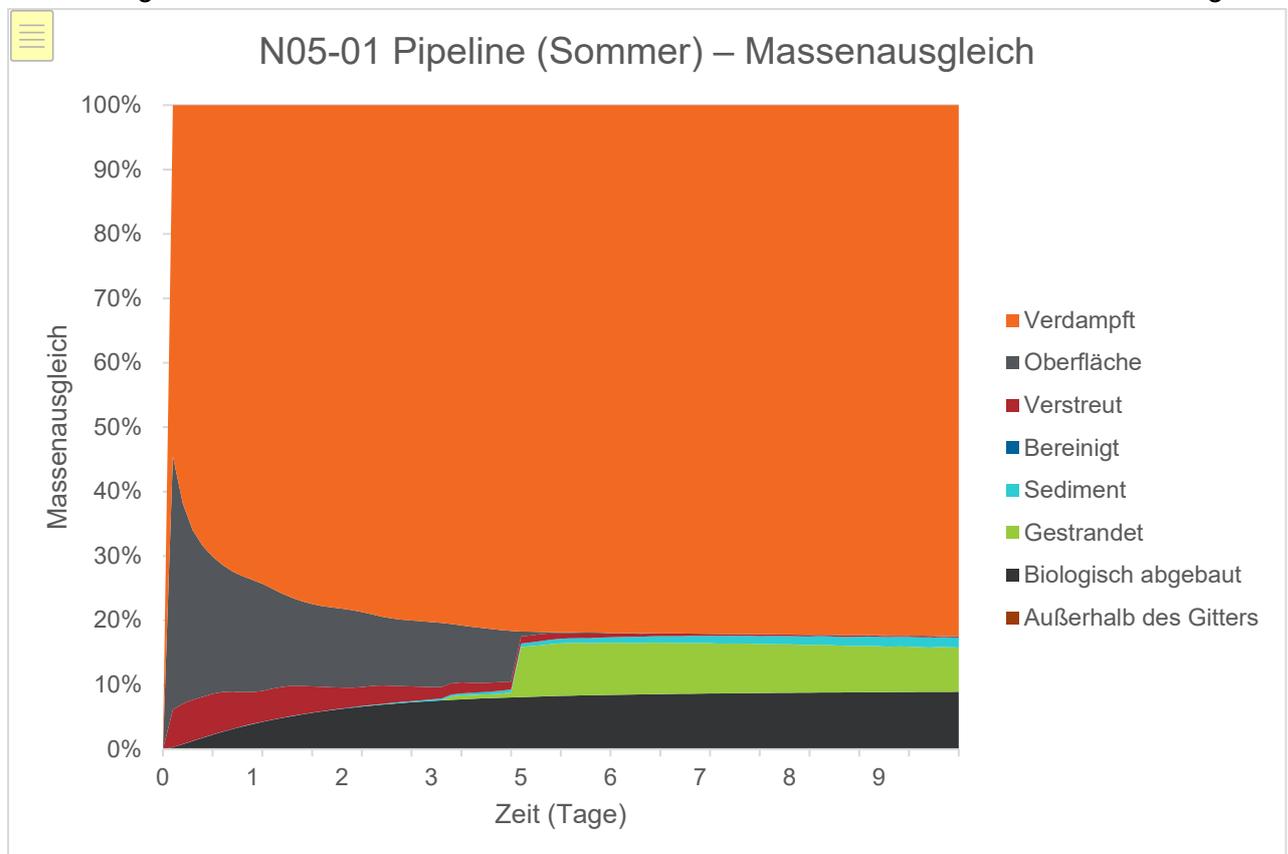
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete mit Kondensat, mit einer maximalen Dicke von 52 µm (Diskontinuierlich echte Farbe).
- Am Tag 10, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, zeigt sich, dass die Oberflächenverölung unter 0,1 µm liegt und ist mit dem menschlichen Auge wahrscheinlich nicht mehr zu erkennen.

4.3.3. D02 – Verbleib des Kondensats nach 10 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,07	0,1
Atmosphäre	104,4	82,4
Wassersäule	0,19	0,2
Sedimente	1,97	1,6
An Land	8,7	6,9
Biologisch abgebaut	11,3	8,9
Außerhalb der Rasterfläche	0	0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	4,25 km	
Maximales Kondensat an Land (t)	10.36 (Tag 5)	

4.3.4. D02 – Massenausgleich

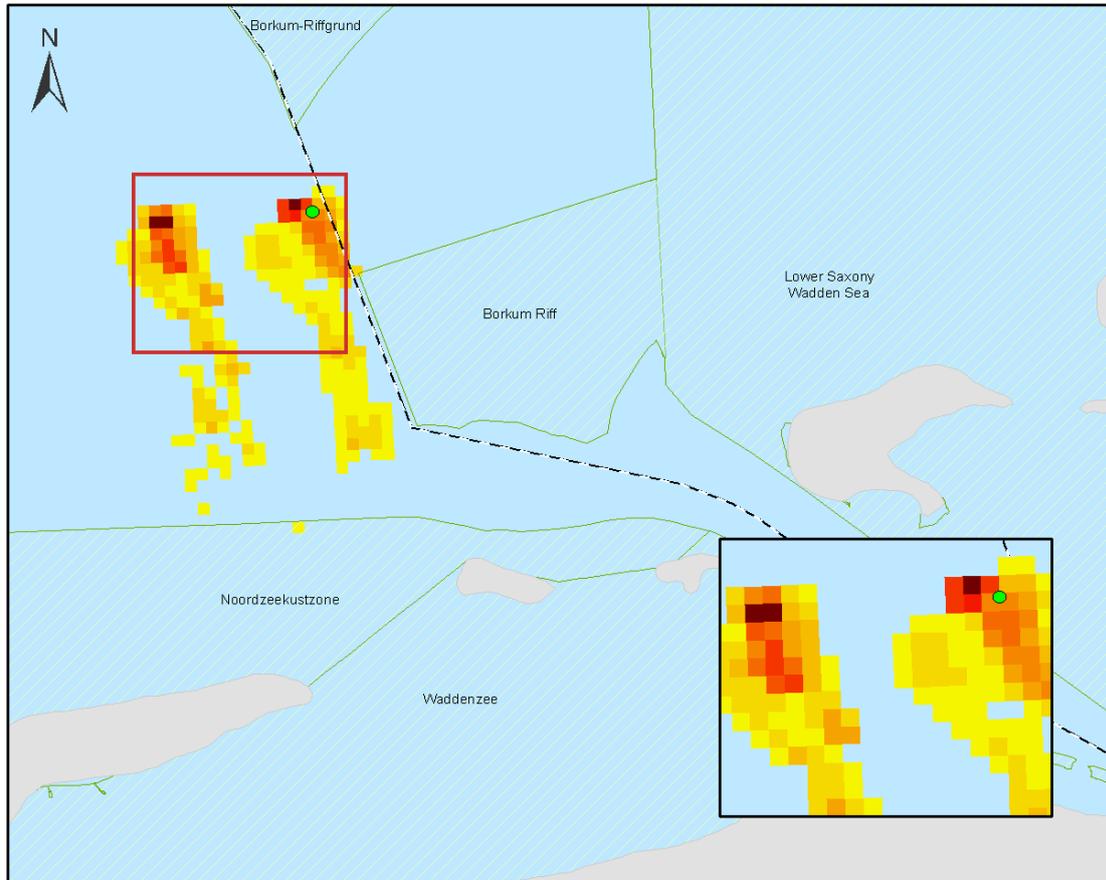
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Kondensatfreisetzung



Bis zum 10. Tag bleiben 0,1 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 82,4 % sind verdunstet, 0,2 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 1,6 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 8,9 % wurden biologisch abgebaut, 1,6 % sind gestrandet (beached).

4.3.5. D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

D02 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 10 Tage



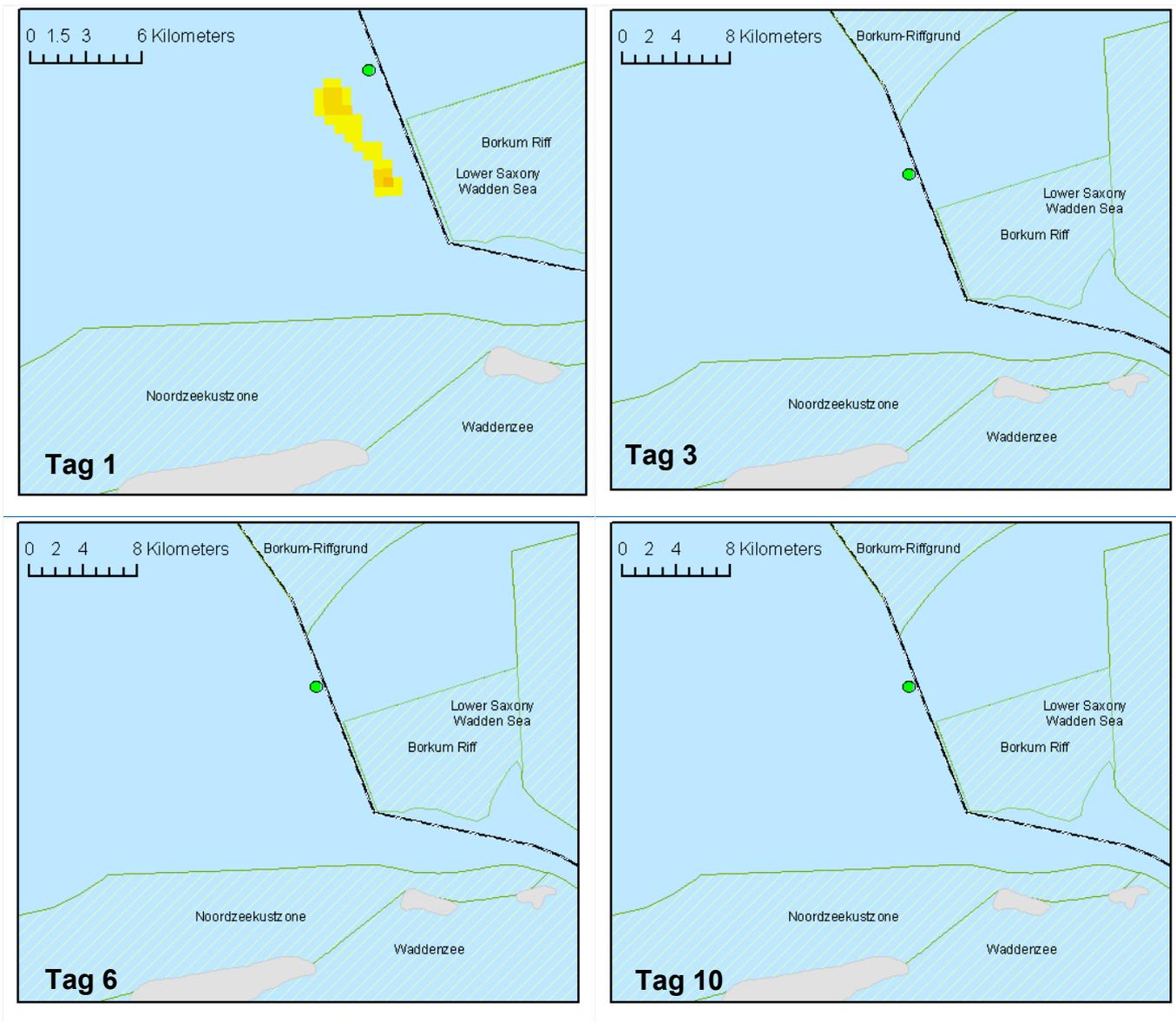
N05-01 Pipeline Release (Summer)



Zusammenfassung der gesamten Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 10-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Gesamtkonzentration wird mit 2.865 ppb vorhergesagt. Konzentrationen von 50–200 ppb erstrecken sich etwa 10 km von der Stelle der Freisetzung.
- In den Küstengebieten werden Konzentrationen unter 50 ppb angezeigt.

4.3.6. D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

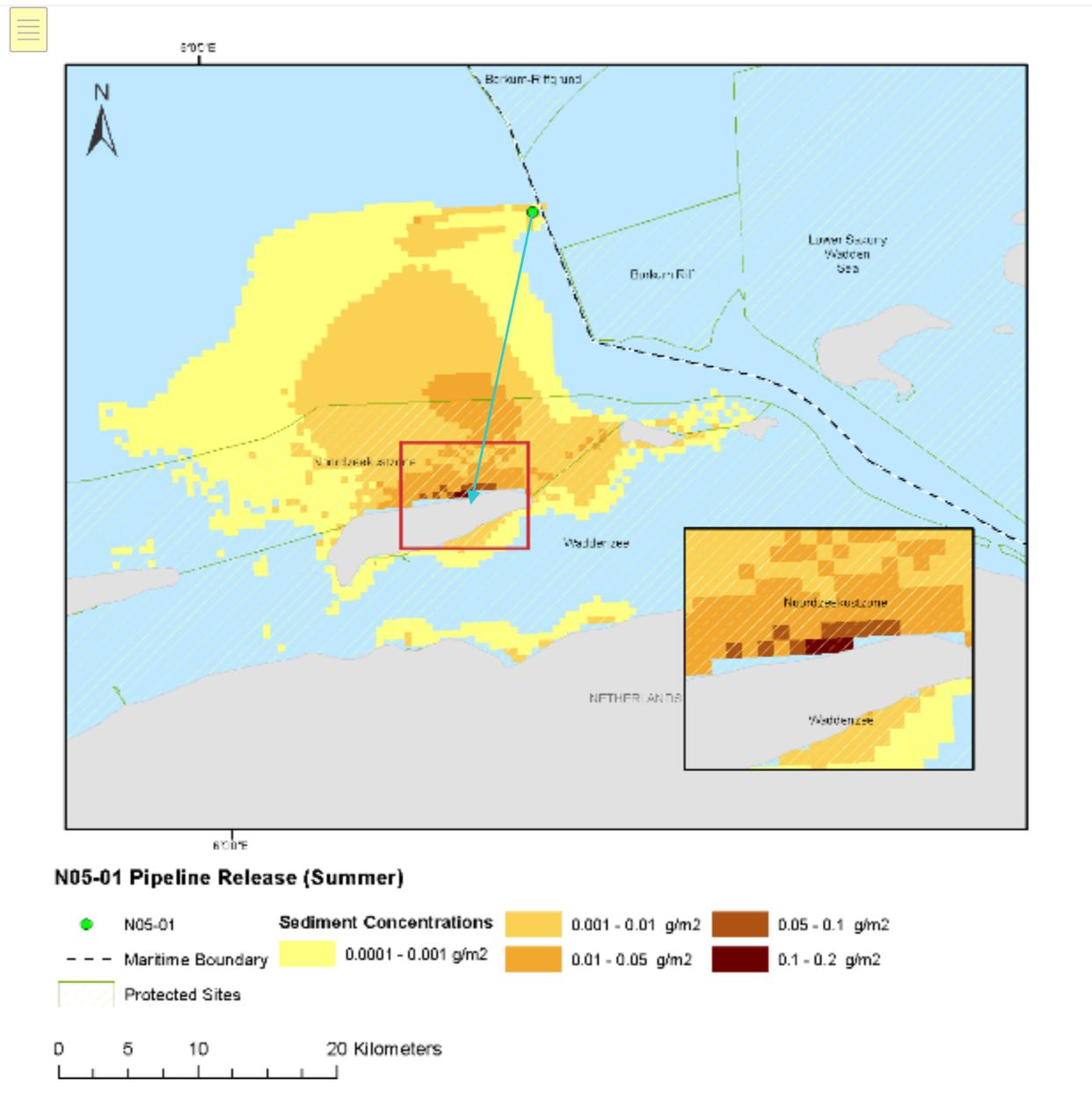


Zusammenfassung der Konzentrationen in der Wassersäule im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 2.826 ppb angegeben (Tag 1)
- Am 3. Tag liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 50 ppb.

4.3.7. D02 – Sedimentkonzentrationen

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen

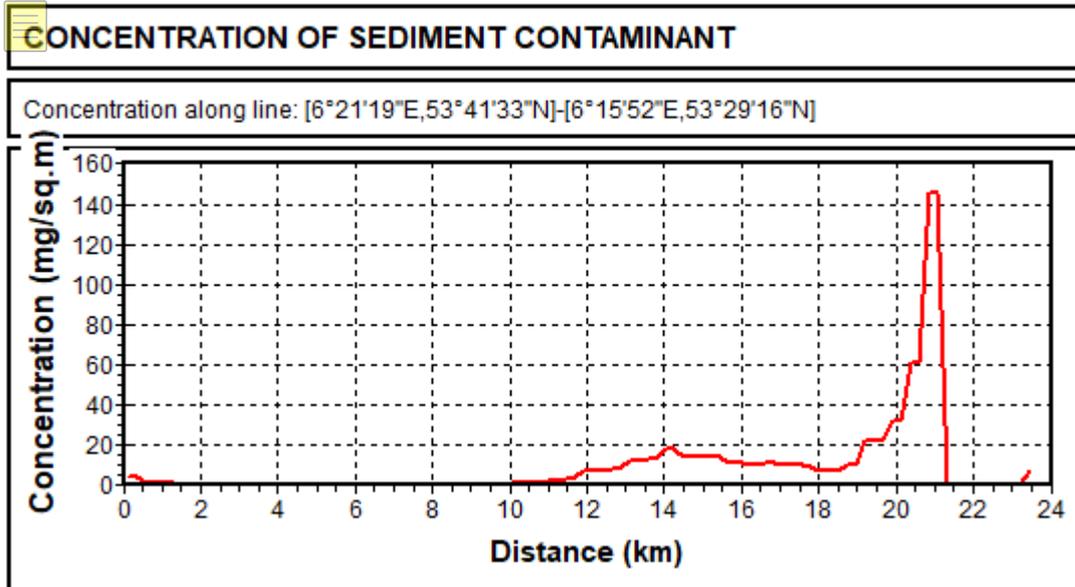


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

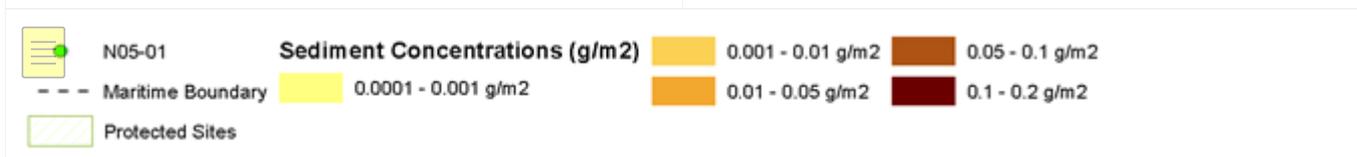
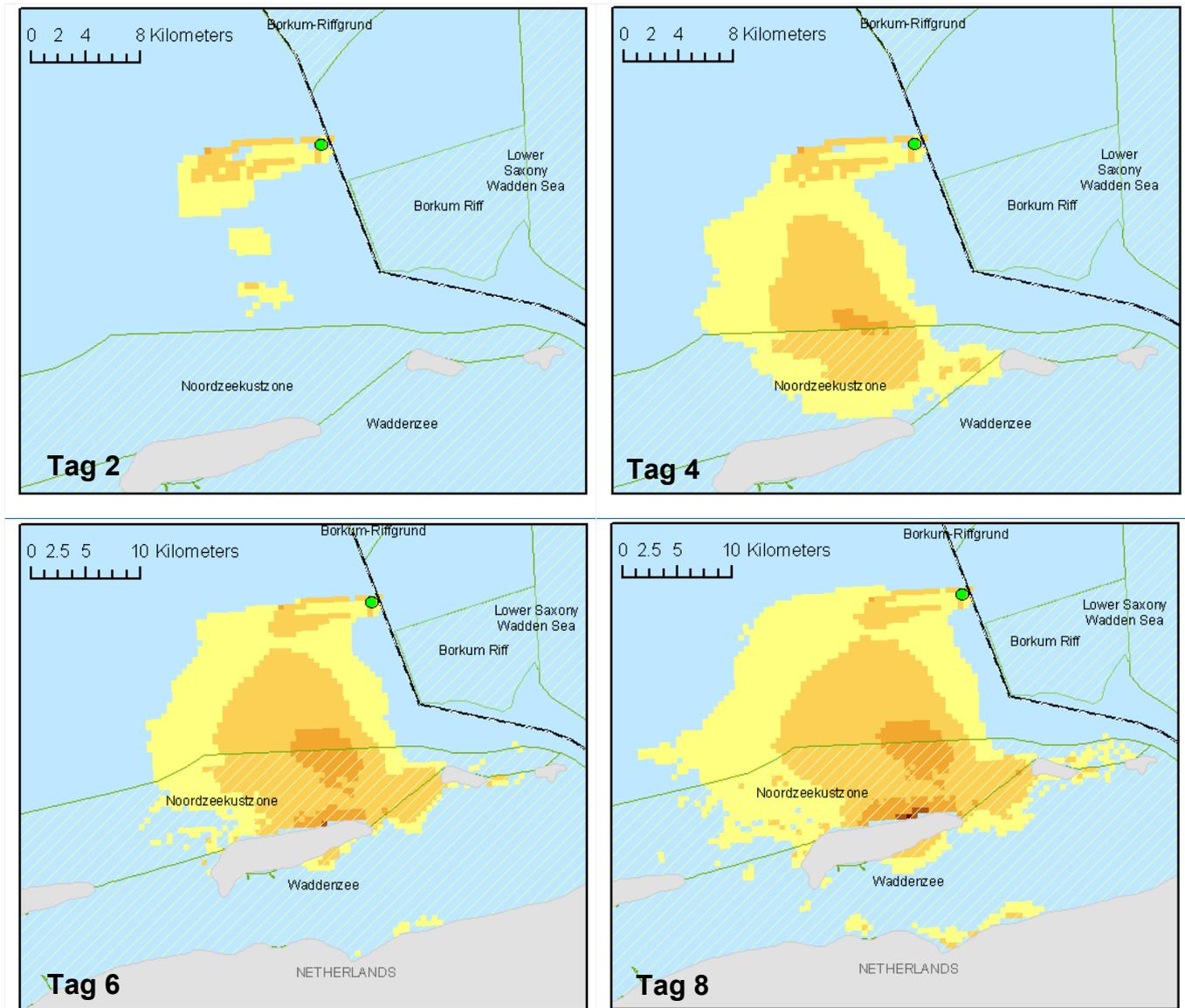
- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 10.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,145 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximalen Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit 0,145 g/m² vorhergesagt.
- Es wird gezeigt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie von 0,01 g/m² nicht überschreiten.

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 10 Tagen

Sedimentkonzentrationen



4.3.8. D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

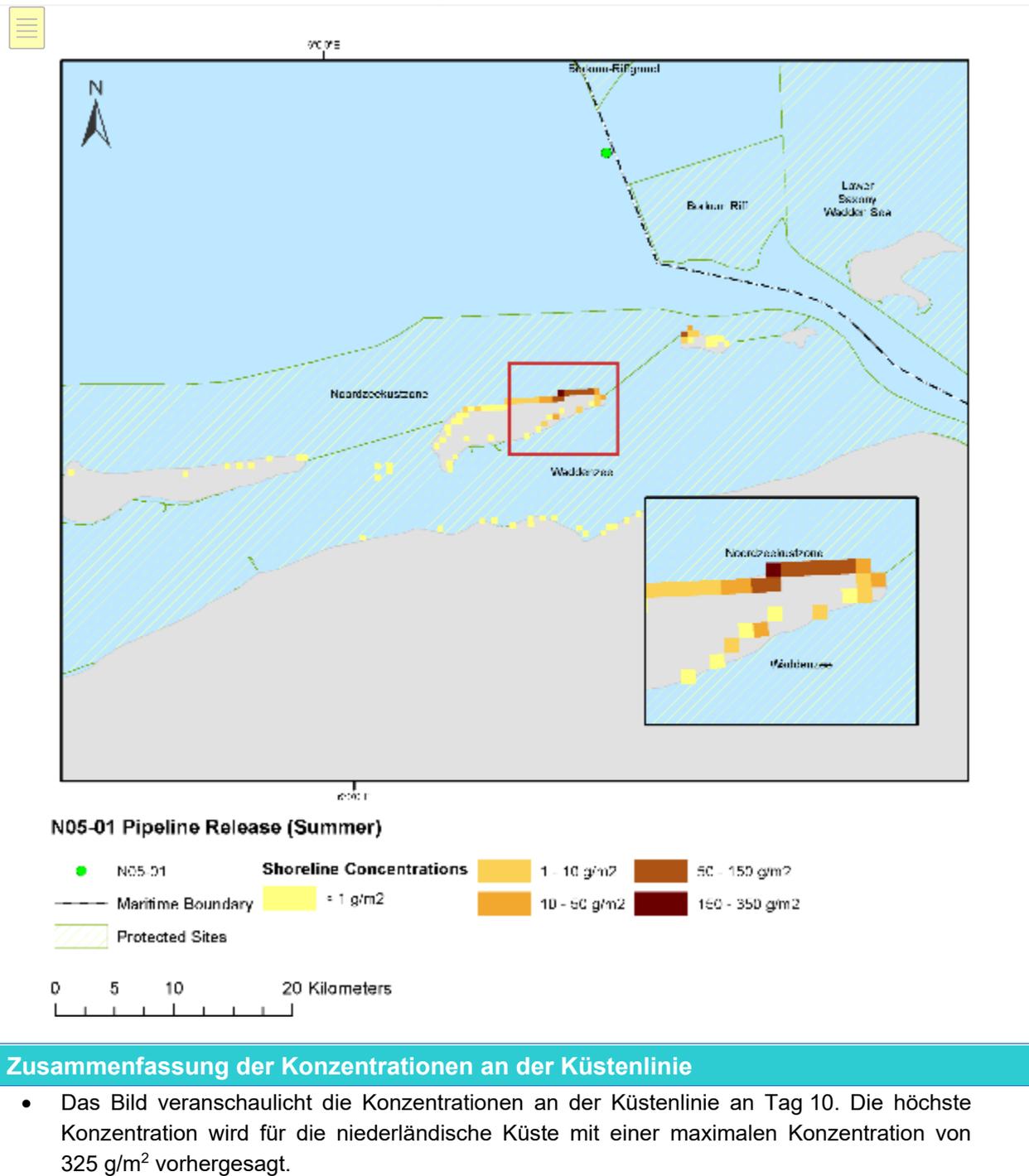


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

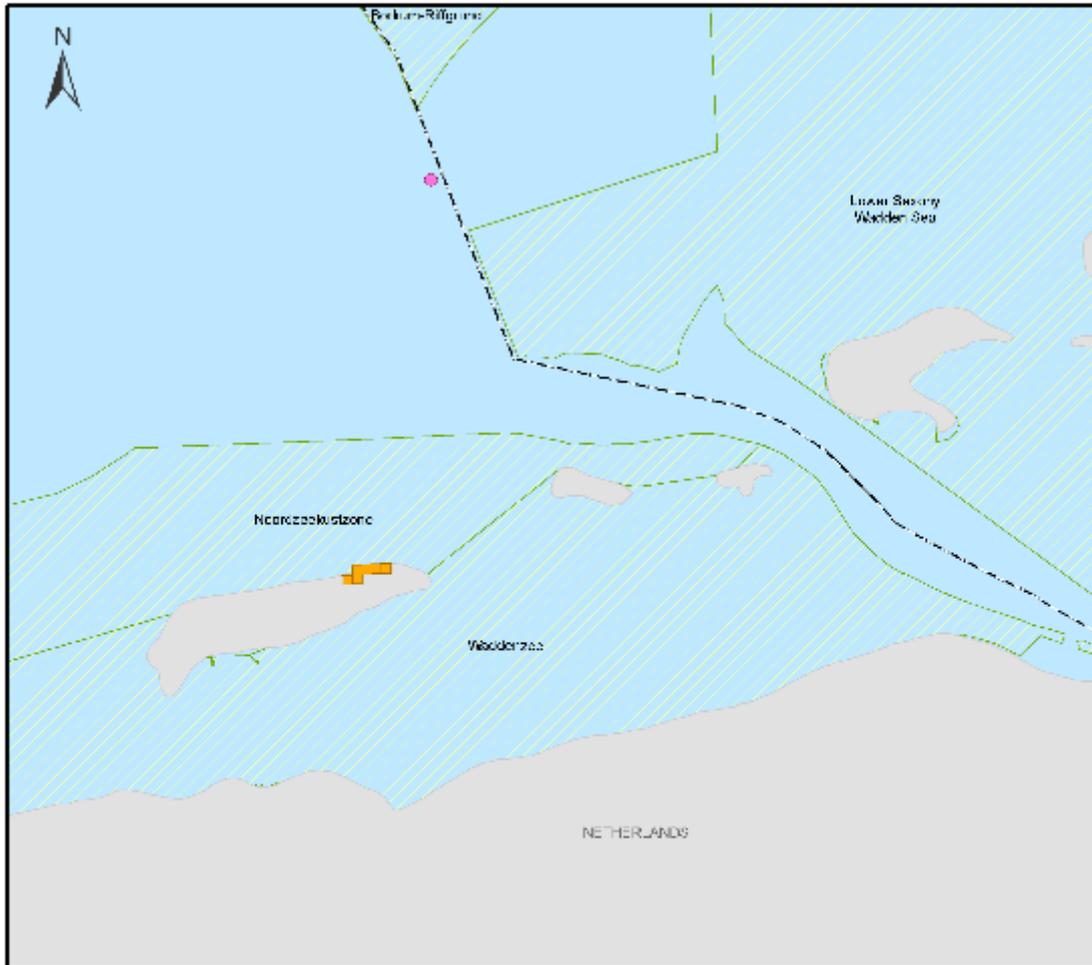
- Die folgenden Bilderserien veranschaulichen die Sedimentkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 10-tägigen Freisetzung.

4.3.9. D02- Küstenverölung

D02 – Konzentration der Küstenverölung nach 10 Tagen

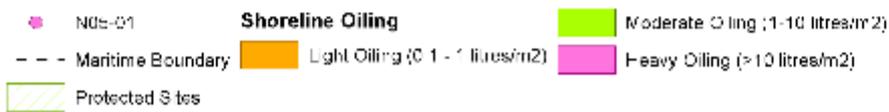


D01 – Küstenverölung nach 10 Tagen



SCOPE

N05-01 Pipeline Release (Summer)



Es wird gezeigt, dass ein kleines Gebiet entlang der niederländischen Küste von „leichter“ Verölung betroffen ist.

4.3.10. D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 10 Tagen
Borkum Riff	0,02 (Tag 1)	0,03
Küstengebiet der Nordsee	13,7 (Tag 3)	0,01
Wattenmeergebiet	0,2 (Tag 4)	0

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Kondensats (t) – während der Simulation	Masse des Kondensats an der Küstenlinie (t) – nach 10 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	12,9 (Tag 3)	8,7
Wattenmeergebiet	9,6 (Tag 5)	8,2

5.0 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Das effektivste Mittel zur Identifizierung der Risiken ist die gleichzeitige Betrachtung der Ausgaben von OSCAR. Dazu gehören:

- Die Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen
- Das Ausmaß der Auswirkungen

Die Ergebnisse des Szenarios zeigen:

Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen

- Die höchste Wahrscheinlichkeit einer Oberflächenverölung $\geq 0,1 \mu\text{m}$ beträgt 23 % (siehe S02 Abschnitt 4.1.2).
- Die maximale Emulsionsdicke der Oberflächenverölung im Zeitdurchschnitt wird mit bis zu $254 \mu\text{m}$ angezeigt – dies entspricht dem Erscheinungsbild von „Echte Farbe“ (siehe S01 Abschnitt 4.1.5). Die Dicke liegt überwiegend zwischen $0,3 \mu\text{m}$ und $5 \mu\text{m}$ (Regenbogen).
- Die maximale Dauer der Exposition der Oberfläche an Kondensat wird mit 4,7 Tagen angegeben (siehe S02 Abschnitt 4.1.4).
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 12 % vorhergesagt. (siehe D02 Abschnitt 4.1.8).
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 26 % vorhergesagt (siehe D02 Abschnitt 4.1.8).

Konzentrationen in der Wassersäule

- Die höchste Gesamtwassersäulenkonzentration wird mit 3.530 ppb vorhergesagt. Die Wassersäulenkonzentrationen fallen bis Tag 3 unter 50 ppb. (siehe D01 Abschnitt 4.2.5).
- Küstengebiete weisen Konzentrationen von weniger als 50 ppb auf. (siehe D01 / D02 Abschnitte 4.2.5 / 4.3.5).

Sedimentkonzentrationen

- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration $0,145 \text{ g/m}^2$ nicht überschreitet. (siehe D02 Abschnitt 4.3.7).
- Die größten Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit $0,145 \text{ g/m}^2$ vorhergesagt. (siehe D02 Abschnitt 4.3.7).
- Es wird angegeben, dass die größte Konzentration entlang der deutschen Küste $0,01 \text{ g/m}^2$ nicht überschreitet. (siehe D02 Abschnitt 4.3.7).

Auswirkungen auf die Küstenlinie

- Die maximale Masse des Kondensats, das die Küstengebiete erreicht, wird mit 10,36 t angegeben (siehe D02 – Abschnitt 4.3.3).
- Ein kleines Gebiet entlang der niederländischen Küste ist durch „leichte“ Verölung $0,325 \text{ l/m}^2$ betroffen (siehe D02 Abschnitt 4.3.9).
- Die größte Masse an Kondensat, mit der ein küstennahes ökologisch sensibles Gebiet betroffen wird, beträgt, 13,6 t (siehe D02 Abschnitt 4.3.10).
- Die größte Masse an Kondensat, mit der ein ökologisch sensibles, entlang der Küstengebiete liegendes Gebiet betroffen wird, beträgt 12,9 t (siehe D02 Abschnitt 4.3.10).

6.0 QUELLEN

Lewis, A. (2013, Januar 2007). *BONN Agreement*. Abgerufen im Juli 2013, von <http://www.bonnagreement.org/eng/doc/Microsoft%20Word%20-%20CURRENT%20STATUS%20report%20final%2019Jan07.pdf>

O'Hara, P., und Morandin, L. (2010). *Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds. (Auswirkungen der mit der Offshore-Öl- und Gaserschließung verbundenen Ablagerungen auf der Mikrostruktur der Federn von pelagischen Seevögeln).*

Reed, M. A. (1996). *Calibration and testing of IKU's oil spill contingency and response (OSCAR) model system. (Kalibrierung und Test des IKU-Ölkatastrophenschutzmodells (OSCAR – Oil Spill Contingency and Response.)*

Reed, M. F. (1995). A three dimensional oil and chemical spill model for environmental impact assessment. (Ein dreidimensionales Modell für Öl- und Chemiekatastrophen zur Bewertung von Umweltauswirkungen).

**ONE-Dyas B.V.
N05-01 Blowout bei
Oberflächenbohrung
(offenes Bohrloch)
OSCAR-Modellierungsbericht**

Versionsverwaltung

Revision	Datum	Beschreibung	Autor	Geprüft von:
01	20.12.19	Entwurf an den Kunden zur Überprüfung		
02	16.07.20	Aktualisierte Eingabedaten zur Umweltbelastung. Aktualisierte Ausgaben der Abschnitte S02 und D02 mit überarbeiteten Temperaturen der Meeresoberfläche		

Dieser Text wurde aus dem Englischen übersetzt. Soweit es Widersprüche zum Originaltext gibt, ist der Originaltext führend.

INHALTSVERZEICHNIS

1.0	MODELLIERUNG	6
1.1.	OSCAR.....	6
2.0	MODELL- EINGABEDATEN	8
2.1.	Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster).....	8
2.2.	Umweltdaten	9
2.3.	Modellierte Parameter	9
2.4.	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“	10
2.4.1.	Angewandte Schwellenwerte.....	10
2.5.	Küstenverölung	11
2.6.	Ölprofil	11
2.7.	Aktivitäten zur Bekämpfung	Error! Bookmark not defined.
2.8.	Modellierte Szenarien.....	13
2.8.1.	Stochastische Szenarien	13
2.8.2.	Deterministisches Szenario	13
3.0	OSCAR-SIMULATIONEN	14
3.1.	Stochastische Simulation	14
3.2.	Deterministische Simulation	14
4.0	FREISETZUNGS-AUSGABEN	15
4.1.	STOCHASTISCHE AUSGABEN	15
4.1.1.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	15
4.1.2.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	16
4.1.3.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer.....	17
4.1.4.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer.....	18
4.1.5.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	20
4.1.6.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	21
4.1.7.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung	22
4.1.8.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung	23
4.2.	D01 – DETERMINISTISCHE AUSGABE	24
4.2.1.	D01 – Oberfläche des betroffenen Gebietes	24
4.2.2.	D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	26
4.2.3.	D01 – Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen	27
4.2.4.	D01 – Massenausgleich.....	27
4.2.5.	D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	29
4.2.6.	D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf.....	30
4.2.7.	D01 – Sedimentkonzentrationen.....	31
4.2.8.	D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf.....	33
4.2.9.	D01 – Küstenverölung	34
4.2.10.	D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	35
4.3.	D02 – DETERMINISTISCHE AUSGABE	36
4.3.1.	D02 – Oberfläche des betroffenen Gebietes	36
4.3.2.	D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	37

4.3.3.	D02 – Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen	38
4.3.4.	D02 – Massenausgleich.....	38
4.3.5.	D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	39
4.3.6.	D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf	40
4.3.7.	D02 – Sedimentkonzentrationen.....	41
4.3.8.	D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf	43
4.3.9.	D02 – Küstenverölung	44
4.3.10.	D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	45
5.0	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	46
6.0	QUELLEN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

Abkürzungen

API	American Petroleum Institute
BAOAC	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code“
IBCAO	Internationale Bathymetrische Karte des Arktischen Ozeans
t	Metrische Tonne (Tonne)
Öl	Erdöl in jeder Form, einschließlich Rohöl, Kondensat, Heizöl, Schlammöl, Ölabfälle sowie raffinierte Produkte - wie Diesel
OSCAR	Ölkatastrophenschutz und -bekämpfung
ppb	Teile pro Milliarde
µm	Mikrometer

1.0 MODELLIERUNG

Das SINTEF Oil Spill Contingency and Response (OSCAR)-Modellierungspaket wurde verwendet, um die potenziellen Auswirkungen einer Freisetzung von Kondensat aus dem Bohrloch N05-01 zu untersuchen. Es wurden mehrere Szenarien modelliert, um die Quantifizierung des Risikos für die lokale Meeres- und Küstenumwelt zu unterstützen.

Die Ziele der Modellierung waren wie folgt zu verstehen:

Stochastische Modellierung

- Oberflächenverölung
 - Wahrscheinlichkeit der Oberflächenverölung (mit einem angewandten Schwellenwert von $\geq 0,1 \mu\text{m}$)
- Kontaminierung der Küstenlinie
 - Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen auf die Küstenlinie (kein Schwellenwert angewendet)

Deterministische Modellierung

- Der Verbleib des Kondensats (die Menge, die dispergiert, verdunstet und gestrandet ist) und die möglichen Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete.

1.1. OSCAR

Das OSCAR-Modellierungspaket von SINTEF, das einer umfassenden wissenschaftlichen Forschung und Validierung unterzogen wurde (Reed M. F., 1995), (Reed M. A., 1996) wurde ausgewählt, um die Simulation durchzuführen.

Das von SINTEF entwickelte Modellierungspaket OSCAR ist ein dreidimensionales Ölleckagemodell, das eine Reihe von Möglichkeiten der Verölung an der Wasseroberfläche, im Untergrund und an der Küste über einen festgelegten Zeitraum berechnet und aufzeichnet. OSCAR ist ein vollständig validiertes und kalibriertes Modell, das eine Vielzahl von Feldbeobachtungen einer Reihe von experimentellen Ölleckagen verwendet.

Das Modell berücksichtigt die Verwitterung sowie die physikalischen, biologischen und chemischen Prozesse, die das Öl im Meer beeinflussen. OSCAR berücksichtigt die folgenden Oberflächenprozesse: Ausbreitung und Advektion an der Oberfläche, Mitreißen in der Wassersäule, Emulgierung (Mousse-Bildung) und Verflüchtigung (Auflösung). Partikel, die in der Wassersäule mitgerissen werden, werden mit horizontaler und vertikaler Advektion und Dispersion modelliert.

Das Spektrum von OSCAR an Vorhersagen umfasst:

- Wahrscheinlichkeit der Kontamination – Oberfläche, Sediment, Küstenlinie und Wassersäule
- Zeitpunkt des Eintreffens – Öl an der Oberfläche, in der Wassersäule und Küstenstrandung
- maximal wahrscheinliche Konzentrationen – in der Wassersäule und auf der Wasseroberfläche
- emulgierte Masse – von Öl, das die Küste und die Oberfläche erreicht
- Expositionszeit – von Oberflächenöl, Wassersäule und Konzentrationsschwellen

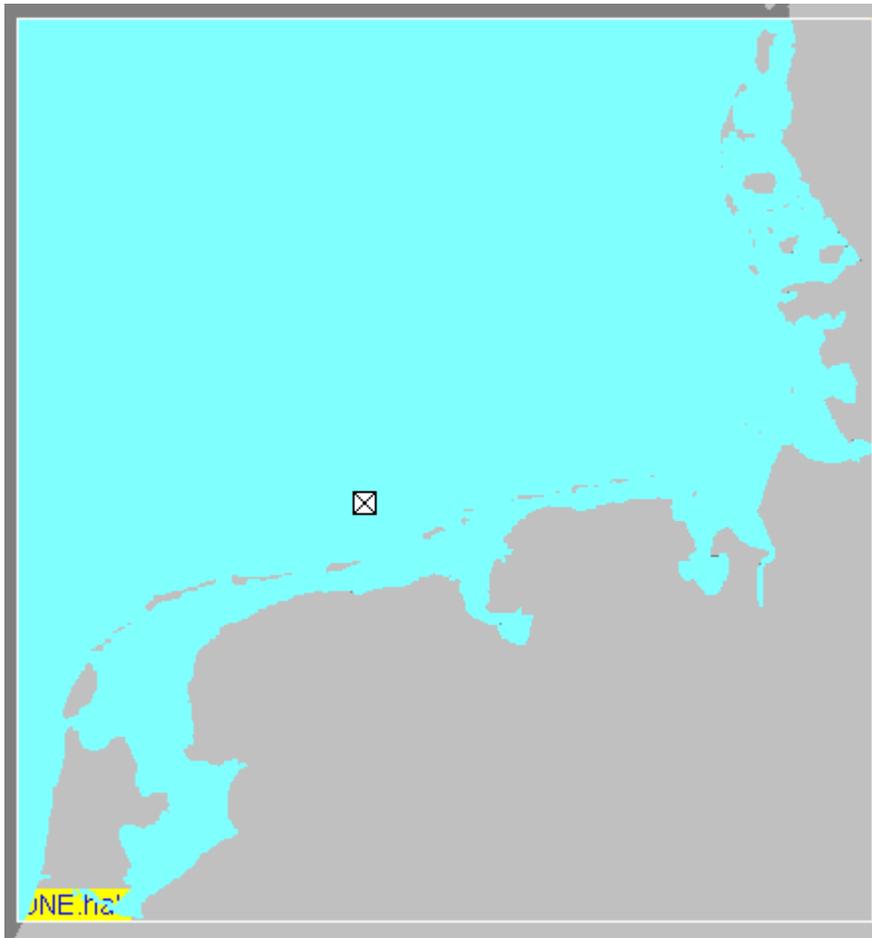
- Verbleibsprozesse – einschließlich Verdunstung, Dispersion, Auflösung, Sedimentation, Strandung und Zerfall.

2.0 MODELL-EINGABEDATEN

In diesem Abschnitt werden die für die OSCAR-Simulationen verwendeten Eingabedaten zusammengefasst.

2.1. Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster)

Ein 500 km x 500 km (250.000 km²) großes Habitat-Raster wurde als geeignete Auflösung angesehen, um die potenzielle Oberflächenverölung, die Konzentration in der Wassersäule und die Auswirkungen auf die Küstenlinie zu ermitteln. Jede Rasterzelle deckt eine Fläche von ca. 500 m x 500 m (0,25 km²) ab.



Die Art der Küstenlinie hat einen Einfluss auf die Menge des Kohlenwasserstoffs, der stranden und wieder mobilisiert werden kann – hier wurde ein Sandstrand gewählt. Diese Art der Küstenlinie ist ein angemessener Näherungswert, um die gestrandeten Mengen zu bestimmen.

2.2. Umweltdaten

Hydrodynamische Daten	Es wurden repräsentative Strömungsdaten von 2011 bis 2014 verwendet, die aus Vorhersagen des Met Office Atlantic Margin-Modells stammen. Die Oberflächenströmungen sind stündlich.	
Wind	Die im Modell verwendeten repräsentativen Winddaten wurden dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen (2008–2014) entnommen und in 3-stündigen Intervallen bereitgestellt.	
Lufttemperatur	Die Lufttemperatur wird vom Verdunstungsmodell in OSCAR nicht verwendet	
Meerestemperatur ¹	Winter	Sommer
Tiefe 0 m	5,3°C	17,6°C
10 m	5,3°C	16,6 °C
20 m	5,3°C	15,6 °C
Sauerstoff ²	6,9 mg/l obere Wassersäule und 6,7 mg/l untere Wassersäule	5,4 mg/l obere Wassersäule 5,10 mg/l untere Wassersäule
Salzgehalt	34 ppt	34 ppt

2.3. Modellierete Parameter

N05-01 Brunnen	
Freigabeort	Oberfläche
Breitengrad / Längengrad	53° 41' 29.74" N / 06° 21' 18.50" E
Betrag freigeben	12 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 7,9 m ³ pro Tag bis Tag 90
Dauer der Simulation	100 Tage ³

¹ NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der Temperatur im 1°-Raster

² NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der scheinbaren Sauerstoffausnutzung im 1°-Raster

³ Zu der Dauer der Freisetzung von 90 Tagen wurden weitere 10 Tage hinzugefügt, um nach Beendigung der Freisetzung eine zusätzliche Verfolgung des Oberflächenöls zu ermöglichen.

2.4. Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC) besagt, dass Ölschichten unter 0,04 µm Dicke unter den meisten Betrachtungsbedingungen für das menschliche Auge nicht leicht wahrnehmbar sind und bis zu einer Dicke von 0,3 µm silbrig/grau erscheinen (Lewis, 2013).

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)				
Code	Beschreibung – Erscheinungsbild	Schichtdicke		Liter pro km ²
		µm	mm	
1	Glanz (silbrig /grau)	0,04–0,30	4.–005–0,0003	40–300
2	Regenbogen	0,3–5,0	0,0003–0,005	300–5.000
3	Metallisch	5,0–50	0,005–0,05	5.000–50.000
4	Diskontinuierlich echte Ölfarbe	50–200	0,05–0,2	50.000–200.000
5	Kontinuierlich echte Ölfarbe	≥ 200	≥ 0,2	≥ 200.000

2.4.1. Angewandte Schwellenwerte

- Auf der Grundlage der Ergebnisse des Berichts „Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds“ (O'Hara & Morandin, 2010) und für die Zwecke dieses Studienberichts wurde eine Schwelle der Oberflächendicke von 0,1 µm (0,0001 mm) für die Oberflächenverölung angesetzt.
- Auf der Grundlage von akzeptablen Öleinleitungen ins Wasser der küstennahen Gewässer innerhalb der 12-nm-Hoheitsgewässergrenzen wurde ein Schwellenwert von 50 ppm für die Konzentration in der Wassersäule angesetzt.
- Für Massenansammlungen an der Küste wurde kein Schwellenwert festgelegt.

2.5. Küstenverölung

Anhand der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ („Erkennung von Öl an Küstenlinien“) aus dem Jahr 2011 wird das Ausmaß der Küstenverölung, die als leichte, mäßige oder starke Verölung beschrieben wird, unten dargestellt. Wo Küstenverölung innerhalb der Modelle erfasst wird, ist eine Übersicht über die Klassifizierung der Verölung an der Küste angegeben.

Klassifizierung des Küstenverölung	Volumen (Liter/m ²)	Ø Ölschichtdicke (mm)	Verölen (g/m ²)
Leichtes Verölen	0,1–1	0,1–1	76
Mäßiges Verölen	1–10	1–10	759
Starkes Verölen	>10	>10	7.590



Bilder mit freundlicher Genehmigung der ITPOF - Technische Informationsschrift Nr. 6 "Erkennung von Öl an Küstenlinien"

2.6. Ölprofil

In der Standard-Öl-Datenbank von OSCAR ist das Kondensat N05-01 nicht enthalten. Aufgrund der Übereinstimmung der Kohlenwasserstoffe mit den bekannten Eigenschaften wurde das Marulk-Kondensat als geeignetes Analogon für die Modelldarstellung ausgewählt.

Ölabgleich zum Vergleich						
Name	ITOPF-Gruppe	SG	Viskosität	Pourpoint (°C)	Wachsgehalt (%)	Asphaltengehalt (%)
N05-01	I	0,763	0,8	0	0	0
Marulk	I	0,759	1	-36	0,01	0,01

2.7. Maßnahmen zur Bekämpfung

Um ein besseres Verständnis für den Verbleib des Öls zu erhalten, wurden in den verschiedenen Simulationen keine Maßnahmen zur Bekämpfung von Ölleckagen berücksichtigt.

2.8. Modellierte Szenarien

2.8.1. Stochastische Szenarien

Modelliert als saisonale Freisetzungen – Winter (Dez–Feb), Sommer (Juni–Aug.)				
Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
S01	N05-01 Bohrloch-Blowout (Winter)	12 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 7,9 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage
S02	N05-01 Bohrloch-Blowout (Sommer)	12 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 7,9 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage

2.8.2. Deterministisches Szenario

Die Ergebnisse der stochastischen Modellausgaben wurden analysiert, um das ungünstigste Strandungsszenario zu ermitteln – dies ist die Simulation mit dem größten Strandungsvolumen.

Szenario		Freigabe-Rate	Dauer der Freigabe	Dauer der Modellierung
D01	N05-01 Bohrloch-Blowout (Winter)	12 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 7,9 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage
<i>Monat der modellierten Freisetzung – Dezember 2012</i>				
D02	N05-01 Bohrloch-Blowout (Sommer)	12 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 7,9 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage
<i>Monat der modellierten Freisetzung – Juni 2013</i>				

3.0 OSCAR-SIMULATIONEN

3.1. Stochastische Simulation

Bei einer stochastischen Simulation wird eine Reihe von Simulationen der Freisetzungstrajektorien wiederholt mit einem Startdatum ausgeführt, das innerhalb des Zeitraums liegt, der von historischen Wind- und/oder hydrodynamischen Daten abgedeckt wird. Die Ergebnisse der Trajektorien werden kombiniert, um die vorhergesagten Wahrscheinlichkeiten von Ölspuren in definierten Zeiträumen darzustellen. Die Durchführung mehrerer Freisetzungssimulationen während einer einzigen Saison sollte eine zuverlässige Vorhersage der Ölspuren sowie der Wahrscheinlichkeiten der Verölung für eine Freisetzung liefern, die während dieser Saison beginnt und sich in die folgenden Saisons erstreckt.

Es wurden mehr als 100 Simulationen über den Freisetzungszeitraum mit einer Reihe von Windzeiten durchgeführt, die an einem zufällig gewählten Datum begann. Bei diesem Ansatz sollte eine ausreichende Anzahl von Simulationen die Schwankungen der Windgeschwindigkeit und -richtung in dem innerhalb der Simulation identifizierten Gebiet adäquat modellieren.

Die Ergebnisse des stochastischen Modells wurden analysiert, um das Datum mit dem höchsten Strandungsvolumen zu ermitteln. Dieses Datum und diese Uhrzeit wurden für das deterministische Modell verwendet.

3.2. Deterministische Simulation

Deterministische oder Trajektorienmodelle werden verwendet, um den Weg eines Ölteppichs im Zeitverlauf vorherzusagen. Das Modell schätzt das Verwitterungsprofil unter den angegebenen hydrodynamischen und meteorologischen Bedingungen, indem es zeitlich und räumlich variierende, numerisch berechnete Meeresströmungen und Winde verwendet.

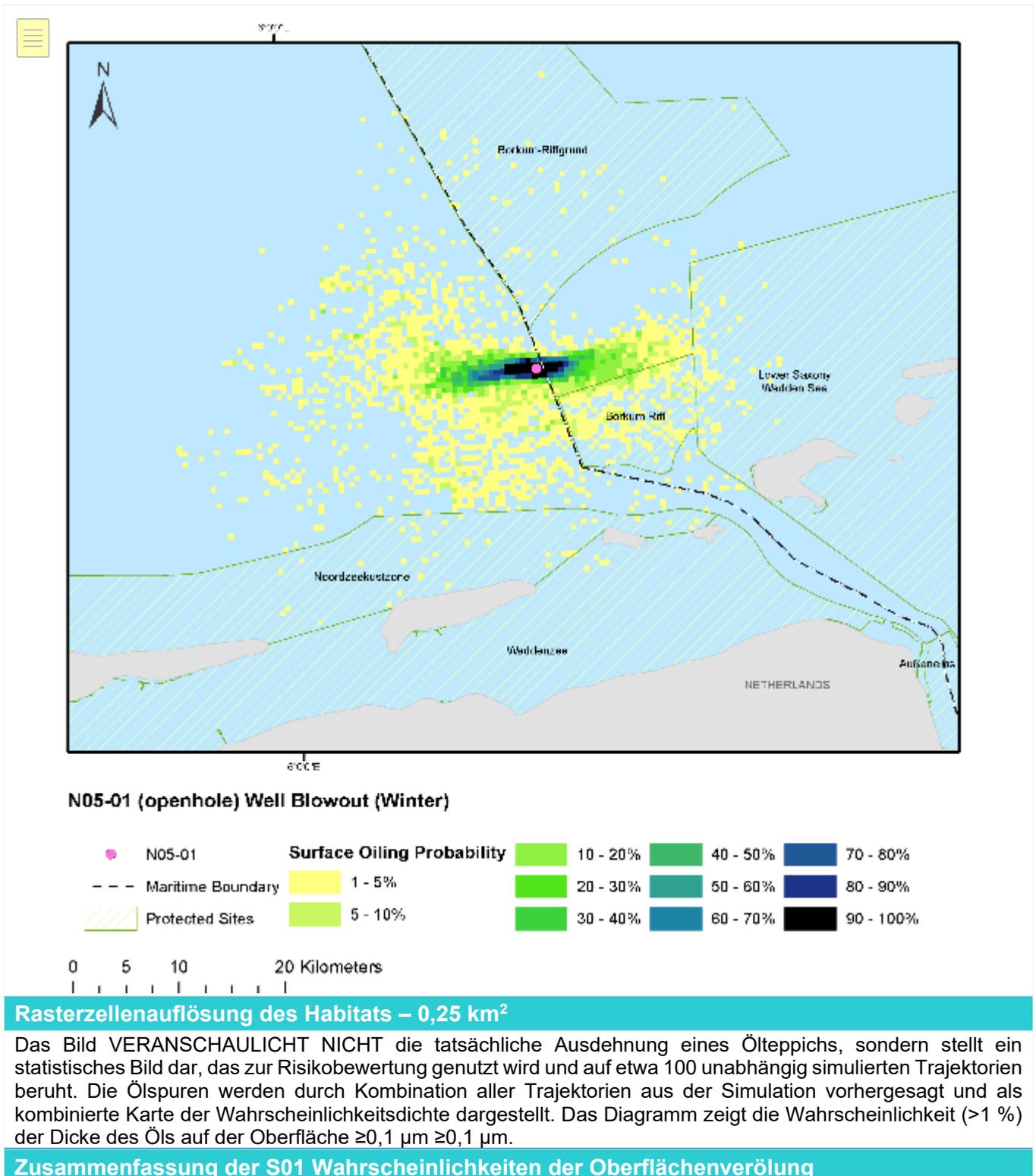
Die Ergebnisse wurden ausgewertet, um Folgendes zu bestimmen:

- die vorhergesagte Bahnkurve des Teppichs
- Schätzungen der Oberfläche des Teppichs
- Änderungen der Kondensateigenschaften im Zeitverlauf
- mögliche Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete und die Länge der betroffenen Küstenlinie
- Sedimentkonzentrationen
- Schätzungen der Gesamtmenge des gestrandeten Kondensats.

4.0 FREISETZUNGS-AUSGABEN

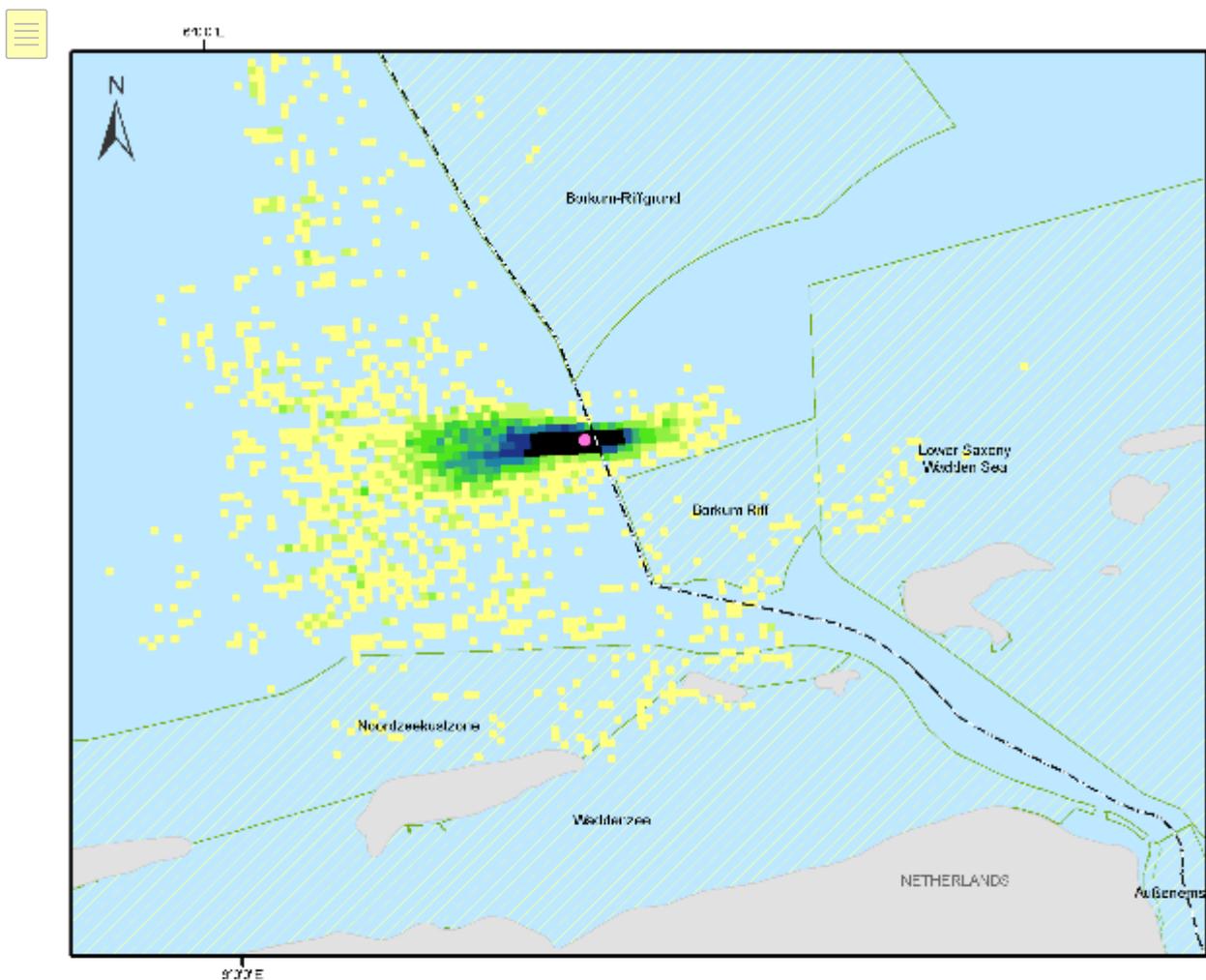
4.1. STOCHASTISCHE AUSGABEN

4.1.1. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 90–100 % angegeben. Dieser Bereich konzentriert sich direkt über der Stelle der Freisetzung und dehnt sich etwa 5 km nach außen aus.
- In einer Entfernung von 10 km vom Ort der Freisetzung verringert sich die Wahrscheinlichkeit erheblich auf etwa 20 %.
- Dies reduziert sich weiter auf lückenhafte Bereiche mit einer Wahrscheinlichkeit von 1–5 %.

4.1.2. S02 – N05–01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



N05-01 (openhole) Well Blowout (Summer)



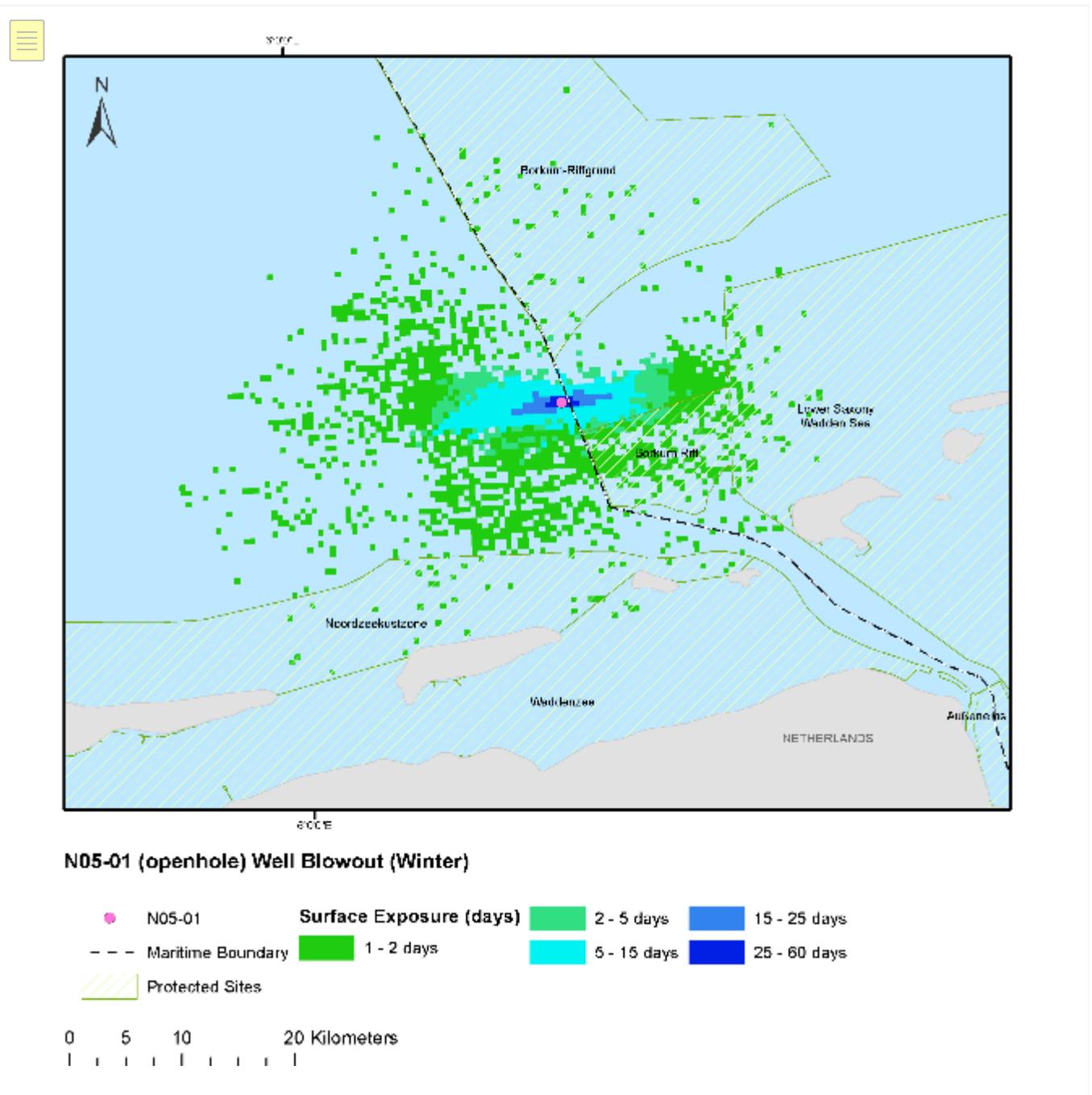
Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Die Ölspuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Das Diagramm zeigt die Wahrscheinlichkeit (>1 %) der Dicke des Öls auf der Oberfläche $\geq 0,1 \mu\text{m}$.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 90–100 % angegeben. Dieser Bereich konzentriert sich direkt über der Stelle der Freisetzung und dehnt sich etwa 3–4 km nach außen aus.
- In einer Entfernung von 5–10 km vom Ort der Freisetzung verringert sich die Wahrscheinlichkeit deutlich auf etwa 20 %, wobei sich einzelne Bereiche bis ca. 20 km ausdehnen.

4.1.3. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer

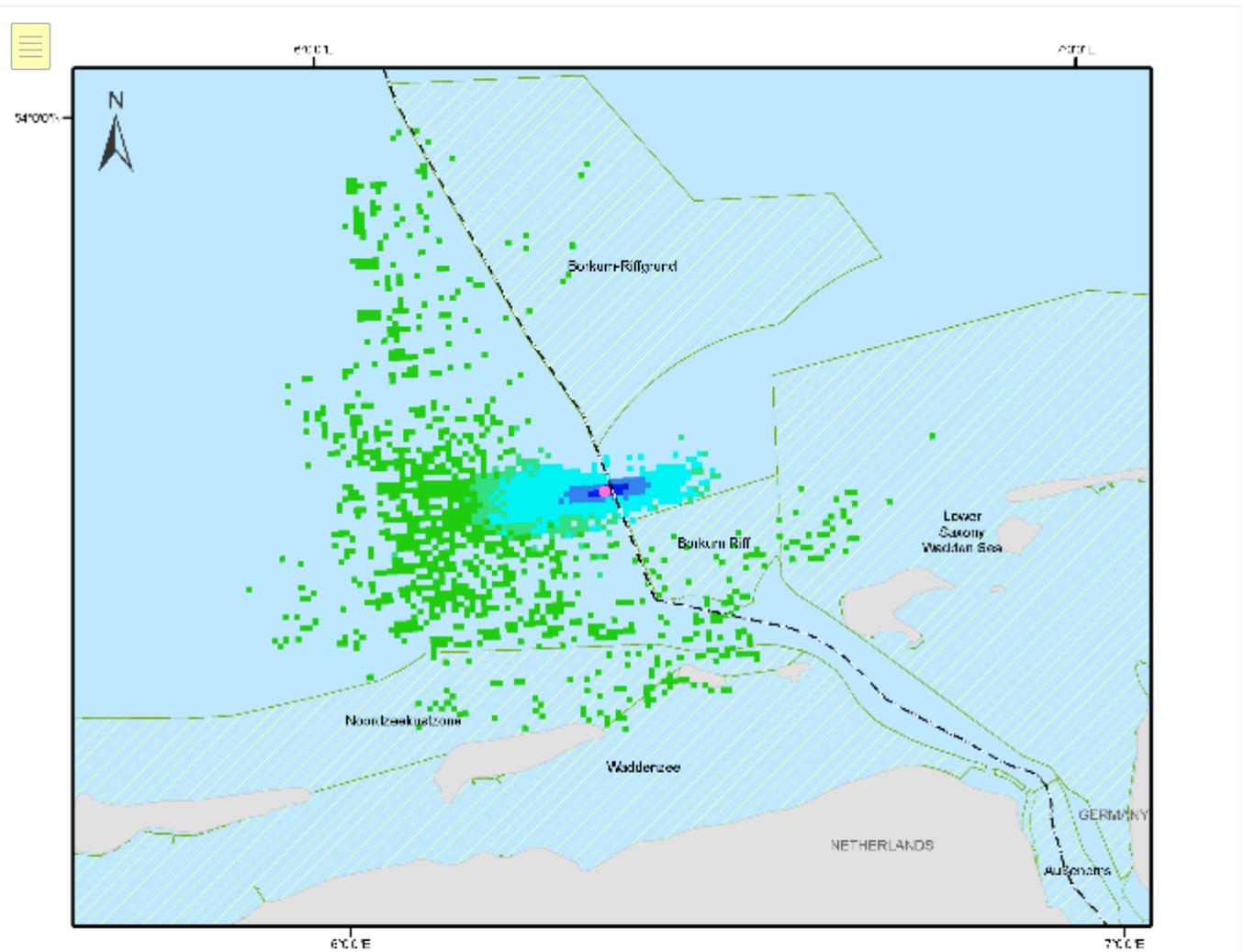


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg. Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

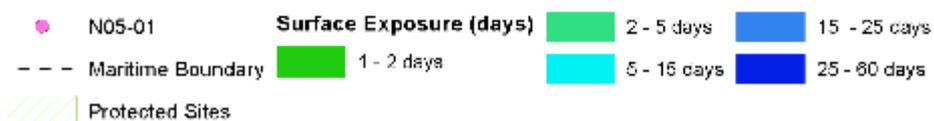
Zusammenfassung der Expositionsdauer der S01 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 58 Tage, die sich direkt über und um den Ort der Freisetzung herum auf ca. 1,5 km konzentriert.
- Bei 13 km reduziert sich die Expositionsdauer schnell auf ≤2 Tage.

4.1.4. S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer



N05-01 (openhole) Well Blowout (Summer)



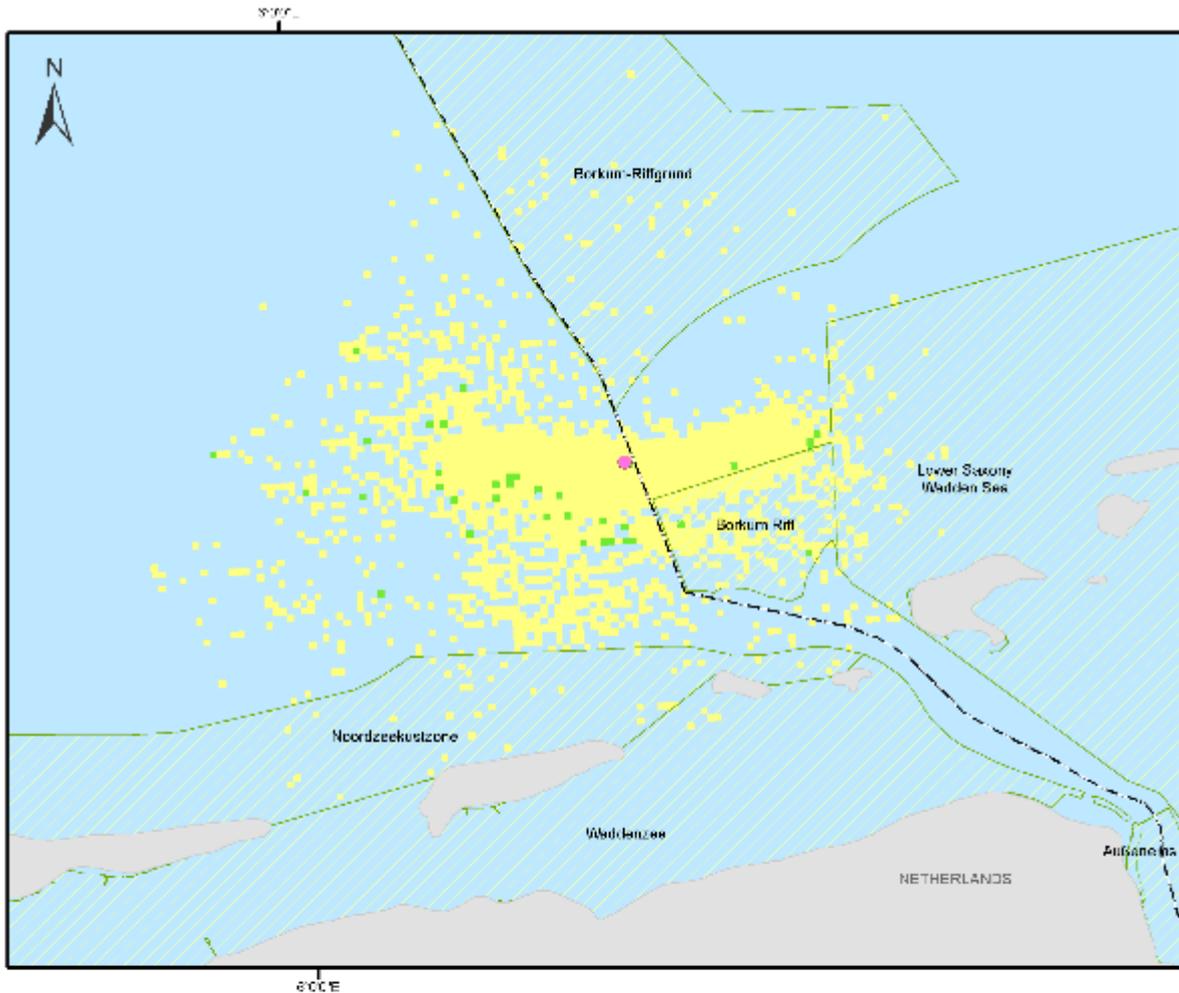
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg.

Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S02 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionszeit, die das Modell angibt, beträgt 55 Tage, die sich direkt über und um den Freisetzungsort für ca. 1,5–2 km konzentriert.
- Bei 10 km reduziert sich die Expositionszeit schnell auf ≤ 2 Tage.

4.1.5. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt



N05-01 (openhole) Well Blowout (Winter)

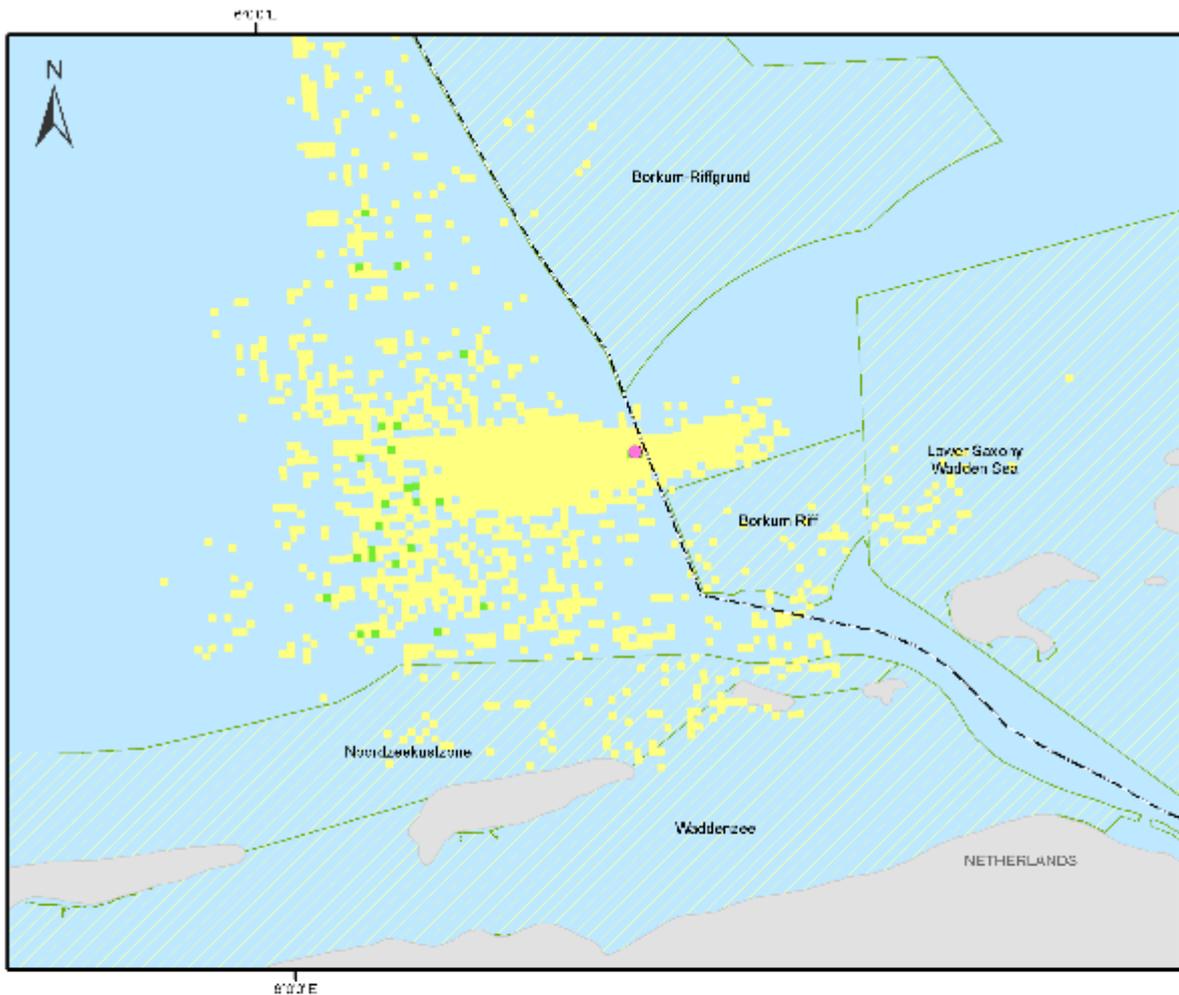


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Oberflächenkondensats im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen hinweg.

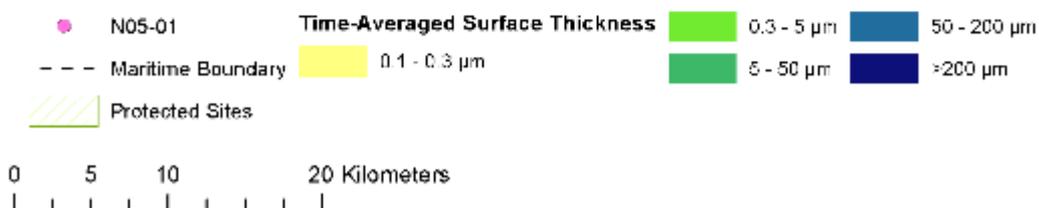
Zusammenfassung der S01 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Die maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt wird mit 0,6 µm angegeben (Regenbogenfarbe).
- Gebiete mit Kondensat bis zu 0,6 µm (Regenbogenfarbe) werden als klein und verstreut über einen weiten Bereich von bis zu 29 km vom Ort der Freisetzung vorhergesagt.
- Die durchschnittliche Dicke liegt überwiegend zwischen 0,1 µm und 0,3 µm (Glanz)

4.1.6. S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt



N05-01 (openhole) Well Blowout (Summer)

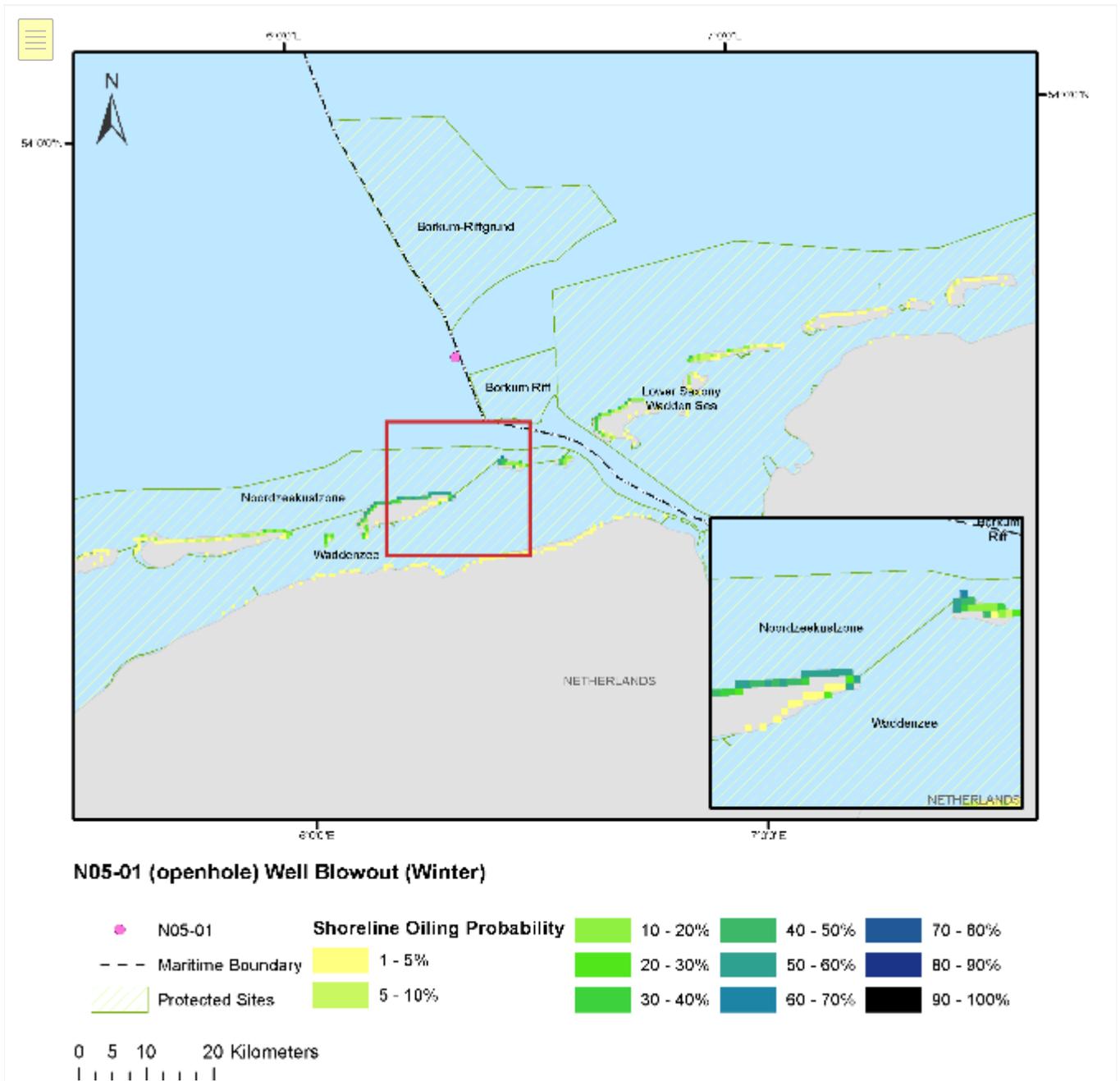


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Lecks, sondern ein statistisches Bild, das zur Risikobewertung auf der Grundlage von ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien verwendet wird. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Oberflächenkondensats im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen.

Zusammenfassung der S02 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Die maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt wird mit 0,6 µm angegeben (Regenbogenfarbe).
- Bereiche mit Kondensat bis zu 0,6 µm (Regenbogenfarbe) werden als klein und verstreut über ein weites Gebiet von bis zu 25 km vom Ort der Freisetzung vorhergesagt.
- Die durchschnittliche Dicke liegt überwiegend zwischen 0,1 µm und 0,3 µm (Glanz)

4.1.7. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

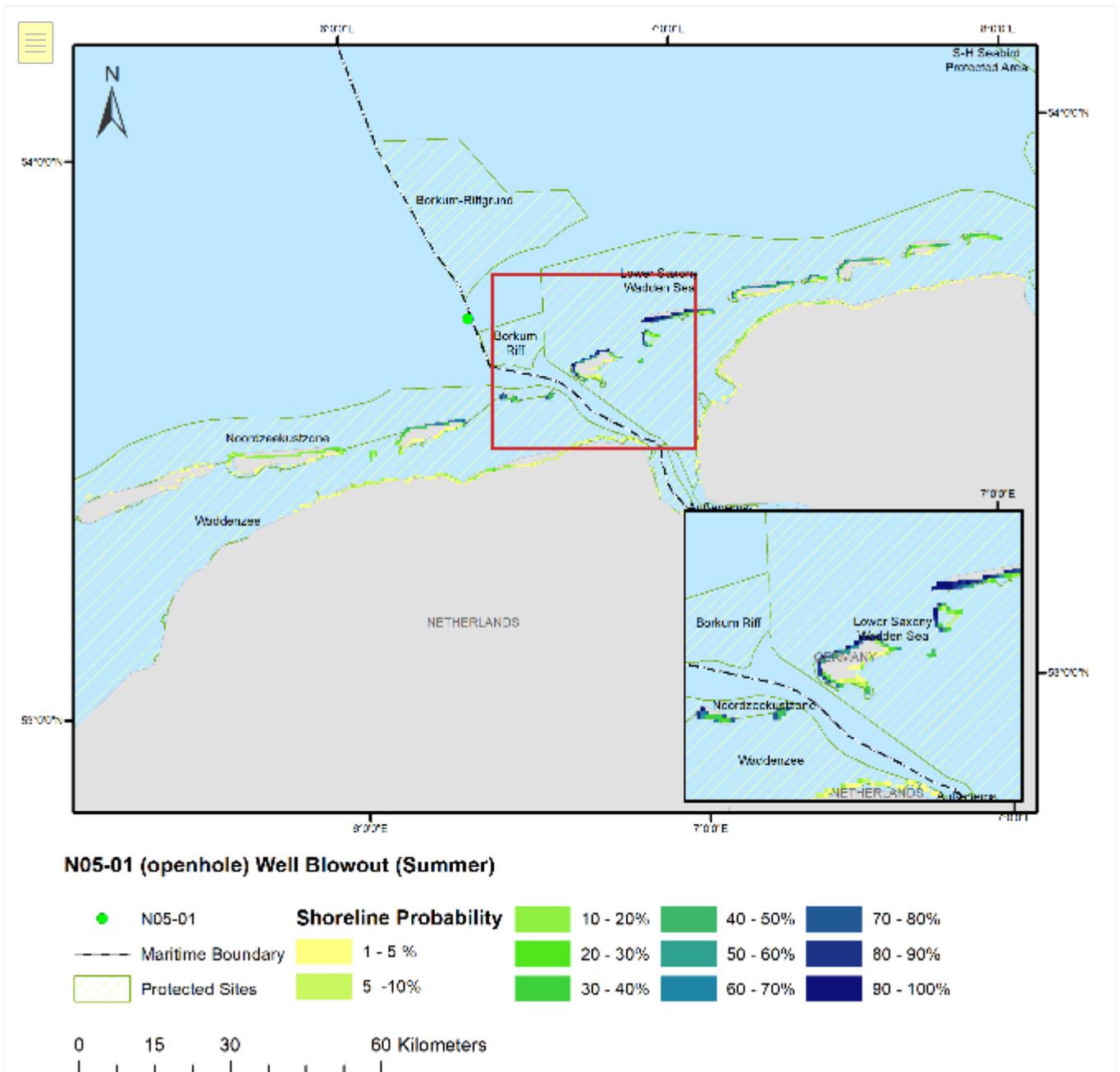
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Lecks, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert. Die Ölspuren werden durch die Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %.

Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 60 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 62 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 49 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 60 Stunden bewegt.

4.1.8. S02 – N05–01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

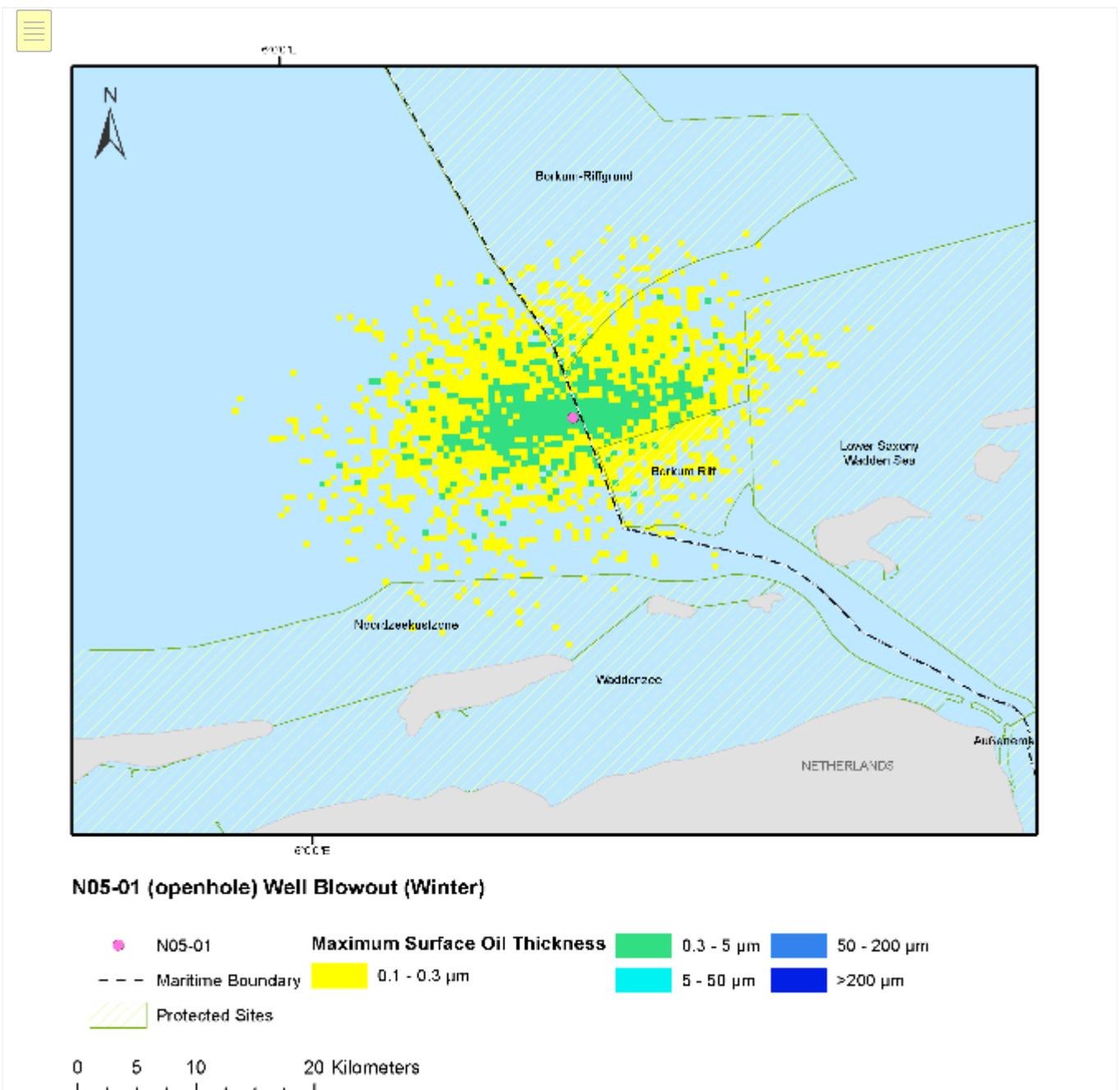
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Lecks, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert. Die Ölsuren werden durch die Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %. Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 90 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass die sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 38 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 100 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 69 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der dänischen Küste wird mit 5 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 29 Tagen bewegt.

4.2. D01 – DETERMINISTISCHE AUSGABEN

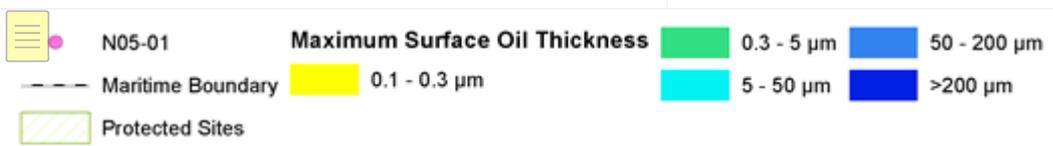
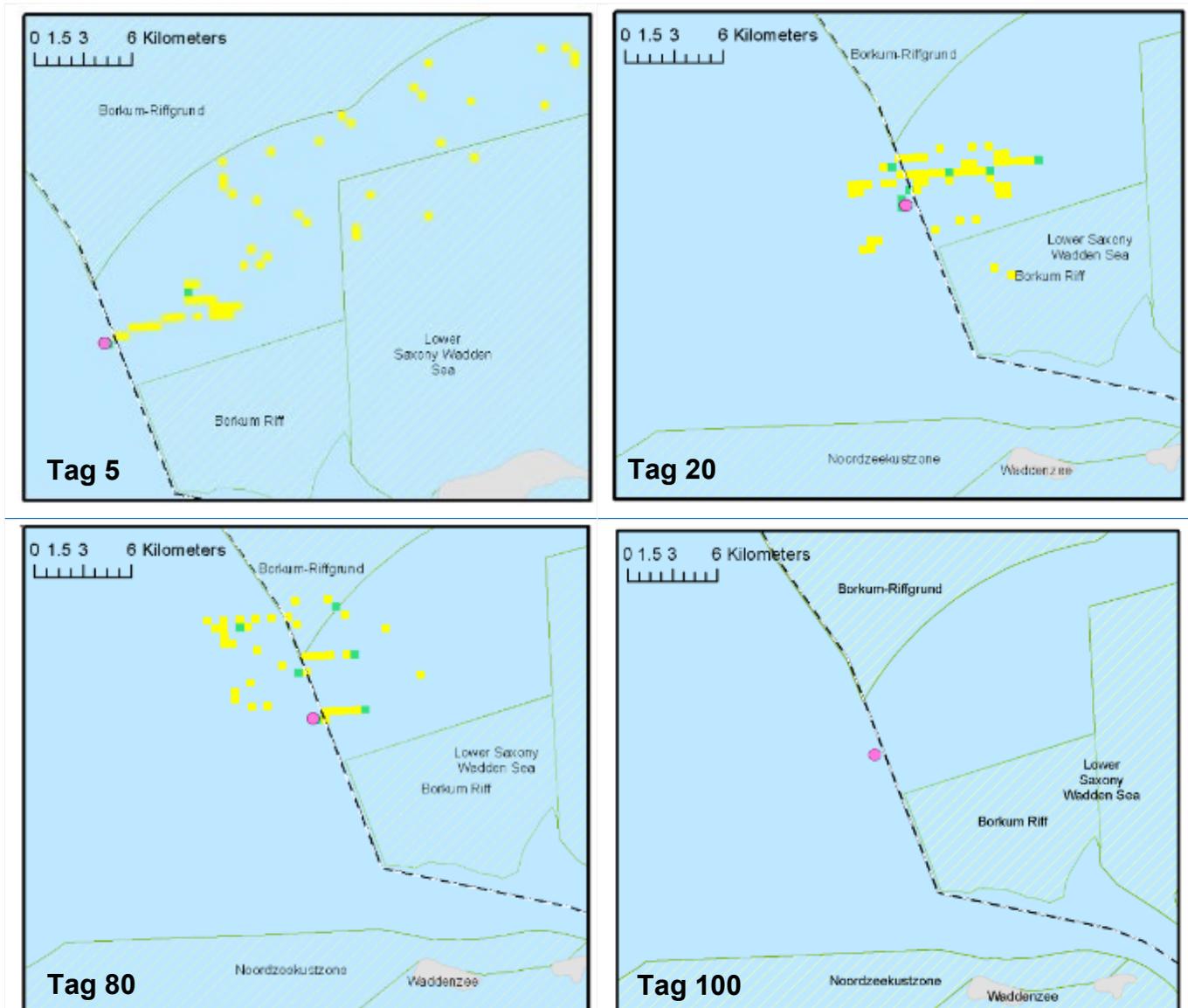
4.2.1. D01 – Oberfläche des betroffenen Gebietes



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern veranschaulicht, wo das dickste Kondensat wahrscheinlich im Verlauf des 100-Tage-Szenarios vorhanden sein wird.
- Es wird das Vorhandensein von Kondensat mit einer Dicke von 0,6 µm (Regenbogenfarbe) in einer Entfernung von ca. 10 km von der Stelle der Freisetzung angezeigt.

4.2.2. D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung der Oberflächenverölung im Zeitverlauf

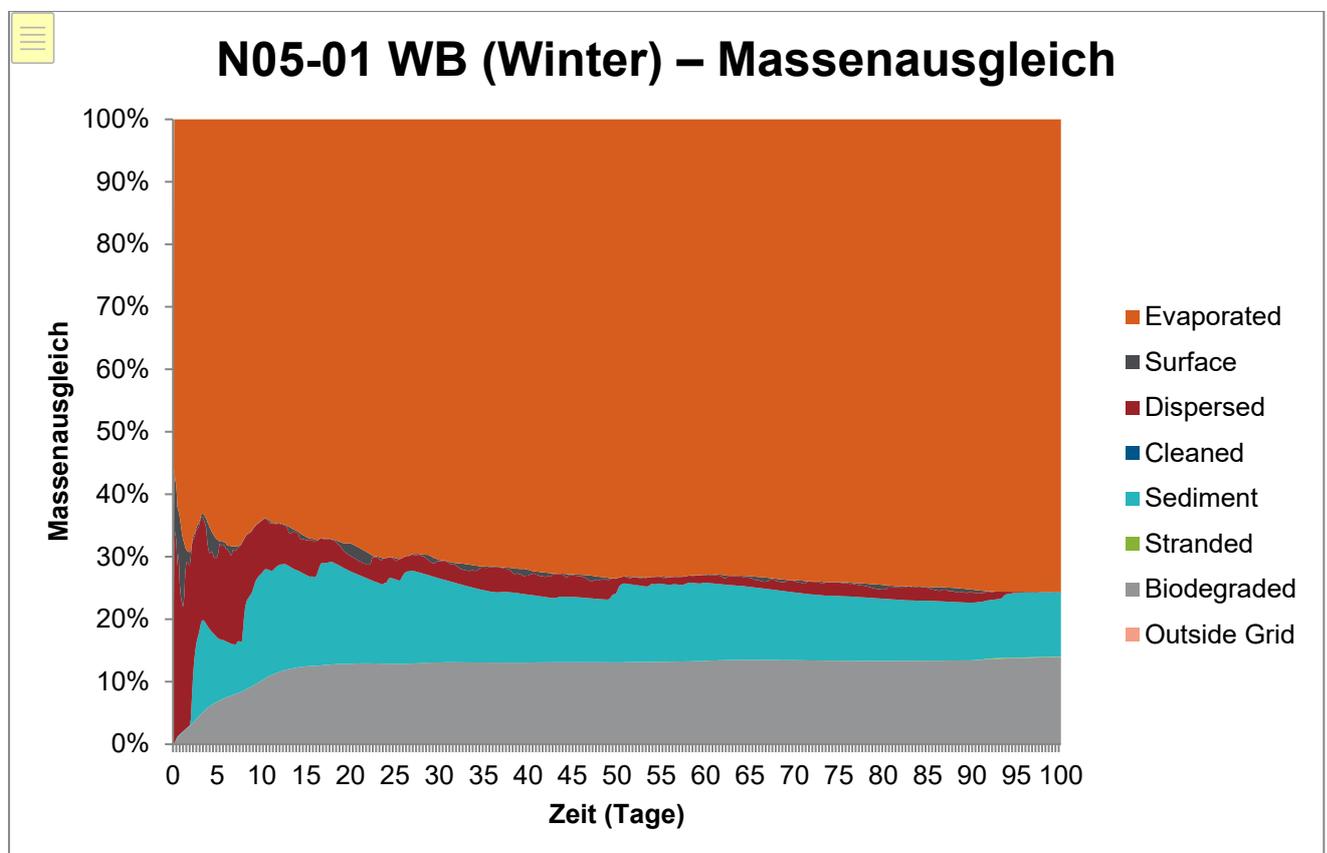
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete mit Kondensat, mit einer maximalen Dicke von 0,6 μm (Regenbogenfarbe).
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegt die Oberflächenverölung unter 0,1 μm und ist mit dem menschlichen Auge wahrscheinlich nicht mehr zu erkennen.

4.2.3. D01– Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,04	0,0
Atmosphäre	496,7	73,3
Wassersäule	0,25	0,0
Sedimente	75,49	11,1
An Land	0,44	0,1
Biologisch abgebaut	104,4	15,4
Außerhalb der Rasterfläche	0,0002	0,0
Gesamtlänge der geölten Küstenlinie (km)	0	
Maximales Kondensat an Land (t)	1,3 (Tag 84)	

4.2.4. D01 – Massenausgleich

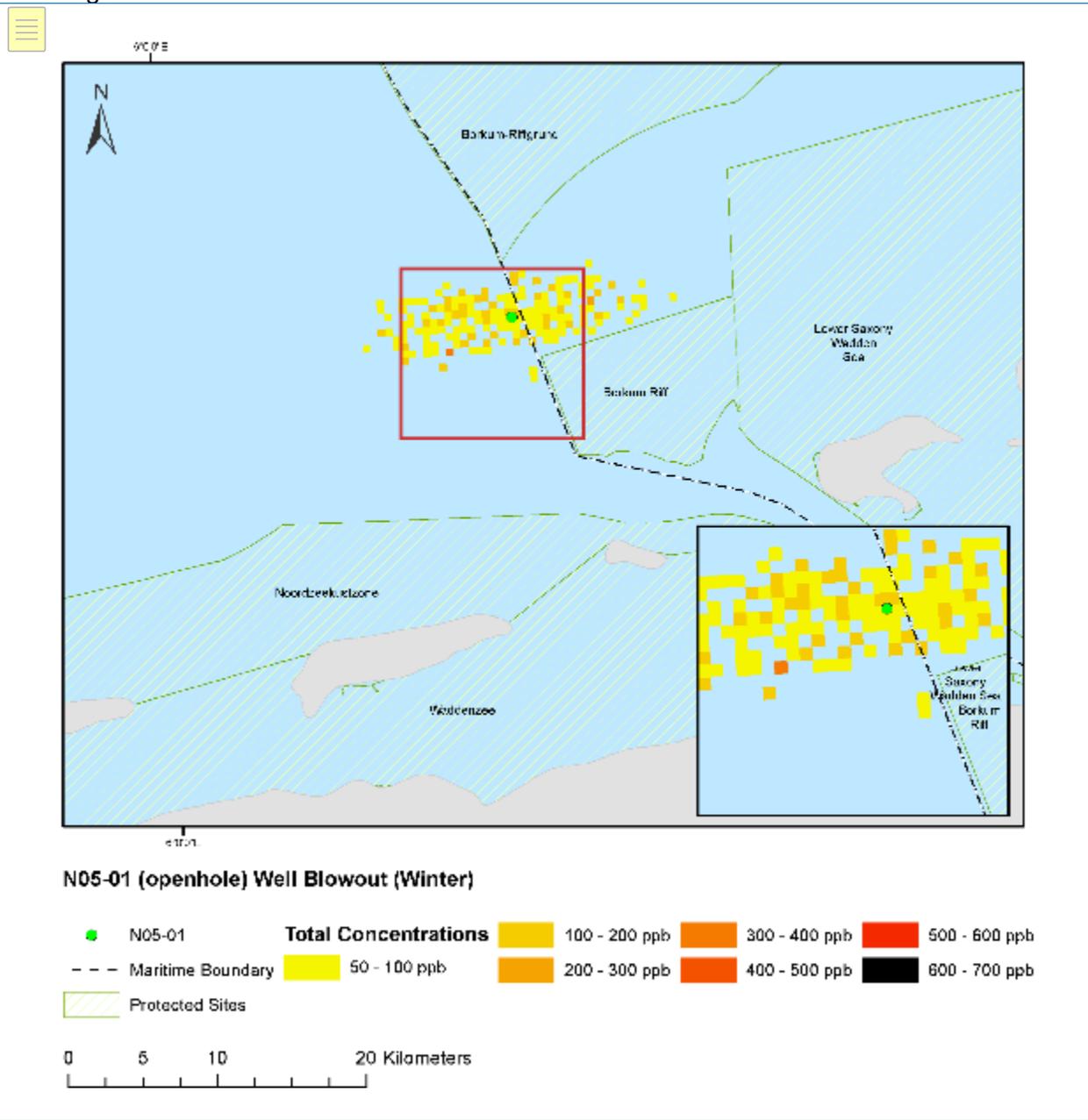
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Kondensatfreisetzung.



Am Tag 100 verbleiben <0,1 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 73,3 % sind verdunstet, <0,1 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 11,1 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 15,4 % wurden biologisch abgebaut, 0,1 % sind gestrandet (beached).

4.2.5. D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

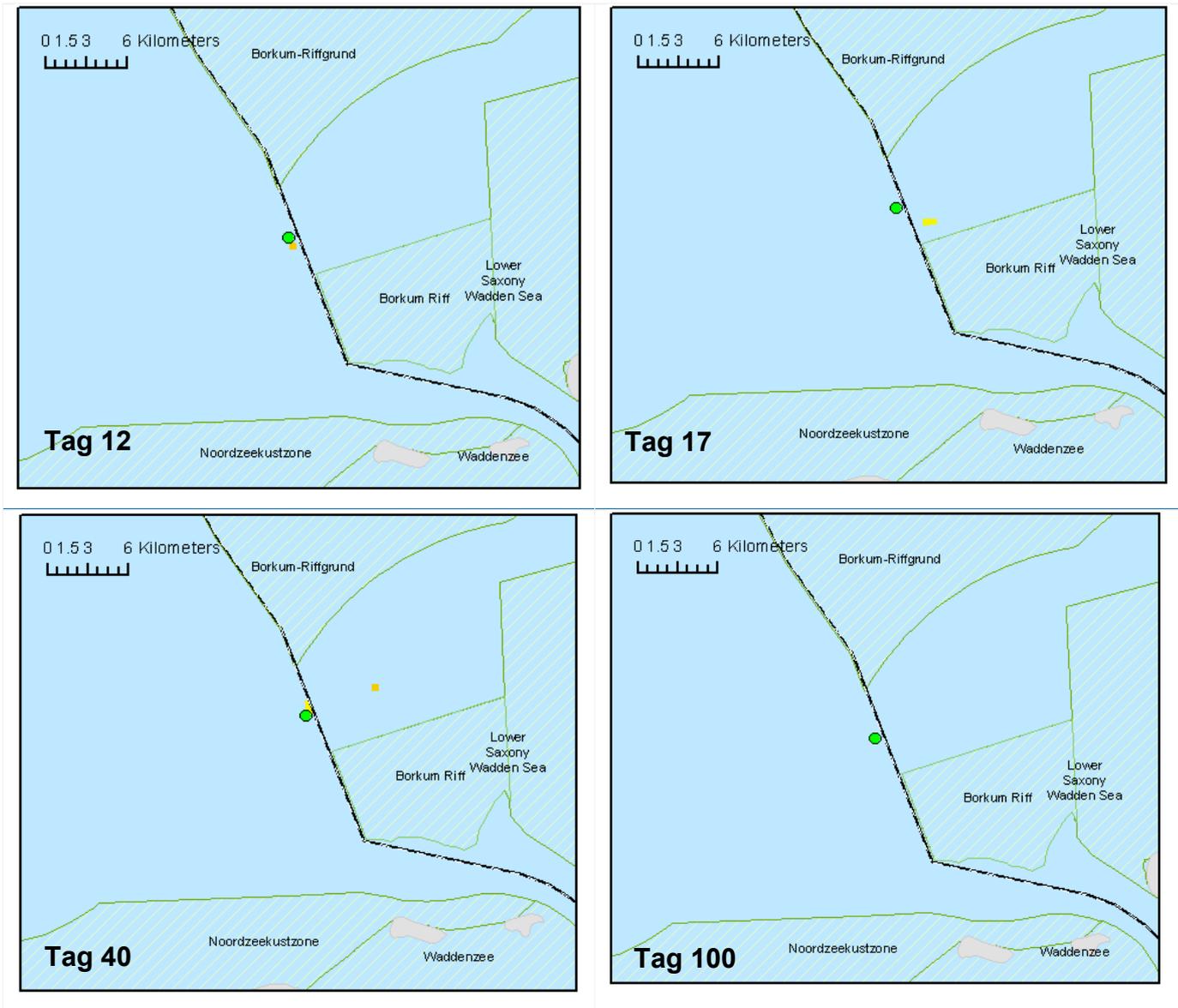
D01 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 100 Tage



Zusammenfassung der gesamten Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 100-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Gesamtkonzentration wird mit 371 ppb vorhergesagt. Konzentrationen von 100–300 ppb erstrecken sich etwa 8 km vom Ort der Freisetzung entfernt.
- In den Küstengebieten werden Konzentrationen von unter 50 ppb angezeigt.

4.2.6. D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

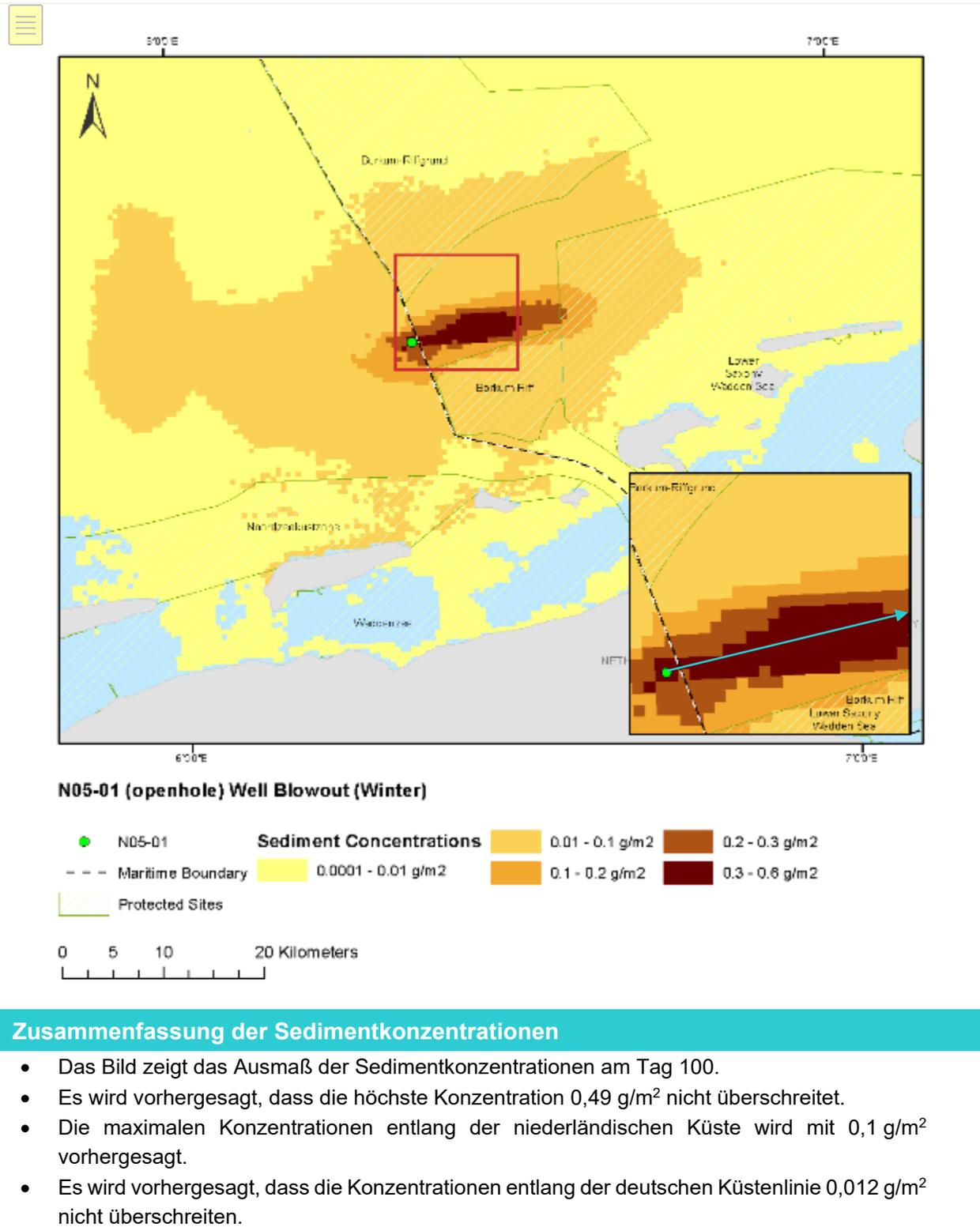


Zusammenfassung der maximalen Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 371 ppb angegeben (Tag 58).
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 1 ppb.

4.2.7. D01 – Sedimentkonzentrationen

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen

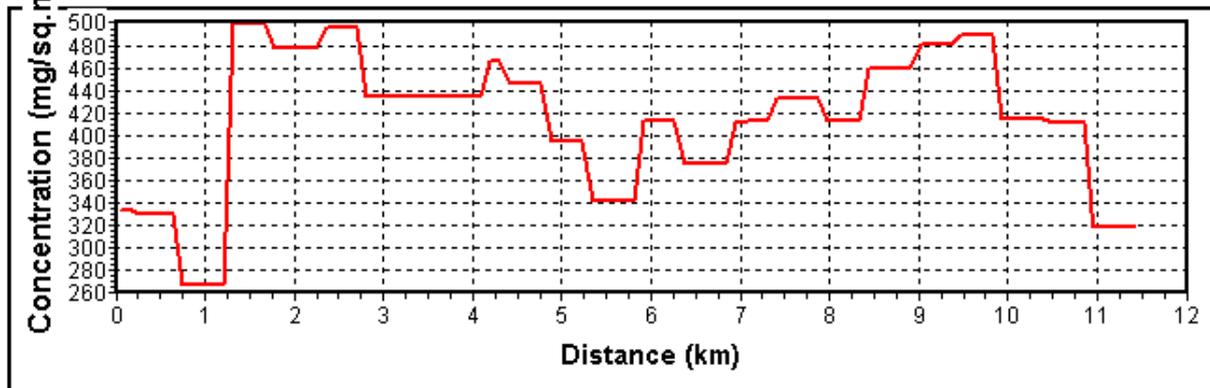


D01 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen

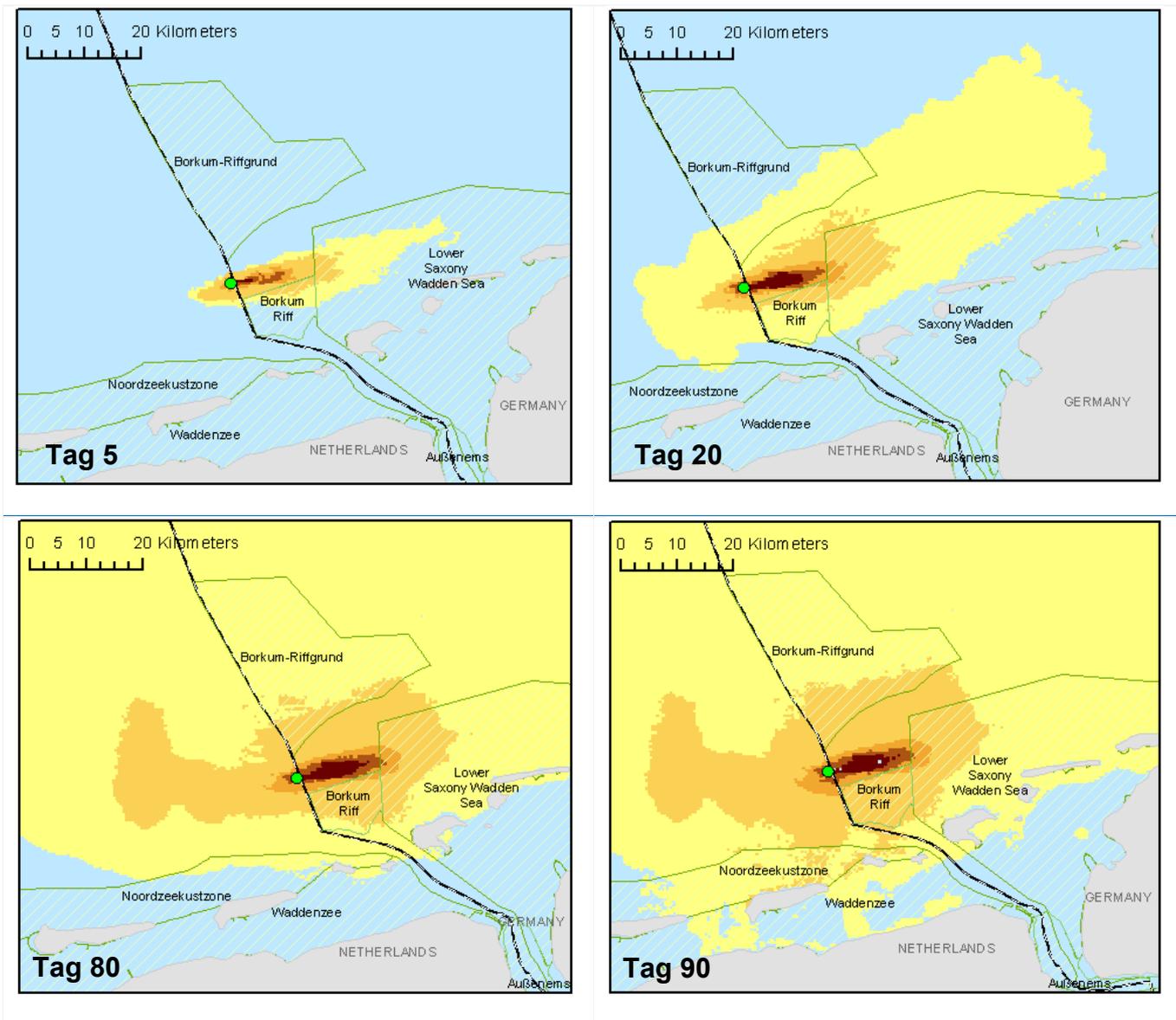
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'06"E,53°41'27"N]-[6°31'24"E,53°42'32"N]



4.2.8. D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

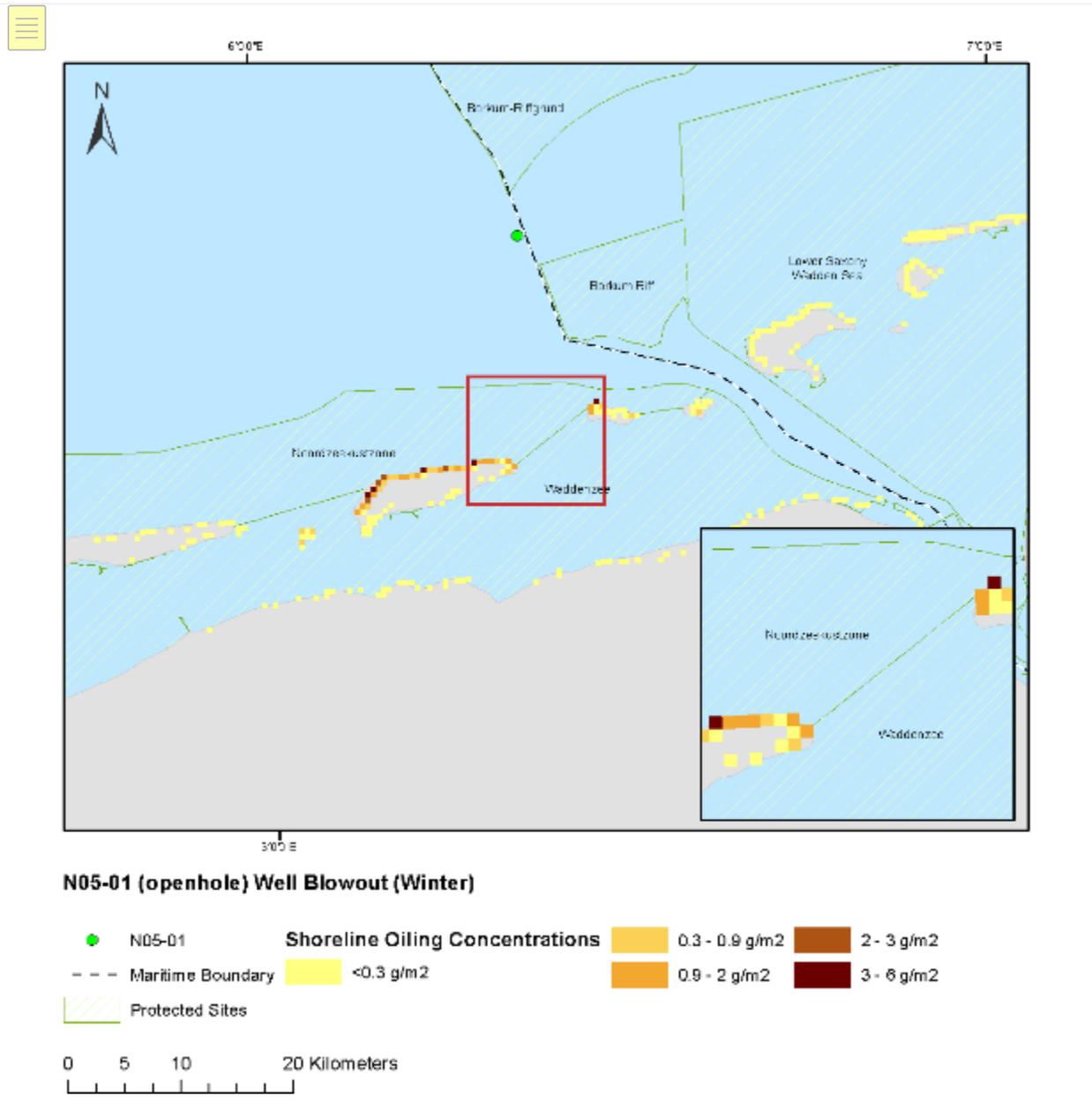


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen in verschiedenen Zeitfenstern während der 100-tägigen Freisetzung.

4.2.9. D01 – Küstenverölung

D01 – Konzentrationen der Küstenverölung nach 100 Tagen



Zusammenfassung der Konzentrationen an der Küstenlinie

- Das Bild veranschaulicht die Konzentrationen an der Küstenlinie am Tag 100. Die höchste Konzentration wird für die niederländische Küste mit einer maximalen Konzentration von $5,7\text{ g/m}^2$ vorhergesagt.
- Es wird vorausgesagt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie $0,3\text{ g/m}^2$ nicht überschreiten.

Hinweis:

Beruhend auf der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ aus dem Jahr 2011 sagt das Modell nicht voraus, dass die Konzentrationen an der Küste den Schwellenwert von 76 g/m^2 erreichen, der als „Light Oiling“ („Leichte Verölung“) eingestuft wird.

4.2.10. D01 – Beeinflusste Umweltempfindlichkeiten

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

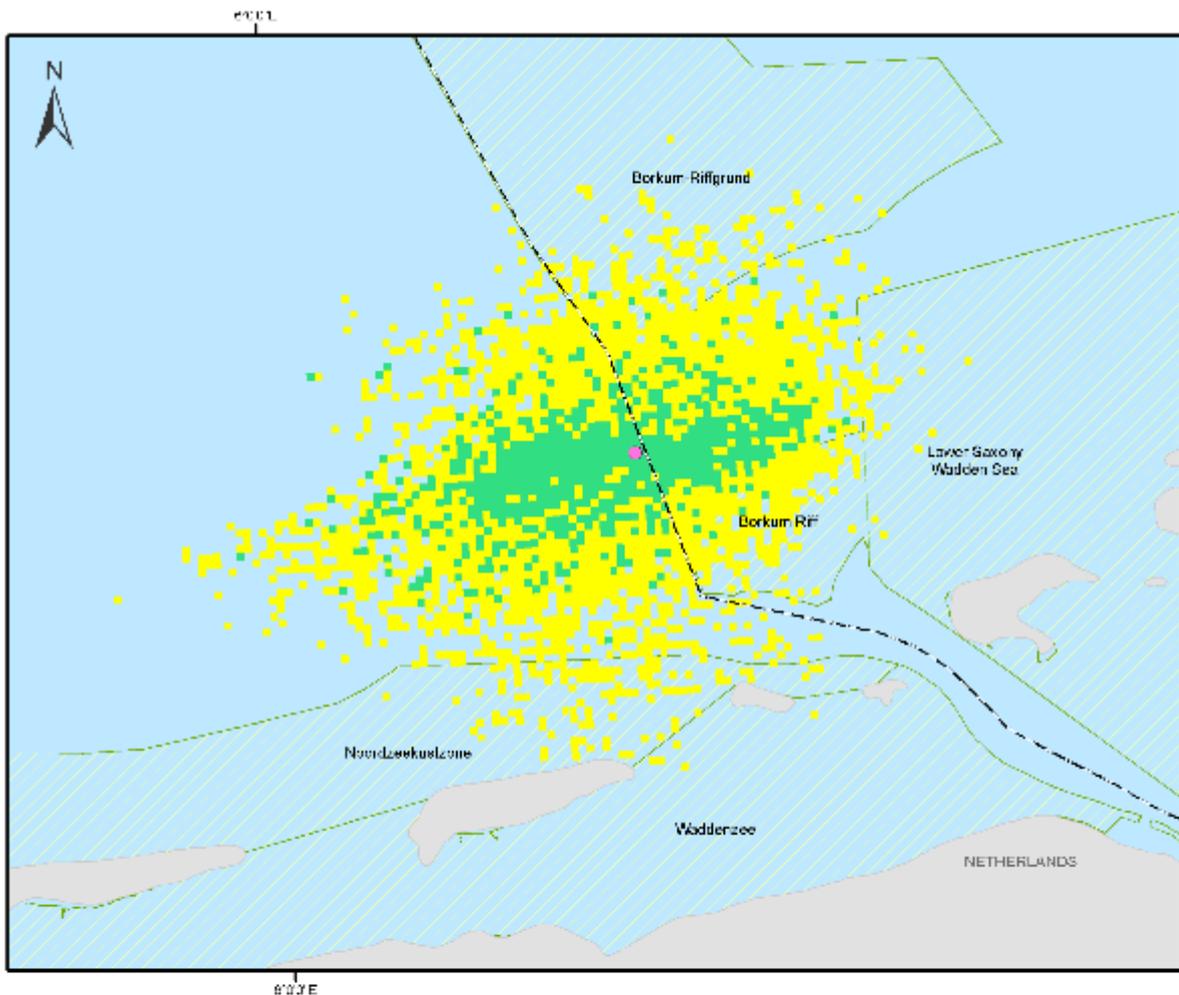
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 100 Tagen
Borkum Riff	1,5 (Tag 71)	0,0008
Küstengebiet der Nordsee	1,4 (Tag 82)	0,005
Wattenmeergebiet	0,08 (Tag 83)	0,0009
S–H Seevogelschutzgebiet	0,002 (Tag 78)	0
Niedersächsisches Wattenmeer	0,78 (Tag 58)	0

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Kondensats (t) – während der Simulation	Masse des Kondensats an der Küstenlinie (t) – nach 100 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	1.54 (Tag 83)	0,43
Wattenmeergebiet	1,05 (Tag 84)	0,35
Niedersächsisches Wattenmeer	0,74 (Tag 58)	0,02

4.3. D02 – DETERMINISTISCHER AUSGABE

4.3.1. D02 – Oberfläche des betroffenen Gebietes



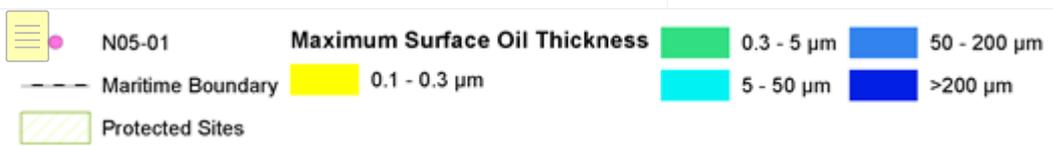
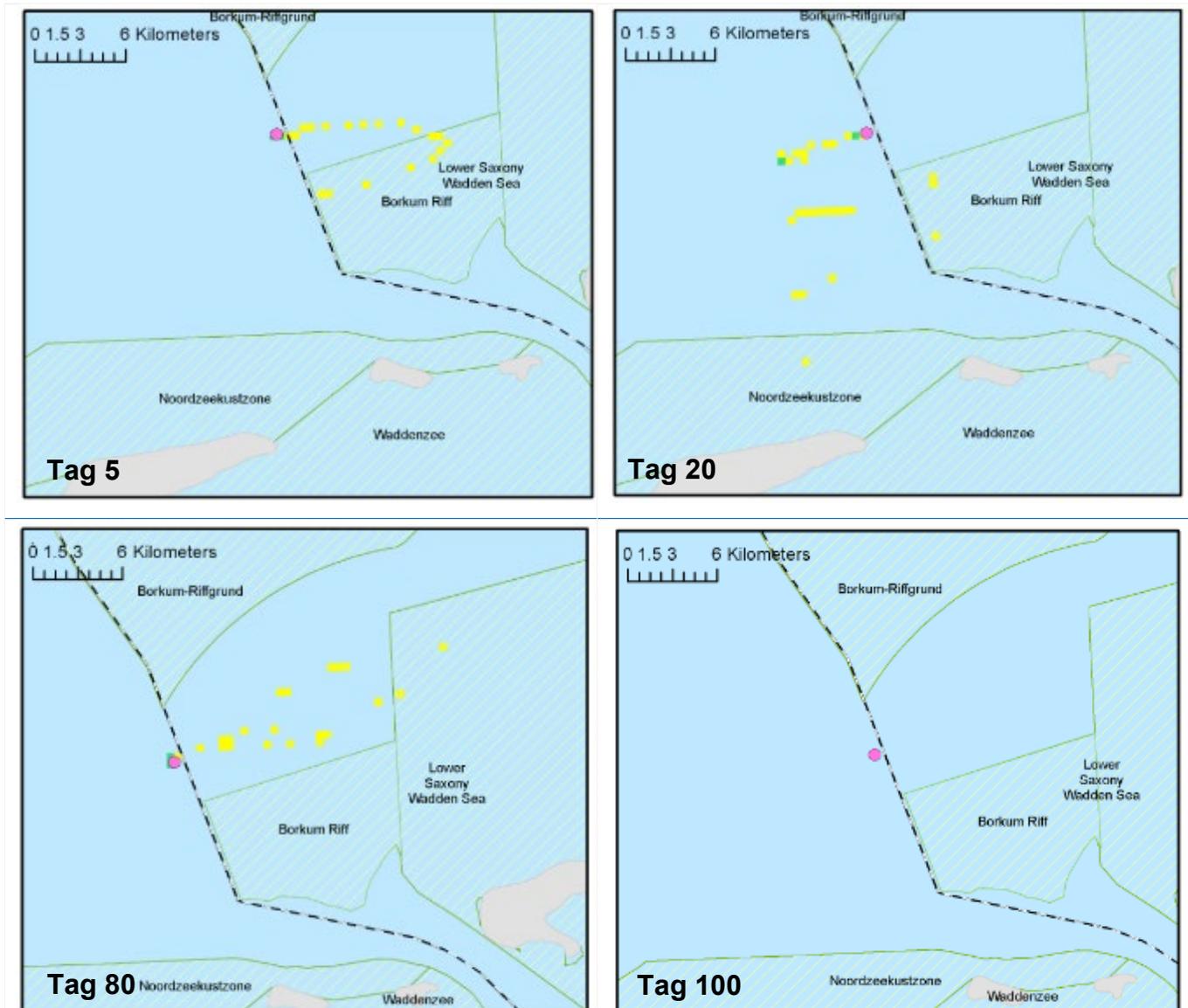
N05-01 (openhole) Well Blowout (Summer)



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern es veranschaulicht, wo das dickste Kondensat über das 100-Tage-Szenario wahrscheinlich vorhanden sein wird.
- Es wird Kondensat mit einer Dicke von 0,6 µm (Regenbogenfarbe) ca. 20 km vom Ort der Freisetzung angezeigt.

4.3.2. D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung Oberflächenverölung im Zeitverlauf

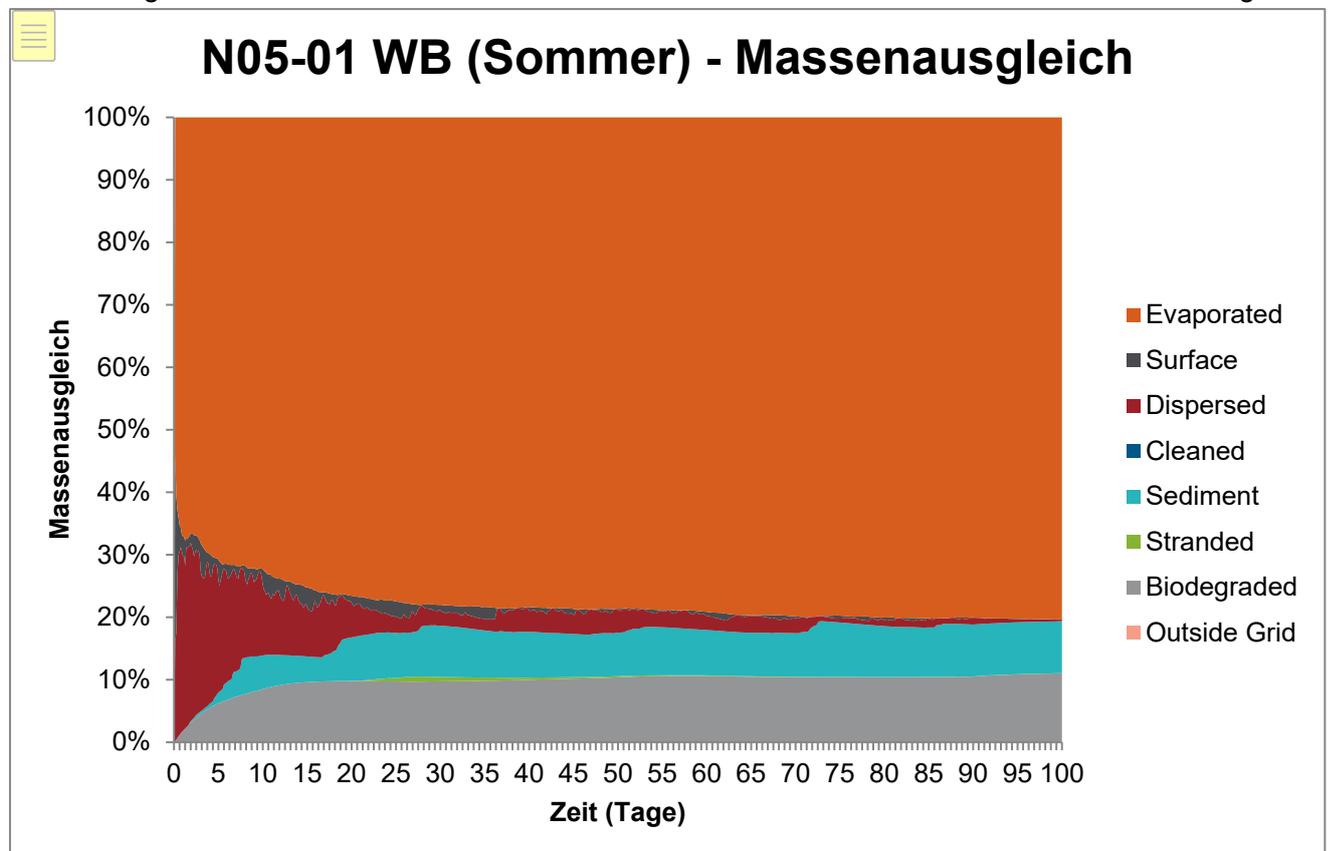
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete mit Kondensat, mit einer maximalen Dicke von 0,6 μm (Regenbogenfarbe).
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegt die Oberflächenverölung unter 0,1 μm und ist mit dem menschlichen Auge wahrscheinlich nicht mehr zu erkennen.

4.3.3. D02 – Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen

Schicksal	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,005	0,0
Atmosphäre	547	80,8
Wassersäule	0,32	0,0
Sedimente	40,47	6,0
An Land	0,05	0,0
Biologisch abgebaut	89,5	13,2
Außerhalb der Rasterfläche	0,001	0,0
Gesamtlänge der geölten Küstenlinie (km)	0	
Maximales Kondensat an Land (t)	1 (Tag 45)	

4.3.4. D02 – Massenausgleich

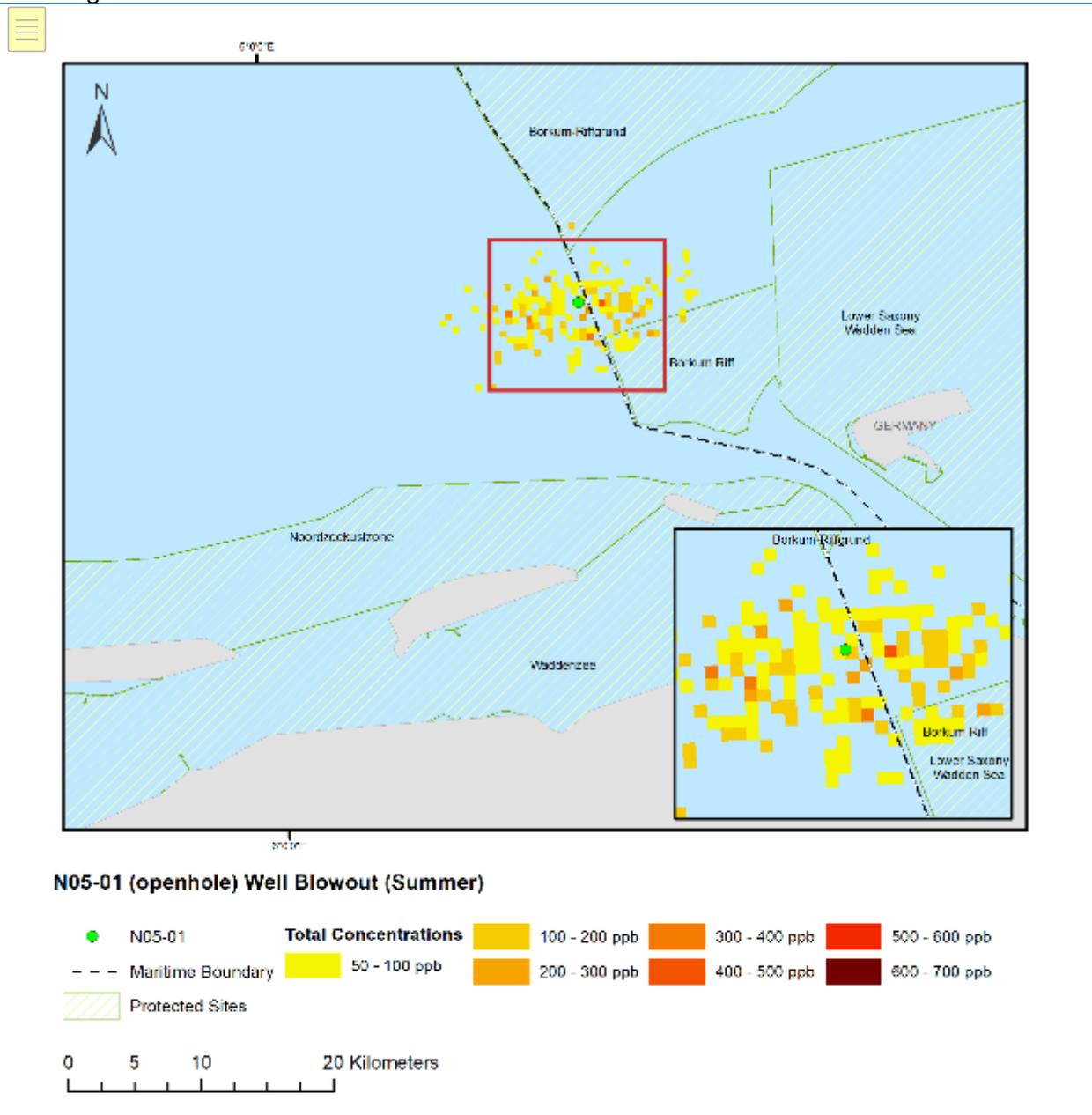
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Kondensatfreisetzung.



Am Tag 100 verbleiben <0,1 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 80,8 sind verdunstet, 0,1 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 6,0 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 13,2 % wurden biologisch abgebaut, <0,1 % sind gestrandet (beached).

4.3.5. D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

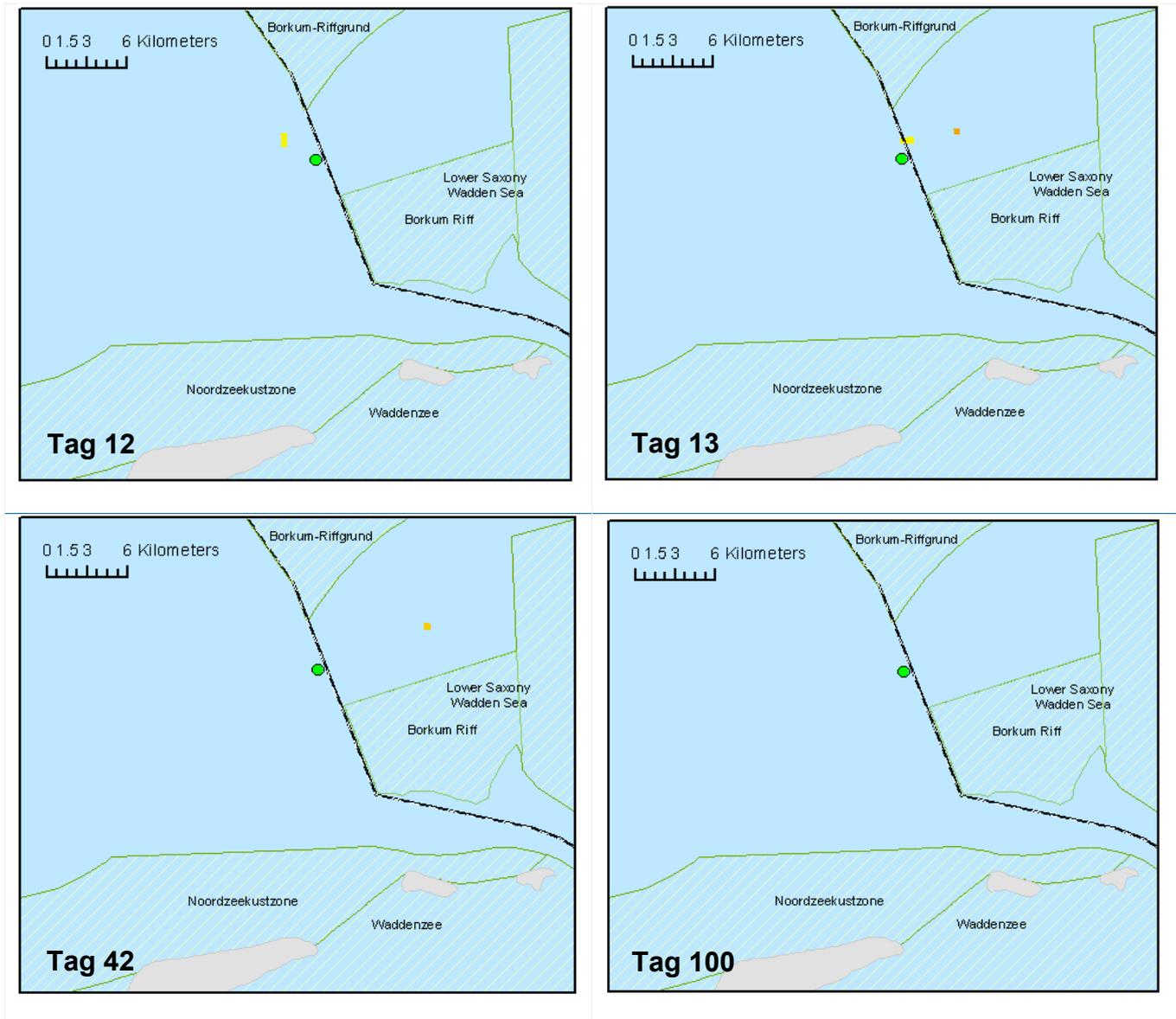
D02 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Bereich über 100 Tage



Zusammenfassung der gesamten Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 100-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Gesamtkonzentration wird mit 402 ppb vorhergesagt. Konzentrationen von 100–400 ppb erstrecken sich ca. 9 km von der Stelle der Freisetzung entfernt.
- In den Uferbereichen werden Konzentrationen unter 50 ppb angezeigt.

4.3.6. D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

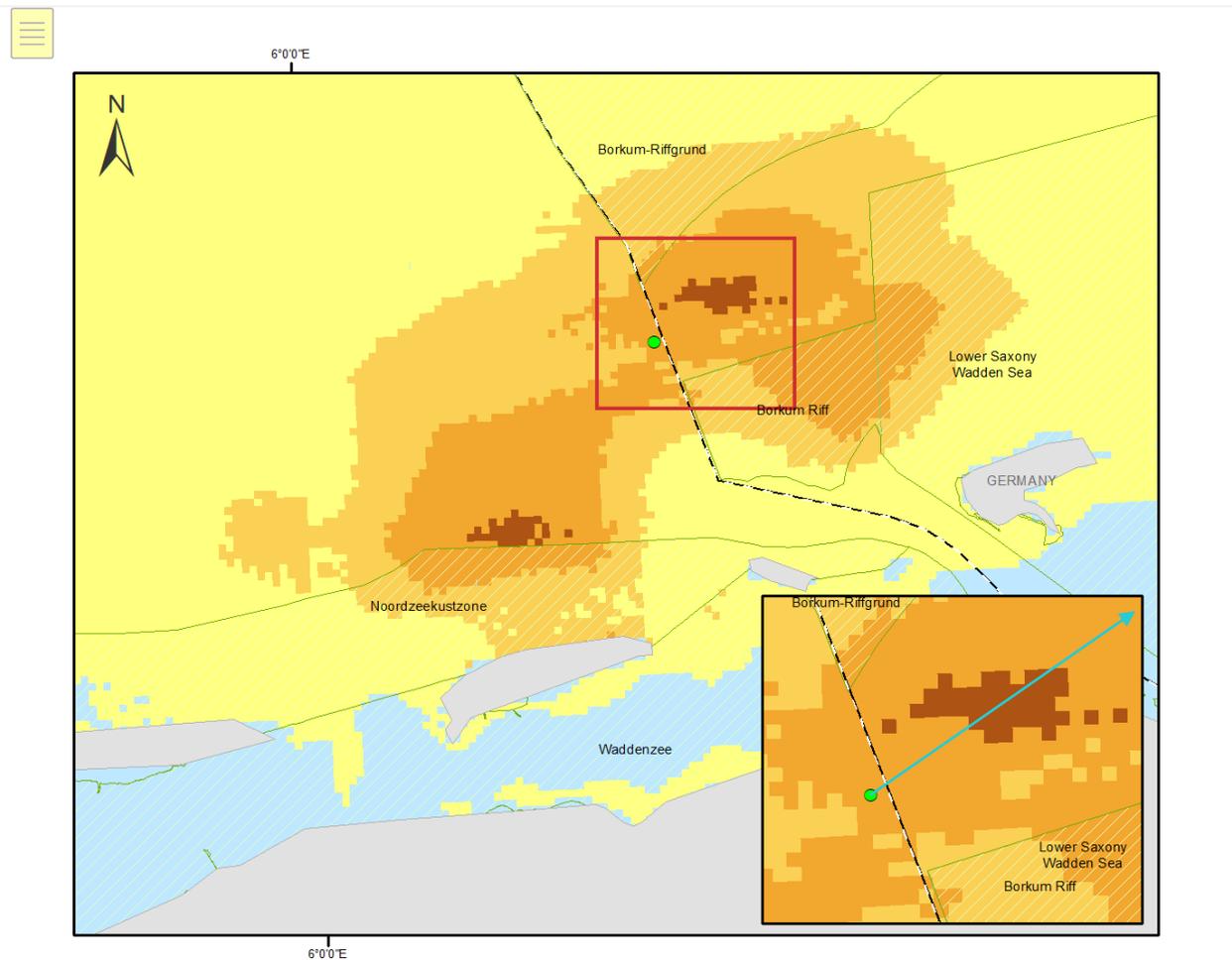


Zusammenfassung der maximalen Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 402 ppb angezeigt (Tag 16)
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 1 ppb.

4.3.7. D02 – Sedimentkonzentrationen

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen



N05-01 (openhole) Well Blowout (Summer)



Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

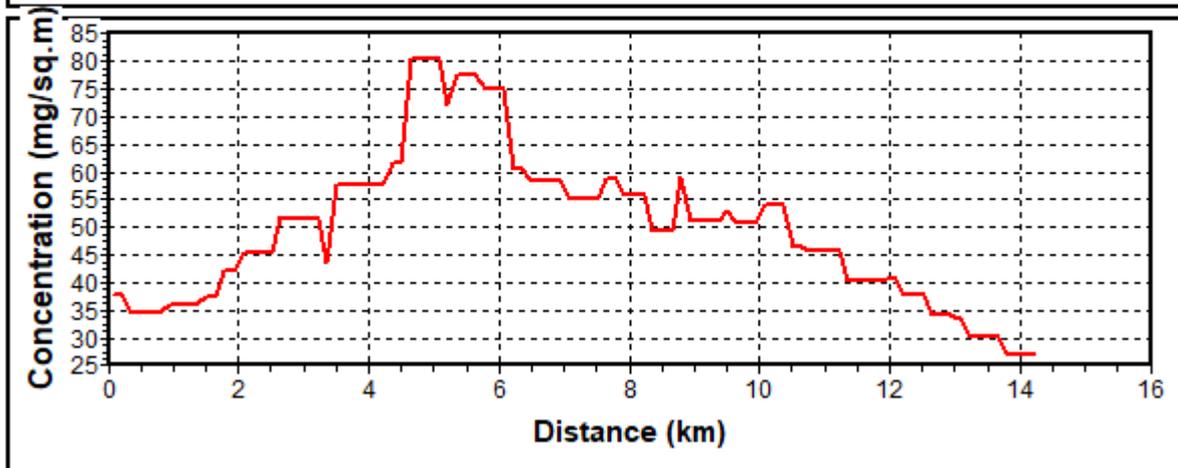
- Das Bild zeigt das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 100.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,09 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximalen Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit 0,03 g/m² vorhergesagt.
- Es wird gezeigt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie von 0,01 g/m² nicht überschreiten.

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen

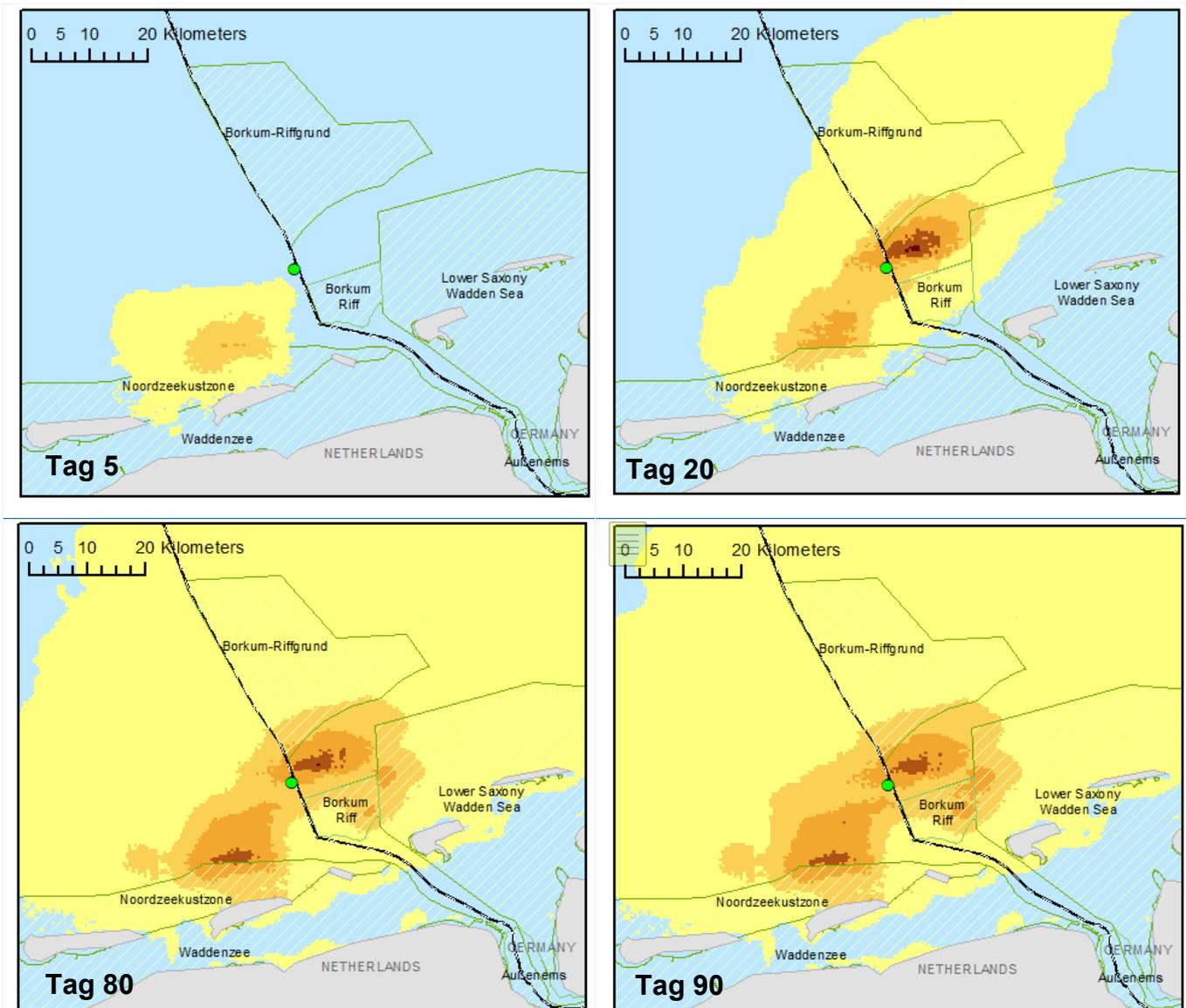
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'09"E,53°41'33"N]-[6°31'47"E,53°46'01"N]



4.3.8. D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

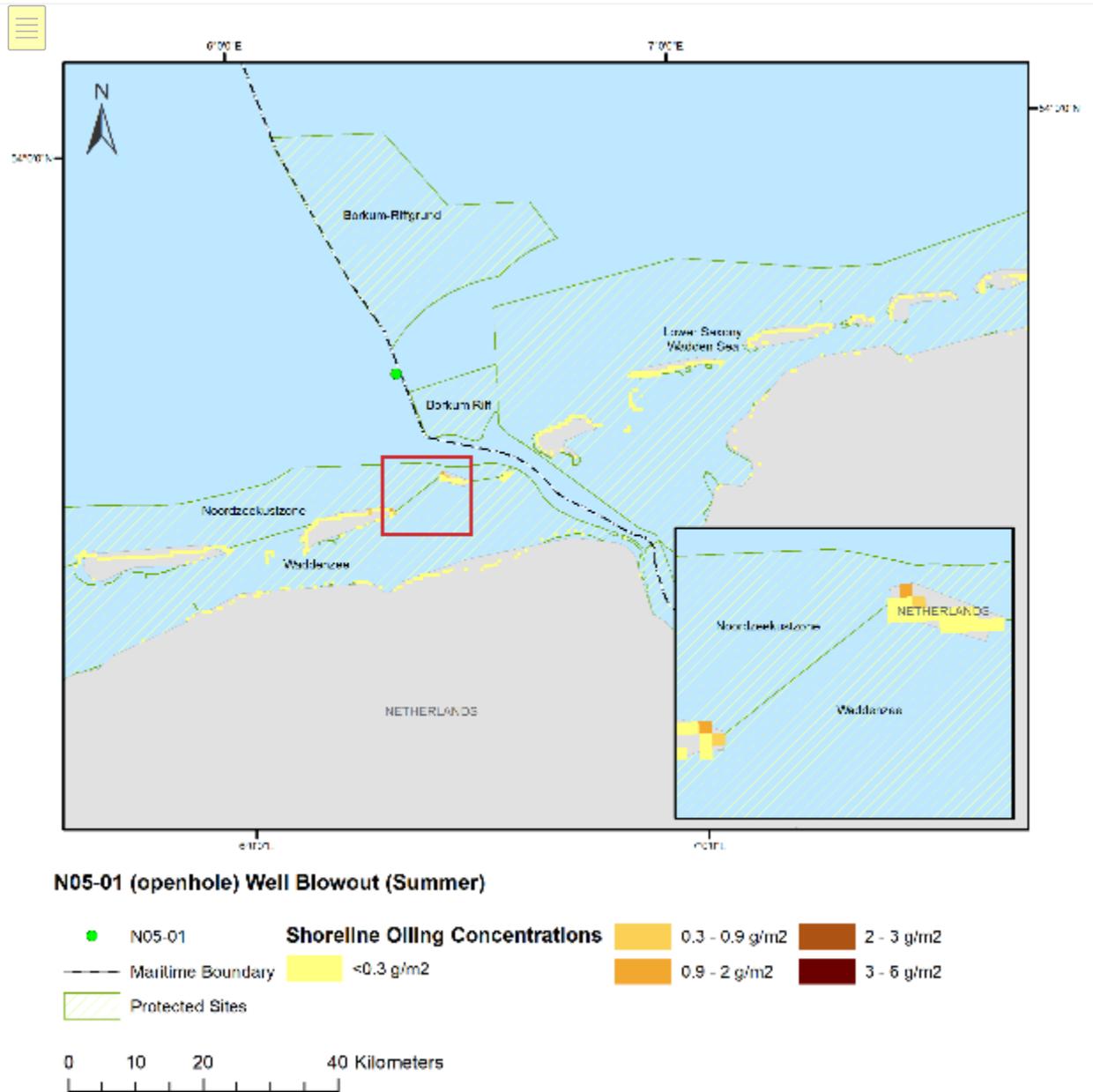


Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf Zusammenfassung

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.

4.3.9. D02 – Küstenverölung

D02 – Konzentration der Küstenverölung nach 100 Tagen



Zusammenfassung der Konzentrationen an der Küstenlinie

- Das Bild veranschaulicht die Konzentrationen an der Küstenlinie am Tag 100. Die höchste Konzentration wird für die niederländische Küste mit einer maximalen Konzentration von 1 g/m^2 vorhergesagt.
- Es wird gezeigt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie $0,3 \text{ g/m}^2$ nicht überschreiten.

Hinweis:

Beruhend auf der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ aus dem Jahr 2011 sagt das Modell nicht voraus, dass die Konzentrationen an der Küste den Schwellenwert von 76 g/m^2 erreichen, der als „Light Oiling“ („Leichte Verölung“) eingestuft wird.

4.3.10. D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 100 Tagen
Borkum Riff	0,9 (Tag 7)	0,0002
Küstengebiet der Nordsee	0,6 (Tag 45)	0
Wattenmeergebiet	0,08 (Tag 22)	0
S–H Seevogelschutzgebiet	0,0007 (Tag 76)	0
Niedersächsisches Wattenmeer	0,3 (Tag 28)	0,002

Küstenlinie – ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Kondensats (t) – während der Simulation	Masse des Kondensats an der Küstenlinie (t) – nach 100 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	1,59 (Tag 45)	0,05
Wattenmeergebiet	0,97 (Tag 45)	0,05
S-H Seevogelschutzgebiet	0,0007 (Tag 76)	0
Niedersächsisches Wattenmeer	0,31 (Tag 28)	0,003

5.0 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Das effektivste Mittel zur Identifizierung der Risiken ist die gleichzeitige Betrachtung der Ausgaben von OSCAR. Dazu gehören:

- Die Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen
- Das Ausmaß der Auswirkungen

Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen

- Die höchste Wahrscheinlichkeit der Oberflächenverölung $\geq 0,1 \mu\text{m}$ liegt bei bis zu 90–100 % (siehe S01 / S02 Abschnitte 4.1.1 und 4.1.2).
- Die maximale Emulsionsdicke des Oberflächenöls im Zeitdurchschnitt wird mit $0,6 \mu\text{m}$ angezeigt – dies entspricht dem Erscheinungsbild des „Regenbogens“ (siehe S01 / S02 Abschnitte 4.1.5 und 4.1.6).
- Die maximale Dauer der Exposition mit Oberflächenkondensat in der unmittelbaren Umgebung der Stelle der Freisetzung wird mit 58 Tagen angegeben (siehe S01 Abschnitt 4.1.3). Die Dauer der Exposition reduziert sich auf ≤ 1 Tag außerhalb eines Radius von ca. 6 Meilen rund um die Stelle der Freisetzung.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 90 % vorhergesagt. (siehe D02 Abschnitt 4.1.8).
- Die höchste Wahrscheinlichkeit der Uferbeeinflussung entlang der deutschen Küste wird mit 100 % vorhergesagt (siehe D02 Abschnitt 4.1.8).
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 5 % vorhergesagt. (siehe D02 Abschnitt 4.1.8)

Konzentrationen in der Wassersäule

- Die höchste Konzentration in der Wassersäule wird mit 402 ppb vorhergesagt. (siehe D02 Abschnitt 4.3.5).
- Küstengebiete weisen Konzentrationen von weniger als 50 ppb auf. (siehe D01 Abschnitt 4.2.5 und D02 Abschnitt 4.3.5).

Sedimentkonzentrationen

- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration $0,49 \text{ g/m}^2$ nicht überschreitet (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).
- Die größte Konzentration entlang der niederländischen Küste wird mit $0,1 \text{ g/m}^2$ vorhergesagt. (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).
- Es wird angegeben, dass die größte Konzentration entlang der deutschen Küste $0,0012 \text{ g/m}^2$ nicht überschreitet. (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).

Auswirkungen auf die Küstenlinie

- Die maximale Masse des Kondensats, das die Küstengebiete erreicht, wird mit 1,3 t angegeben (siehe D01 Abschnitt 4.2.3).
- Es wird nicht gezeigt, dass die Küstengebiete durch „leichte“, „mäßige“ oder „starke“ Verölung betroffen werden.
- Die größte Masse an Kondensat, mit der ein ökologisch sensibles, in der Nähe der Küstengebiete liegendes Gebiet betroffen wird, beträgt 1,5 t (siehe D01 Abschnitt 4.2.10).

- Die größte Masse an Kondensat, mit der ein ökologisch sensibles, entlang der Küstengebiete liegendes Gebiet betroffen wird, beträgt 1,59 t (siehe D01 Abschnitt 4.3.10).

6.0 QUELLEN

Lewis, A. (2013, Januar 2007). *BONN Agreement*. Abgerufen im Juli 2013, von <http://www.bonnagreement.org/eng/doc/Microsoft%20Word%20-%20CURRENT%20STATUS%20report%20final%2019Jan07.pdf>

O'Hara, P., und Morandin, L. (2010). *Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds*. (Auswirkungen der mit der Offshore-Öl- und Gaserschließung verbundenen Ablagerungen auf der Mikrostruktur der Federn von pelagischen Seevögeln).

Reed, M. A. (1996). *Calibration and testing of IKU's oil spill contingency and response (OSCAR) model system*. (Kalibrierung und Test des IKU-Ölkatastrophenschutzmodells (OSCAR – Oil Spill Contingency and Response.)

Reed, M. F. (1995). A three dimensional oil and chemical spill model for environmental impact assessment. (Ein dreidimensionales Modell für Öl- und Chemiekatastrophen zur Bewertung von Umweltauswirkungen).

ONE-Dyas B.V. N05-01 Blowout bei Oberflächenbohrung (eingeschränkt) OSCAR-Modellierungsbericht

Kunde: ONE-Dyas B.V.



Versionsverwaltung

Revision	Datum	Beschreibung	Autor	Geprüft von:
01	20.12.19	Entwurf an den Kunden zur Überprüfung		
02	16.07.20	Aktualisierte Eingabedaten zur Umweltbelastung		

Dieser Text wurde aus dem Englischen übersetzt. Soweit es Widersprüche zum Originaltext gibt, ist der Originaltext führend.

INHALTSVERZEICHNIS

1.0	MODELLIERUNG	6
1.1.	OSCAR.....	6
2.0	MODELL- EINGABEDATEN	7
2.1.	Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster).....	7
2.2.	Umweltdaten	9
2.3.	Modellierte Parameter	9
2.4.	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“	10
2.4.1.	Angewandte Schwellenwerte.....	10
2.5.	Küstenverölung	11
2.6.	Ölprofil	11
2.7.	Aktivitäten zur Bekämpfung	Error! Bookmark not defined.
2.8.	Modellierte Szenarien.....	13
2.8.1.	Stochastische Szenarien	13
2.8.2.	Deterministisches Szenario	13
3.0	OSCAR-SIMULATIONEN	14
3.1.	Stochastische Simulation	14
3.2.	Deterministische Simulation	14
4.0	FREISETZUNGS-AUSGABEN	15
4.1.	STOCHASTISCHE AUSGABEN	15
4.1.1.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	15
4.1.2.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung	16
4.1.3.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer.....	17
4.1.4.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer.....	18
4.1.5.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	20
4.1.6.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt	21
4.1.7.	S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung	22
4.1.8.	S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung	23
4.2.	D01 – DETERMINISTISCHE AUSGABE	25
4.2.1.	D01 – N05-01 Oberfläche des betroffenen Gebietes.....	25
4.2.2.	D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	27
4.2.3.	D01 – Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen	28
4.2.4.	D01 – Massenausgleich.....	28
4.2.5.	D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	29
4.2.6.	D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf.....	30
4.2.7.	D01 – Sedimentkonzentrationen.....	31
4.2.8.	D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf.....	33
4.2.9.	D01 – Küstenverölung	34
4.2.10.	D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	35
4.3.	D02 – DETERMINISTISCHE AUSGABE	36
4.3.1.	D02 – N05-01 Oberfläche des betroffenen Gebietes.....	36
4.3.2.	D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf	37

4.3.3.	D02 – Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen	38
4.3.4.	D02 – Massenausgleich.....	38
4.3.5.	D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen	39
4.3.6.	D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf.....	40
4.3.7.	D02 – Sedimentkonzentrationen.....	41
4.3.8.	D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf.....	43
4.3.9.	D02 – Küstenverölung	44
4.3.10.	D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete	45
5.0	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	46
6.0	QUELLEN.....	47

Abkürzungen

API	American Petroleum Institute
BAOAC	Der „BONN Agreement Oil Appearance Code“
IBCAO	Internationale Bathymetrische Karte des Arktischen Ozeans
t	Metrische Tonne (Tonne)
Öl	Erdöl in jeder Form, einschließlich Rohöl, Kondensat, Heizöl, Schlammöl, Ölabfälle sowie raffinierte Produkte - wie Diesel
OSCAR	Ölkatastrophenschutz und -bekämpfung
ppb	Teile pro Milliarde
µm	Mikrometer

1.0 MODELLIERUNG

Das SINTEF Oil Spill Contingency and Response (OSCAR)-Modellierungspaket wurde verwendet, um die potenziellen Auswirkungen einer Freisetzung von Kondensat aus dem Bohrloch N05-01 zu untersuchen. Es wurden mehrere Szenarien modelliert, um die Quantifizierung des Risikos für die lokale Meeres- und Küstenumwelt zu unterstützen.

Die Ziele der Modellierung waren wie folgt zu verstehen:

Stochastische Modellierung

- Oberflächenverölung
 - Wahrscheinlichkeit der Oberflächenverölung (mit einem angewandten Schwellenwert von $\geq 0,1 \mu\text{m}$)
- Kontaminierung der Küstenlinie
 - Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen auf die Küstenlinie (kein Schwellenwert angewendet)

Deterministische Modellierung

- Der Verbleib des Kondensats (die Menge, die dispergiert, verdunstet und gestrandet ist) und die möglichen Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete.

1.1. OSCAR

Das OSCAR-Modellierungspaket von SINTEF, das einer umfassenden wissenschaftlichen Forschung und Validierung unterzogen wurde (Reed M. F., 1995), (Reed M. A., 1996) wurde ausgewählt, um die Simulation durchzuführen.

Das von SINTEF entwickelte Modellierungspaket OSCAR ist ein dreidimensionales Ölleckagemodell, das eine Reihe von Möglichkeiten der Verölung an der Wasseroberfläche, im Untergrund und an der Küste über einen festgelegten Zeitraum berechnet und aufzeichnet. OSCAR ist ein vollständig validiertes und kalibriertes Modell, das eine Vielzahl von Feldbeobachtungen einer Reihe von experimentellen Ölleckagen verwendet.

Das Modell berücksichtigt die Verwitterung sowie die physikalischen, biologischen und chemischen Prozesse, die das Öl im Meer beeinflussen. OSCAR berücksichtigt die folgenden Oberflächenprozesse: Ausbreitung und Advektion an der Oberfläche, Mitreißen in der Wassersäule, Emulgierung (Mousse-Bildung) und Verflüchtigung (Auflösung). Partikel, die in der Wassersäule mitgerissen werden, werden mit horizontaler und vertikaler Advektion und Dispersion modelliert.

Das Spektrum von OSCAR an Vorhersagen umfasst:

- Wahrscheinlichkeit der Kontamination – Oberfläche, Sediment, Küstenlinie und Wassersäule
- Zeitpunkt des Eintreffens – Öl an der Oberfläche, in der Wassersäule und Küstenstrandung

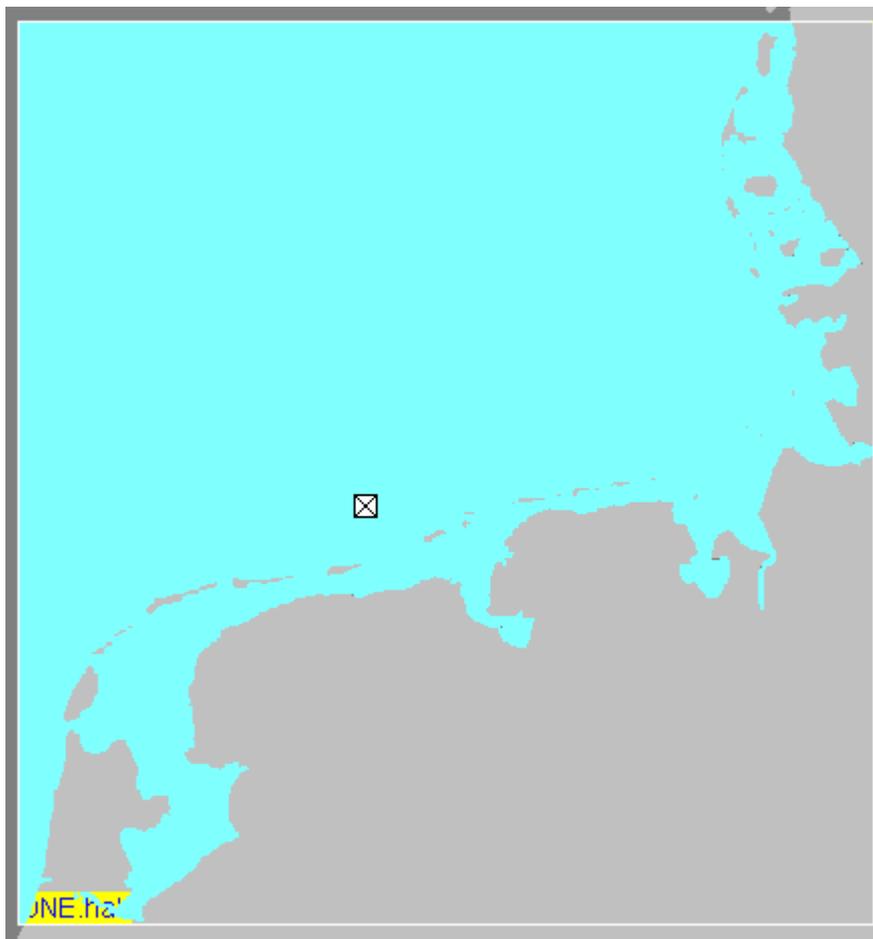
- maximal wahrscheinliche Konzentrationen – in der Wassersäule und auf der Wasseroberfläche
- emulgierte Masse – von Öl, das die Küste und die Oberfläche erreicht
- Expositionsdauer – von Oberflächenöl, Wassersäule und Konzentrationsschwellen
- Verbleibsprozesse – einschließlich Verdunstung, Dispersion, Auflösung, Sedimentation, Strandung und Zerfall.

2.0 MODELL-EINGABEDATEN

In diesem Abschnitt werden die für die OSCAR-Simulationen verwendeten Eingabedaten zusammengefasst.

2.1 Untersuchungsgebiet (Habitat-Raster)

Ein 500 km x 500 km (250.000 km²) großes Habitat-Raster wurde als geeignete Auflösung angesehen, um die potenzielle Oberflächenverölung, die Konzentrationen in der Wassersäule und die Auswirkungen auf die Küstenlinie zu ermitteln. Jede Rasterzelle deckt eine Fläche von ca. 500 m x 500 m (0,25 km²) ab.



Die Art der Küstenlinie hat einen Einfluss auf die Menge des Kohlenwasserstoffs, der stranden und wieder mobilisiert werden kann – hier wurde ein Sandstrand gewählt. Diese

Art der Küstenlinie ist ein angemessener Näherungswert, um die gestrandeten Mengen zu bestimmen.

2.2. Umweltdaten

Hydrodynamische Daten	Es wurden repräsentative Strömungsdaten von 2011 bis 2014 verwendet, die aus Vorhersagen des Met Office Atlantic Margin-Modells stammen. Die Oberflächenströmungen sind stündlich.	
Wind	Die im Modell verwendeten repräsentativen Winddaten wurden dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen (2008–2014) entnommen und in 3-stündigen Intervallen bereitgestellt.	
Lufttemperatur	Die Lufttemperatur wird vom Verdunstungsmodell in OSCAR nicht verwendet	
Meerestemperatur ¹	Winter	Sommer
Tiefe 0 m	5,3 °C	17,6 °C
10 m	5,3 °C	16,6 °C
20 m	5,3 °C	15,6 °C
Sauerstoff ²	6,9 mg/l obere Wassersäule und 6,7 mg/l untere Wassersäule	5,4 mg/l obere Wassersäule 5,10 mg/l untere Wassersäule
Salzgehalt	34 ppt	34 ppt

2.3. Modellierte Parameter

N05-01 Bohrloch	
Ort der Freisetzung	Oberfläche
Breitengrad / Längengrad	53° 41' 29,74" N / 06° 21' 18,50" E
Menge der Freisetzung	13,6 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 10 m ³ pro Tag bis Tag 90
Dauer der Simulation	100 Tage ³

¹ NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der Temperatur im 1°-Raster

² NOAA, WOA 2013 Datenzugriff: WOA 2013 Datenzugriff: Statistischer Mittelwert der scheinbaren Sauerstoffausnutzung im 1°-Raster

³ Zu der Dauer der Freisetzung 90 Tagen wurden weitere 10 Tage hinzugefügt, um nach Beendigung der Freisetzung eine zusätzliche Verfolgung des Oberflächenöls zu ermöglichen.

2.4. Der „BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)“

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC) besagt, dass Ölschichten unter 0,04 µm Dicke unter den meisten Betrachtungsbedingungen für das menschliche Auge nicht leicht wahrnehmbar sind und bis zu einer Dicke von 0,3 µm silbrig/grau erscheinen (Lewis, 2013).

Der BONN Agreement Oil Appearance Code (BAOAC)				
Code	Beschreibung – Erscheinungsbild	Schichtdicke	Intervall	Liter pro km ²
		µm	mm	
1	Glanz (silbrig/grau)	0,04–0,30	4.–005–0,0003	40–300
2	Regenbogen	0,3–5,0	0,0003–0,005	300–5.000
3	Metallisch	5,0–50	0,005–0,05	5.000–50.000
4	Diskontinuierlich echte Ölfarbe	50–200	0,05–0,2	50.000–200.000
5	Kontinuierlich echte Ölfarbe	≥ 200	≥ 0,2	≥ 200.000

2.4.1. Angewandte Schwellenwerte

- Auf der Grundlage der Ergebnisse des Berichts „Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds“ (O'Hara & Morandin, 2010) und für die Zwecke dieses Studienberichts wurde eine Schwelle der Oberflächendicke von 0,1 µm (0,0001 mm) für die Oberflächenverölung angesetzt.
- Auf der Grundlage von akzeptablen Öleinleitungen ins Wasser der küstennahen Gewässer innerhalb der 12-nm-Hoheitsgewässergrenzen wurde ein Schwellenwert von 50 ppm für die Konzentration in der Wassersäule angesetzt.
- Für Massenansammlungen an der Küste wurde kein Schwellenwert festgelegt.

2.5. Küstenverölung

Anhand der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ („Erkennung von Öl an Küstenlinien“) aus dem Jahr 2011 wird das Ausmaß der Küstenverölung, die als leichte, mäßige oder starke Verölung beschrieben wird, unten dargestellt. Wo Küstenverölung innerhalb der Modelle erfasst wird, ist eine Übersicht über die Klassifizierung der Verölung an der Küste angegeben.

Klassifizierung des Küstenverölung	Volumen (Liter/m ²)	Ø Ölschichtdicke (mm)	Verölen (g/m ²)
Leichtes Verölen	0,1–1	0,1 –1	76
Mäßiges Verölen	1–10	1 –10	759
Starkes Verölen	>10	>10	7.590

Beispiel für leichtes Verölen	Beispiel für mäßiges Verölen	Beispiel für starkes Verölen
		

Bilder mit freundlicher Genehmigung der ITPOF - Technische Informationsschrift Nr. 6 "Erkennung von Öl an Küstenlinien"

2.6. Ölprofil

In der Standard-Öl-Datenbank von OSCAR ist das Kondensat N05-01 nicht enthalten. Aufgrund der Übereinstimmung der Kohlenwasserstoffe mit den bekannten Eigenschaften wurde das Marulk-Kondensat als geeignetes Analogon für die Modelldarstellung ausgewählt.

Ölabgleich zum Vergleich						
Name	ITOPF-Gruppe	SG	Viskosität	Pourpoint (°C)	Wachsgehalt (%)	Asphaltenegehalt (%)
N05-01	I	0,763	0,8	0	0	0
Marulk	I	0,759	1	-36	0,01	0,01

2.7. Maßnahmen zur Bekämpfung

Um ein besseres Verständnis für den Verbleib des Öls zu erhalten, wurden in den verschiedenen Simulationen keine Maßnahmen zur Bekämpfung von Ölleckagen berücksichtigt.

2.8. Modellierte Szenarien

2.8.1. Stochastische Szenarien

Modelliert als saisonbedingte Freisetzungen – Winter (Dez.–Feb.), Sommer (Juni–Aug.)				
Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
S01	N05-01 Bohrloch-Blowout (Winter)	13,6 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 10 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage
S02	N05-01 Bohrloch-Blowout (Sommer)	13,6 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 10 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage

2.8.2. Deterministisches Szenario

Die Ergebnisse der stochastischen Modellausgaben wurden analysiert, um das ungünstigste Strandungsszenario zu ermitteln – dies ist die Simulation mit dem größten Strandungsvolumen.

Szenario		Menge der Freisetzung	Dauer der Freisetzung	Dauer der Modellierung
D01	N05-01 Bohrloch-Blowout (Winter)	13,6 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 10 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage
<i>Monat der modellierten FREISETZUNG – Januar 2012</i>				
D02	N05-01 Bohrloch-Blowout (Sommer)	13,6 m ³ pro Tag, Reduzierung auf 10 m ³ pro Tag bis Tag 90	90 Tage	100 Tage
<i>Monat der modellierten FREISETZUNG – Juni 2013</i>				

3.0 OSCAR-SIMULATIONEN

3.1. Stochastische Simulation

Bei einer stochastischen Simulation wird eine Reihe von Simulationen der Freisetzungstrajektorien wiederholt mit einem Startdatum ausgeführt, das innerhalb des Zeitraums liegt, der von historischen Wind- und/oder hydrodynamischen Daten abgedeckt wird. Die Ergebnisse der Trajektorien werden kombiniert, um die vorhergesagten Wahrscheinlichkeiten von Ölspeuren in definierten Zeiträumen darzustellen. Die Durchführung mehrerer Freisetzungssimulationen während einer einzigen Saison sollte eine zuverlässige Vorhersage der Ölspeuren sowie der Wahrscheinlichkeiten der Verölung für eine Freisetzung liefern, die während dieser Saison beginnt und sich in die folgenden Saisons erstreckt.

Es wurden mehr als 100 Simulationen über den Freisetzungszeitraum mit einer Reihe von Windzeiten durchgeführt, die an einem zufällig gewählten Datum begann. Bei diesem Ansatz sollte eine ausreichende Anzahl von Simulationen die Schwankungen der Windgeschwindigkeit und -richtung in dem innerhalb der Simulation identifizierten Gebiet adäquat modellieren.

Die Ergebnisse des stochastischen Modells wurden analysiert, um das Datum mit dem höchsten Strandungsvolumen zu ermitteln. Dieses Datum und diese Uhrzeit wurden für das deterministische Modell verwendet.

3.2. Deterministische Simulation

Deterministische oder Trajektorienmodelle werden verwendet, um den Weg eines Ölteppichs im Zeitverlauf vorherzusagen. Das Modell schätzt das Verwitterungsprofil unter den angegebenen hydrodynamischen und meteorologischen Bedingungen, indem es zeitlich und räumlich variierende, numerisch berechnete Meeresströmungen und Winde verwendet.

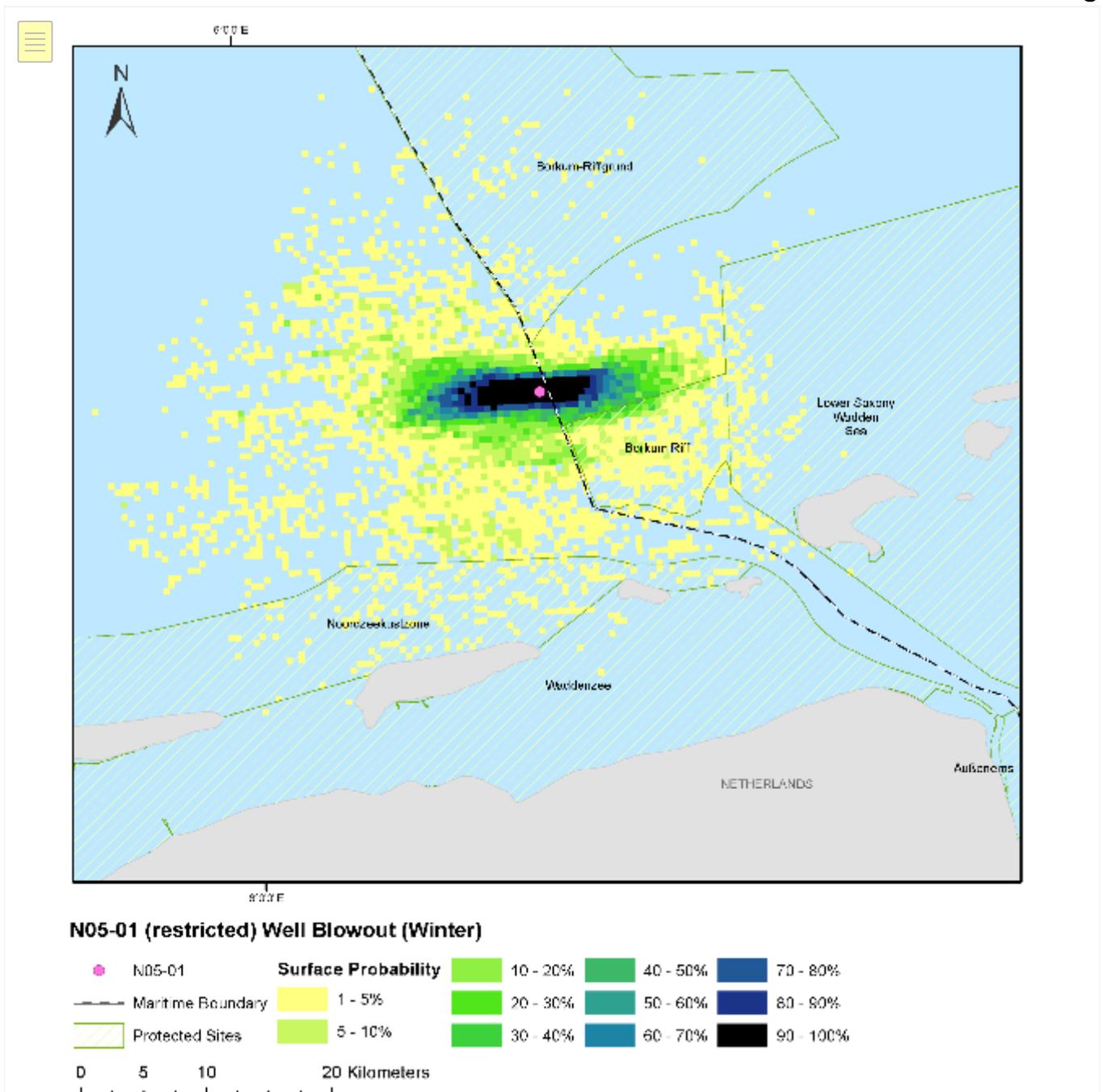
Die Ergebnisse wurden ausgewertet, um Folgendes zu bestimmen:

- die vorhergesagte Bahnkurve des Ölteppichs
- Schätzungen der Oberfläche des Ölteppichs
- Änderungen der Kondensateigenschaften im Zeitverlauf
- mögliche Auswirkungen auf ökologisch sensible Gebiete und die Länge der betroffenen Küstenlinie
- Sedimentkonzentrationen
- Schätzungen der Gesamtmenge des gestrandeten Kondensats.

4.0 FREISETZUNGS-AUSGABEN

4.1. STOCHASTISCHE AUSGABEN

4.1.1. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

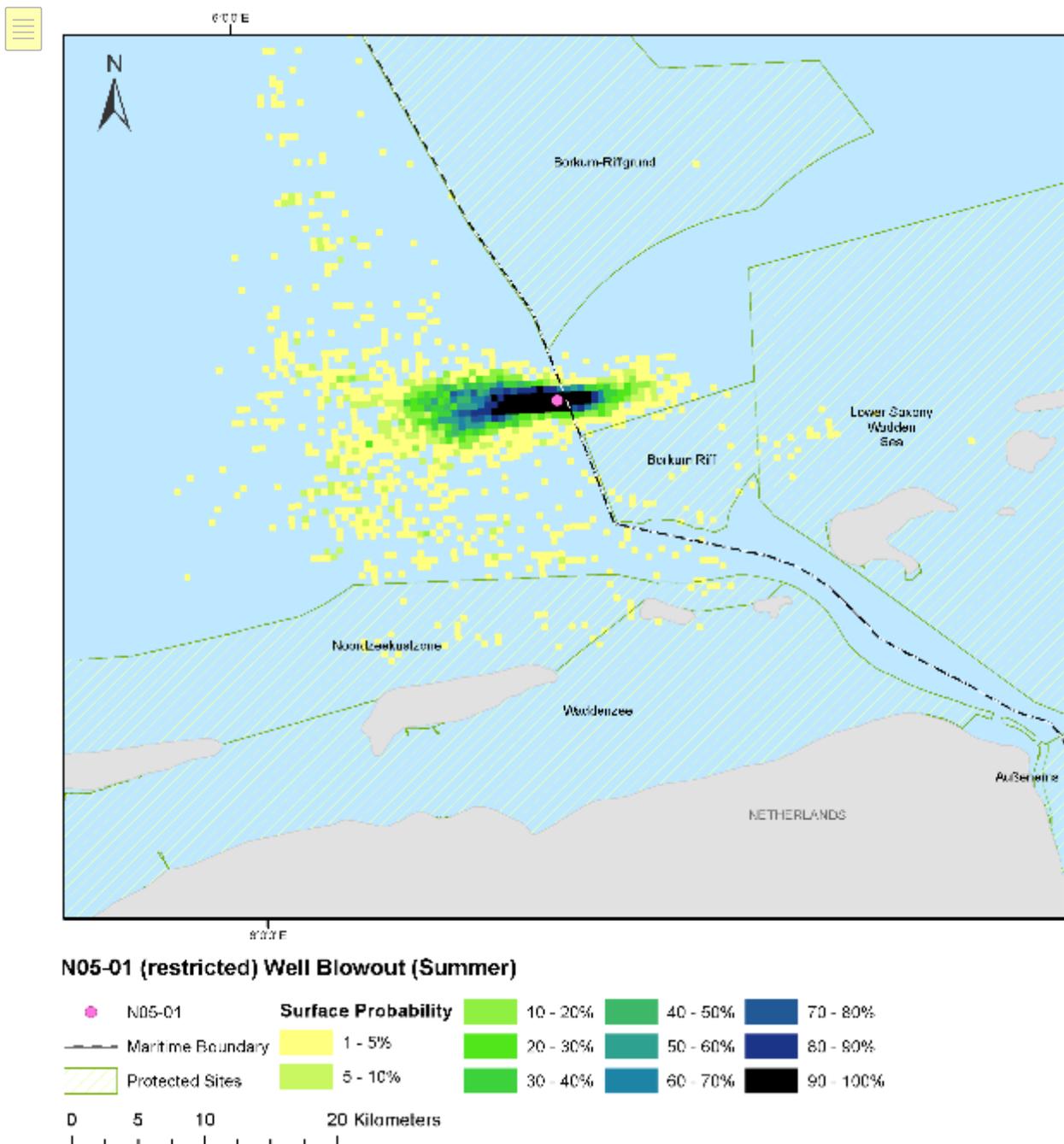
Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Das Diagramm zeigt die Wahrscheinlichkeit (>1 %) der Dicke des Öls auf der Oberfläche $\geq 0,1 \mu\text{m}$.

Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 90–100 % angegeben. Dieses Gebiet konzentriert sich direkt über der Stelle der Freisetzung und dehnt sich etwa 5 km nach außen aus.
- In einer Entfernung von 10–12 km vom Ort der Freisetzung verringert sich die Wahrscheinlichkeit erheblich auf etwa 20 %.

- Dies reduziert sich weiter auf lückenhafte Gebiete mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 – 5 %.

4.1.2. S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung



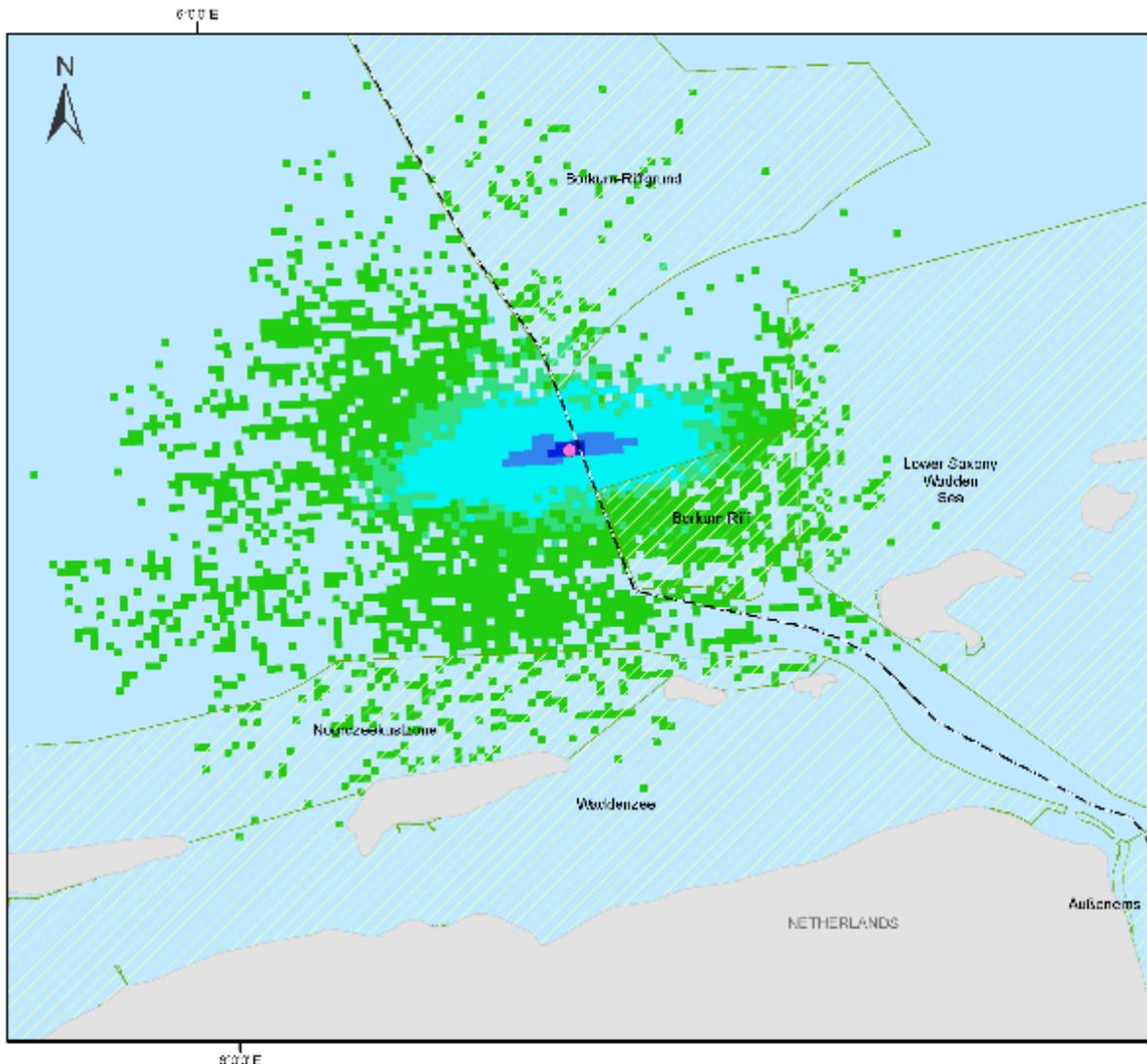
Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Das Diagramm zeigt die Wahrscheinlichkeit (>1 %) der Dicke des Öls auf der Oberfläche $\geq 0,1 \mu\text{m}$.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Oberflächenverölung

- Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit 90–100 % angegeben. Dieses Gebiet konzentriert sich direkt über der Stelle der Freisetzung und dehnt sich etwa 5 km nach außen aus.
- In einer Entfernung von 6–11 km vom Ort der Freisetzung verringert sich die Wahrscheinlichkeit deutlich auf etwa 20 %, wobei sich einzelne Gebiete bis ca. 16 km ausdehnen.

4.1.3. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer



N05-01 (restricted) Well Blowout (Winter)

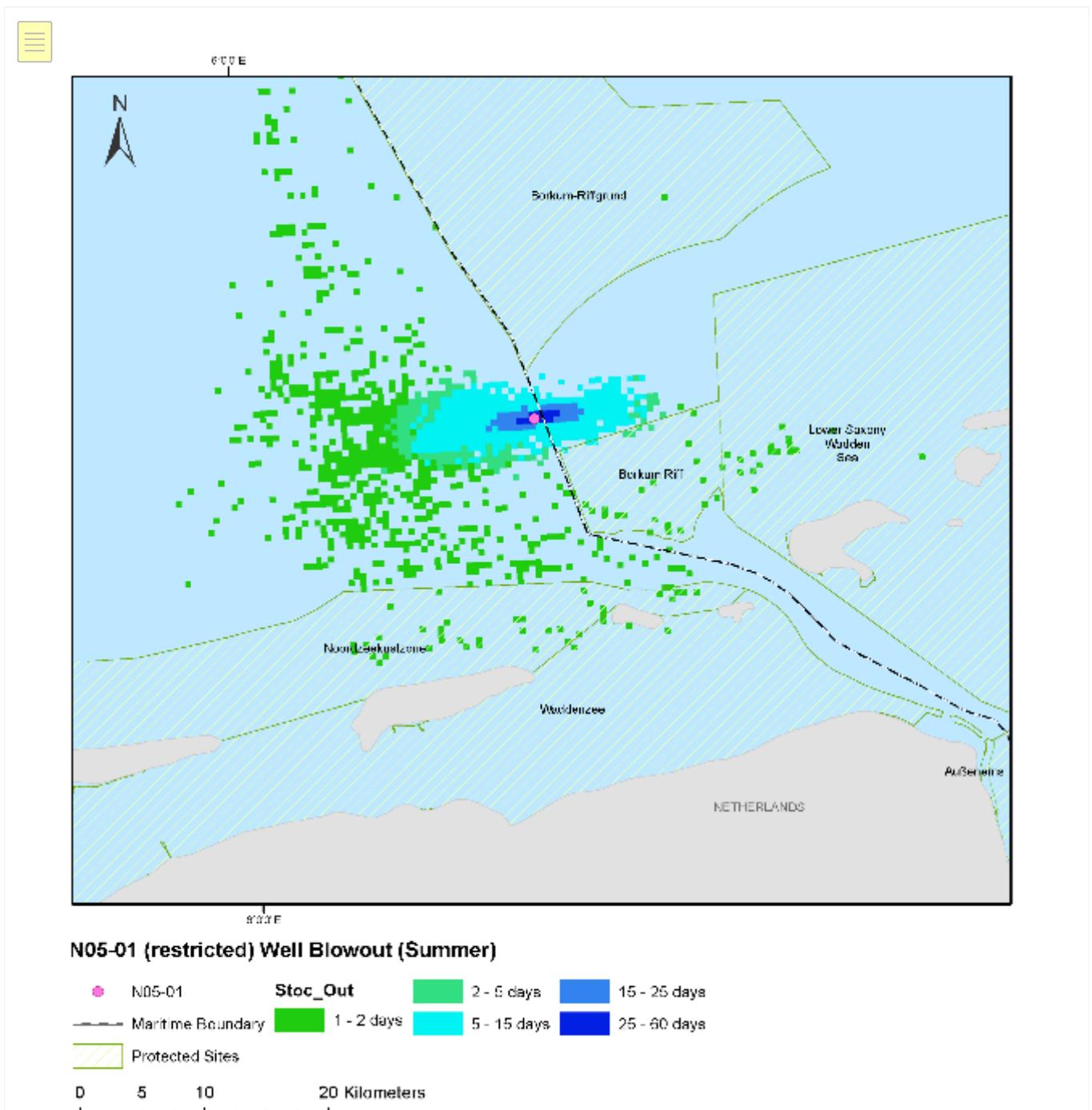


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg. Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S01 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 58 Tage, die sich direkt über und um den Ort der Freisetzung herum auf ca. 1,5 km konzentriert.
- Bei 13 km reduziert sich die Expositionsdauer schnell auf ≤2 Tage.

4.1.4. S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Expositionsdauer



Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die höchste Expositionsdauer über alle Simulationen hinweg.

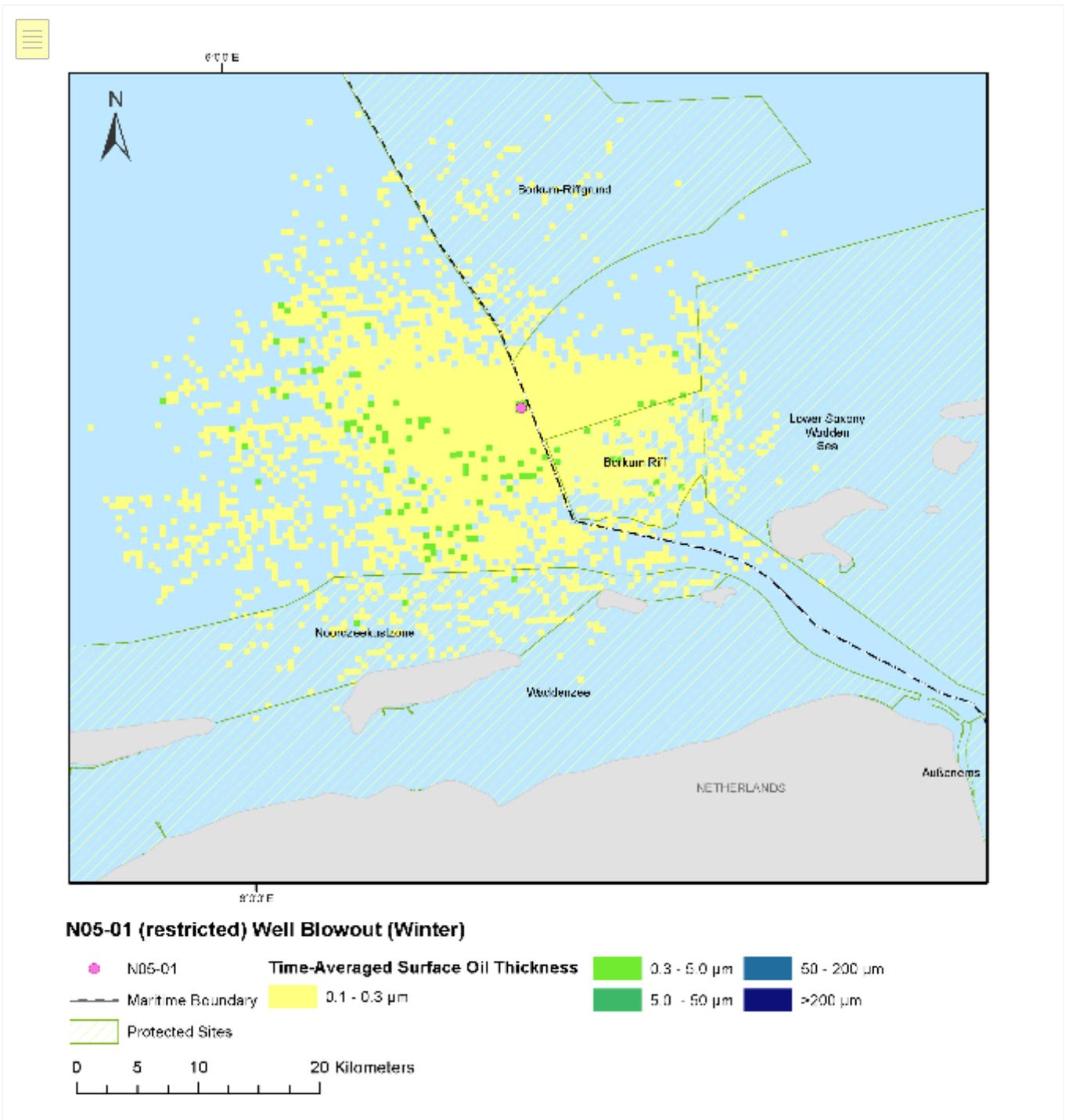
Die Expositionsdauer bezieht sich darauf, wie viele Tage während einer Simulation ein bestimmtes Gebiet einer Verölung ausgesetzt war.

Zusammenfassung der Expositionsdauer der S02 Oberflächenverölung

- Die maximale Expositionsdauer, die das Modell angibt, beträgt 55 Tage, die sich direkt über und um den Ort der Freisetzung herum auf ca. 1,5–2 km konzentriert.
- Bei 10–12 km reduziert sich die Expositionsdauer schnell auf ≤2 Tage.

XS

4.1.5. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

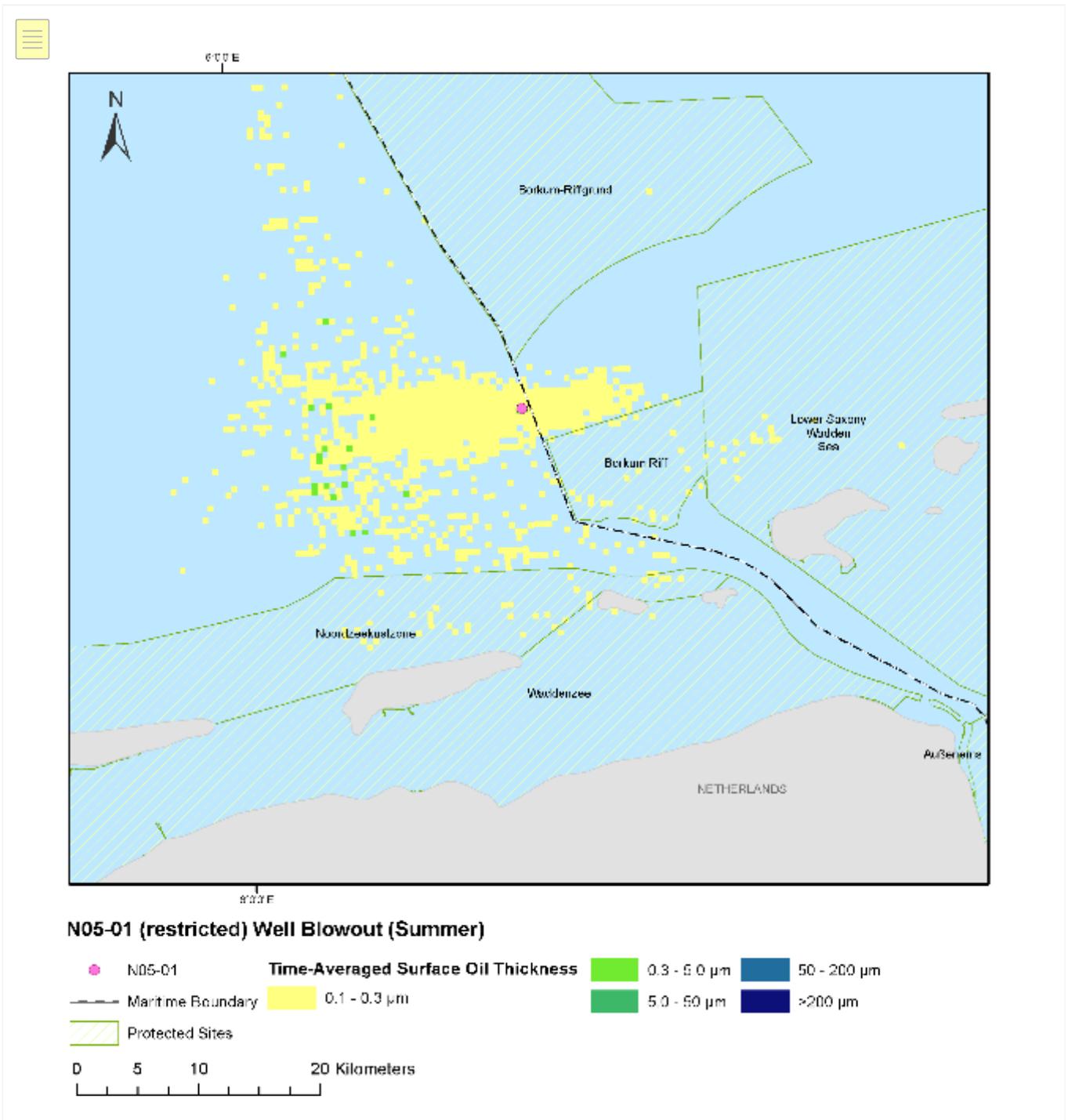


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung genutzt wird und auf etwa 100 unabhängig simulierten Trajektorien beruht. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Oberflächenkondensats im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen hinweg.

Zusammenfassung der S01 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Die maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt wird mit 0,7 µm angegeben (Regenbogenfarbe).
- Gebiete mit Kondensat bis zu 0,6 µm (Regenbogenfarbe) werden als klein und verstreut über einen weiten Bereich von bis zu 29 km vom Ort der Freisetzung vorhergesagt.
- Die durchschnittliche Dicke liegt überwiegend zwischen 0,1 µm und 0,3 µm (Glanz)

4.1.6. S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

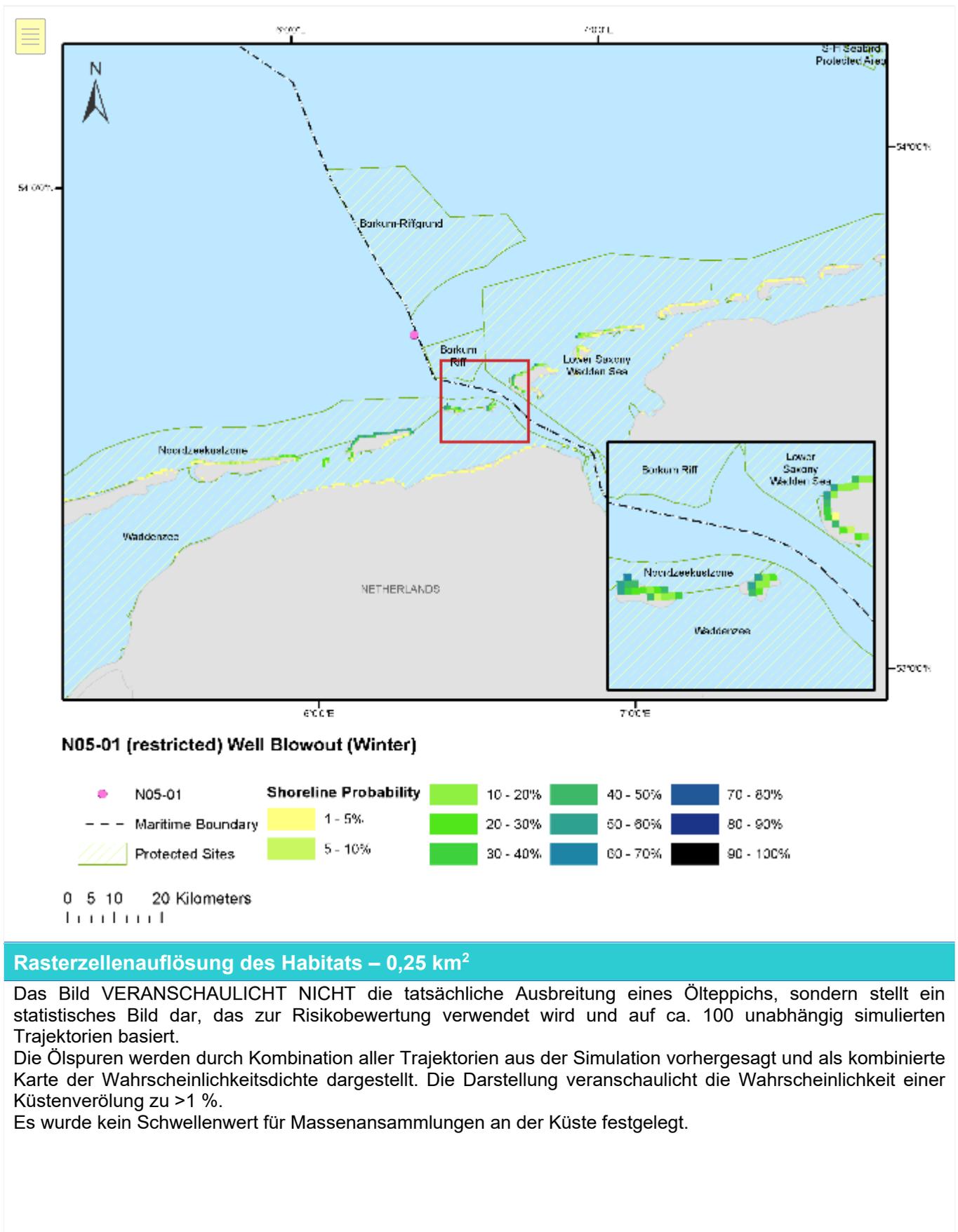


Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausdehnung eines Ölteppichs, sondern ein statistisches Bild, das zur Risikobewertung auf der Grundlage von ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien verwendet wird. Das Diagramm veranschaulicht die maximale Dicke des Kondensats an der Oberfläche im Zeitdurchschnitt über alle Simulationen.

Zusammenfassung der S02 maximalen Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt

- Die maximale Emulsionsdicke im Zeitdurchschnitt wird mit 0,6 µm angegeben (Regenbogenfarbe).
- Gebiete mit Kondensat bis zu 0,6 µm (Regenbogenfarbe) werden als klein und verstreut über ein weites Gebiet von bis zu 16 km vom Ort der Freisetzung vorhergesagt.
- Die durchschnittliche Dicke liegt überwiegend zwischen 0,1 µm und 0,3 µm (Glanz)

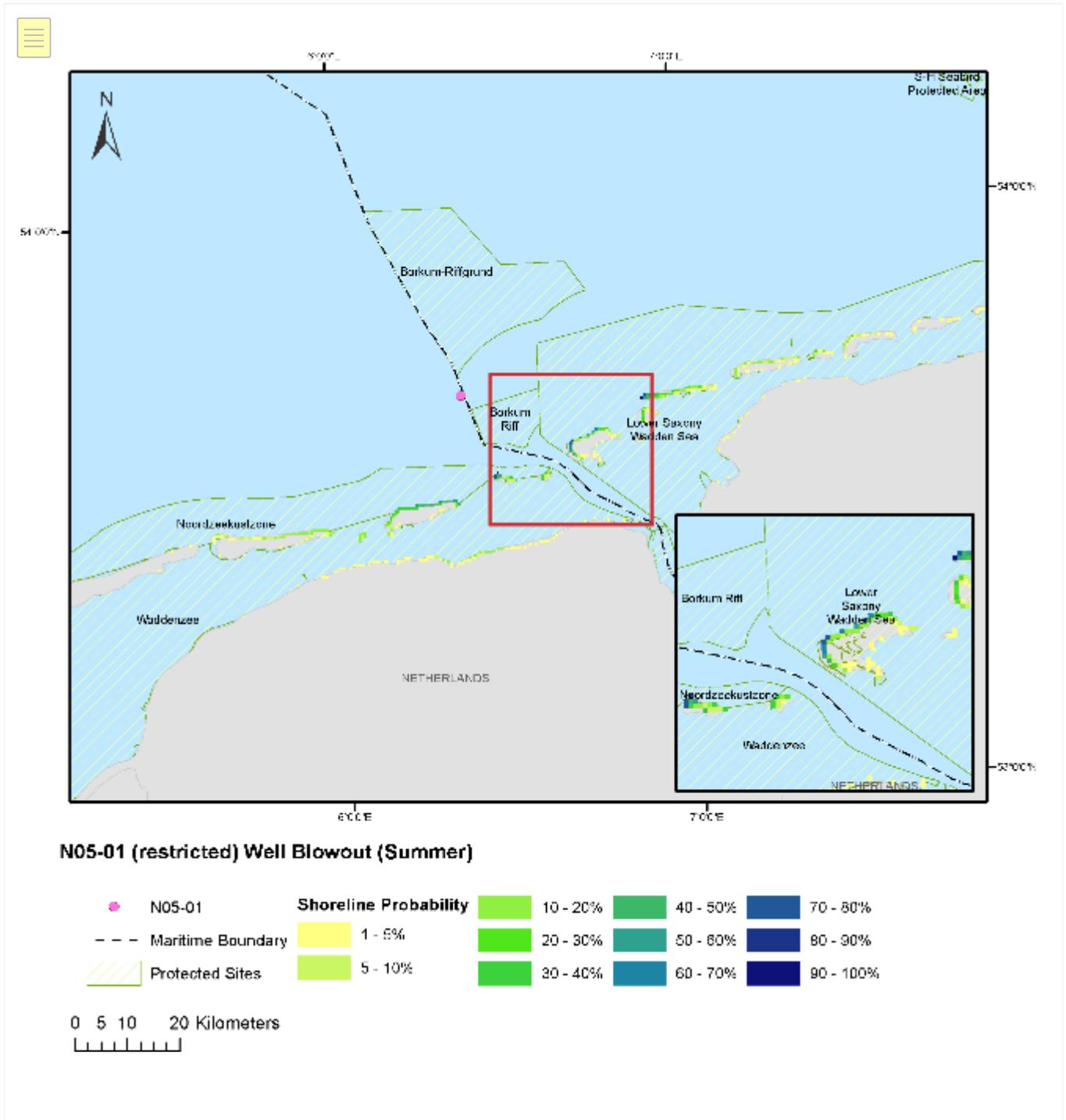
4.1.7. S01 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Zusammenfassung der S01 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 62 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass die sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 45 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 55 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 60 Stunden bewegt.

4.1.8. S02 – N05-01 Bohrloch-Blowout Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung



Rasterzellenauflösung des Habitats – 0,25 km²

Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT die tatsächliche Ausbreitung eines Lecks, sondern stellt ein statistisches Bild dar, das zur Risikobewertung verwendet wird und auf ca. 100 unabhängig simulierten Trajektorien basiert. Die Ölsuren werden durch Kombination aller Trajektorien aus der Simulation vorhergesagt und als kombinierte Karte der Wahrscheinlichkeitsdichte dargestellt. Die Darstellung veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit einer Küstenverölung zu >1 %.

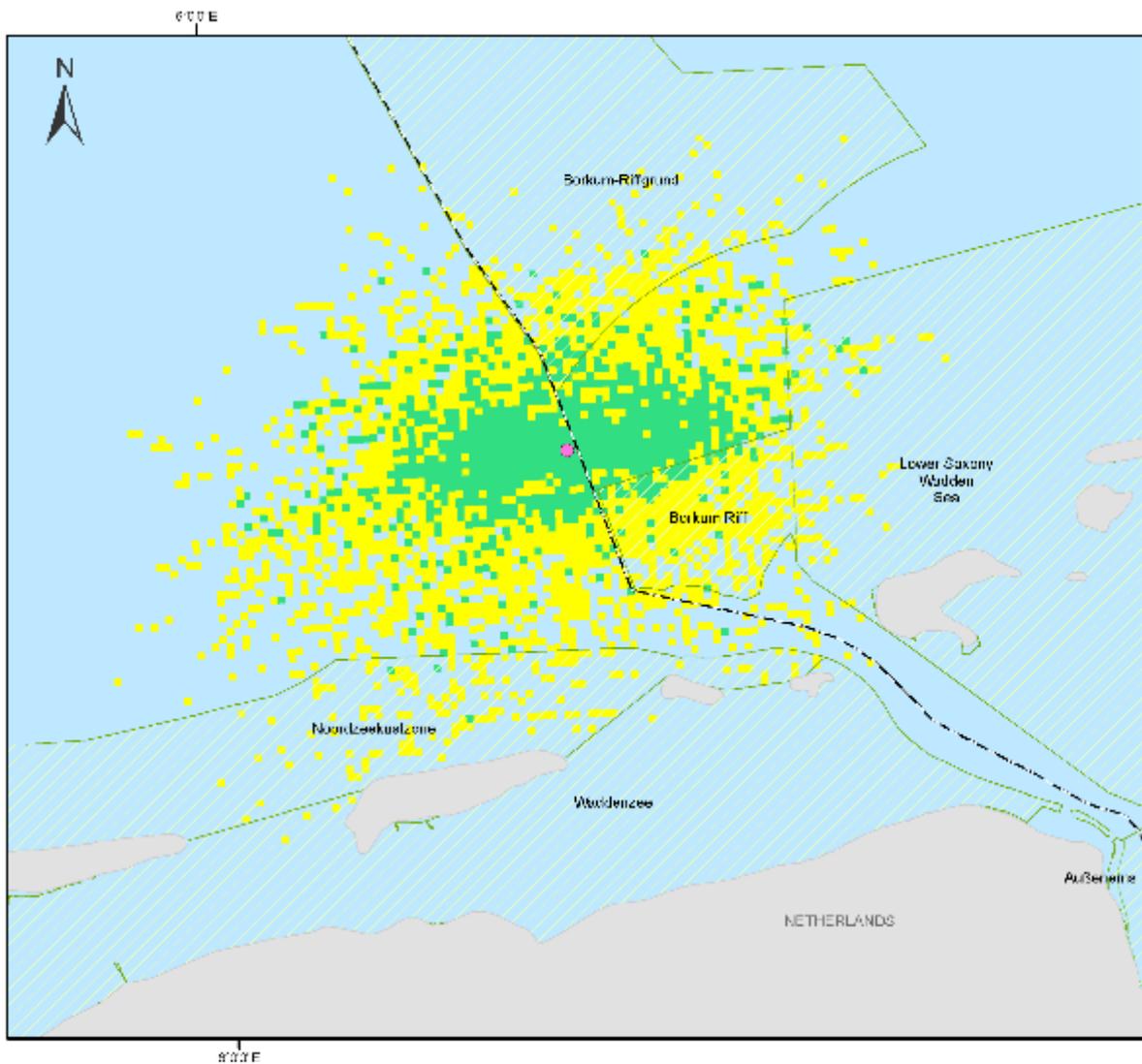
Es wurde kein Schwellenwert für Massenansammlungen an der Küste festgelegt.

Zusammenfassung der S02 Wahrscheinlichkeiten der Küstenverölung

- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 87 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass die sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 40 Stunden bewegt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen auf die Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 91 % vorhergesagt. Es wird vorhergesagt, dass sich die kürzeste Zeit bis zur Strandung innerhalb von 3 Tagen bewegt.

4.2. D01 – DETERMINISTISCHE AUSGABEN

4.2.1. D01 – N05-01 Oberfläche des betroffenen Gebietes



N05-01 (restricted) Well Blowout (Winter)

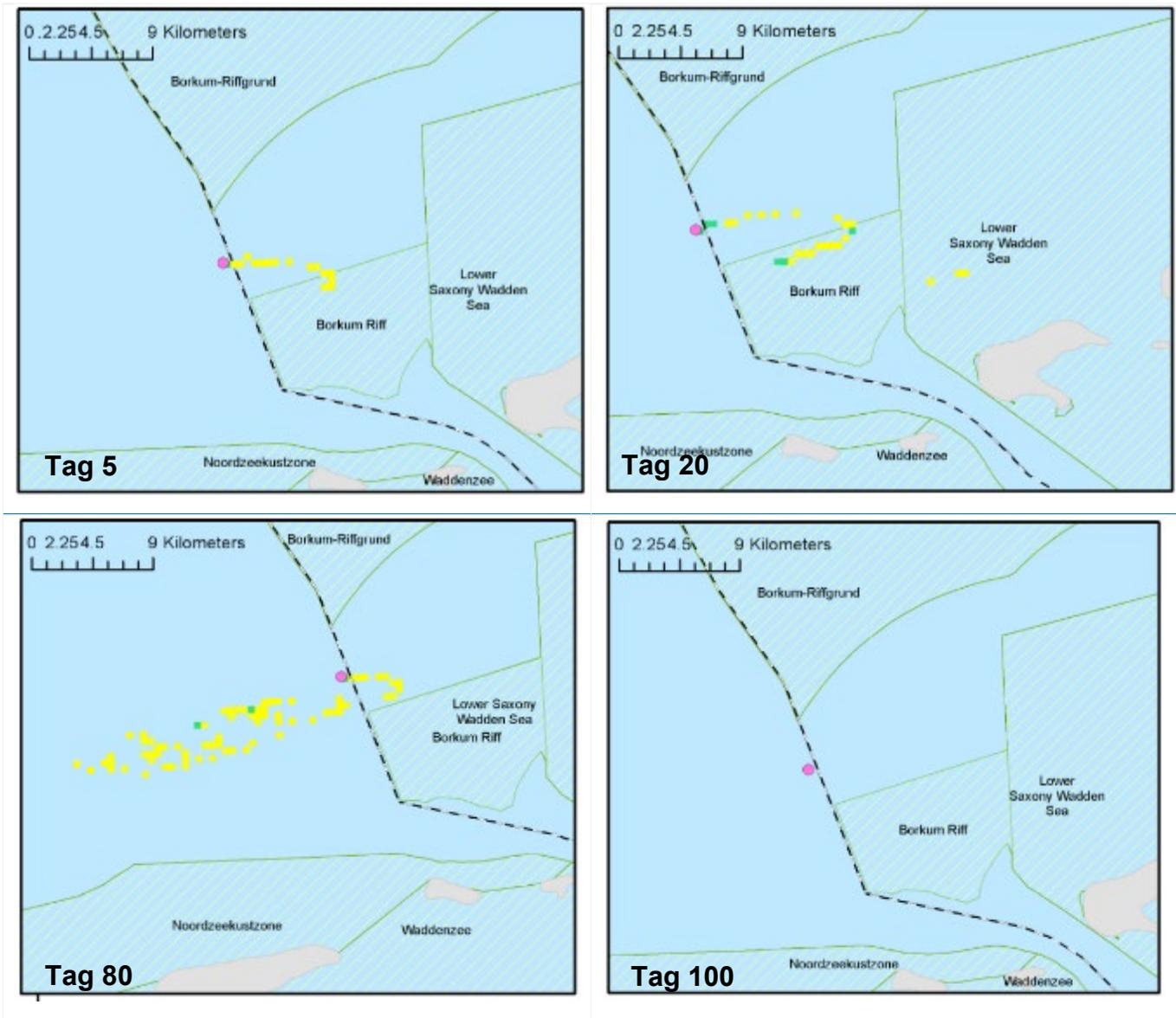


Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern veranschaulicht, wo das dickste Kondensat wahrscheinlich im Verlauf des 100-Tage-Szenarios vorhanden sein wird.

- Es wird das Vorhandensein von Kondensat mit einer Dicke von bis zu 0,6 μm (Regenbogenfarbe) in einer Entfernung von ca. 22 km von der Stelle der Freisetzung angezeigt.

4.2.2. D01 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung der Oberflächenverölung im Zeitverlauf

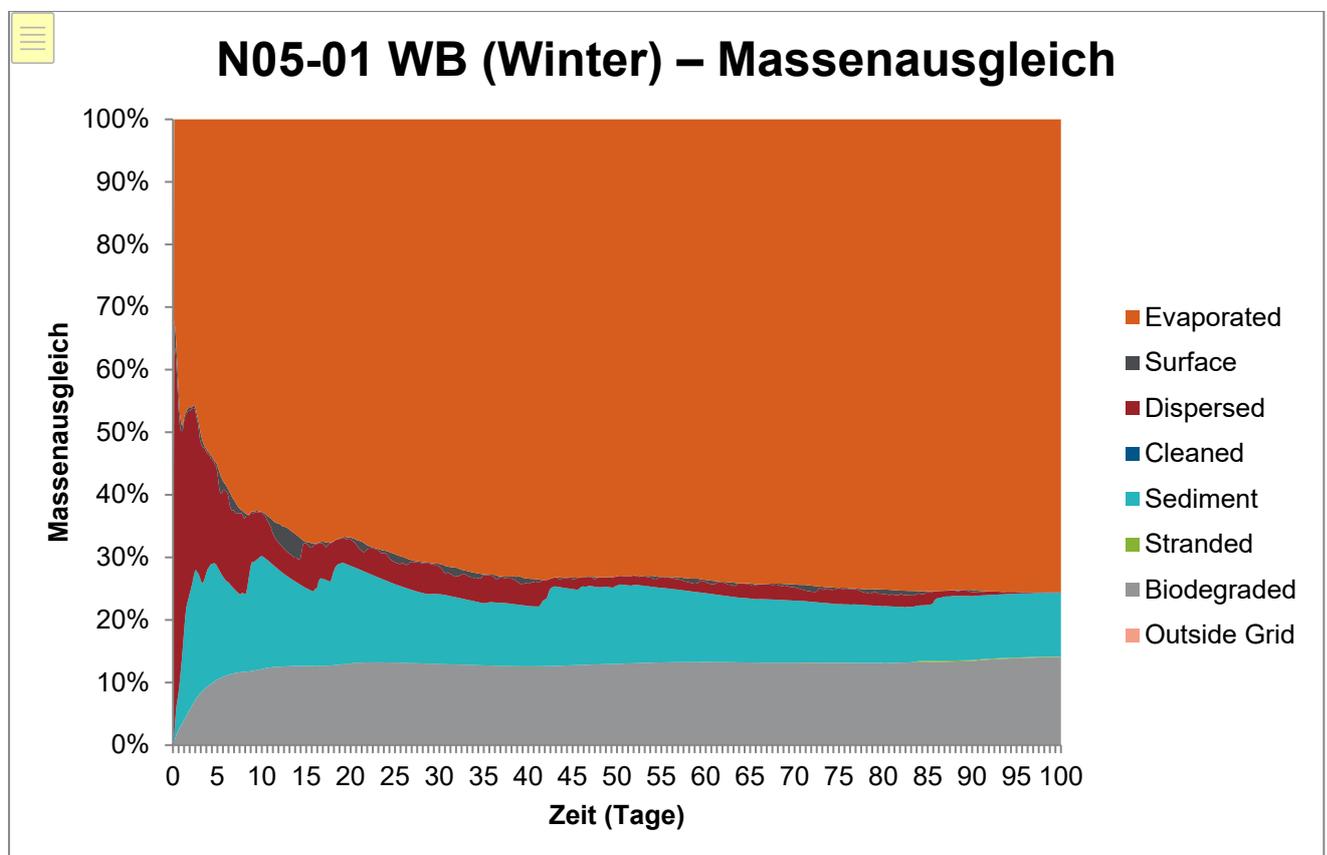
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete mit Kondensat, mit einer maximalen Dicke von 0,6 μm (Regenbogenfarbe).
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegt die Oberflächenverölung unter 0,1 μm und ist mit dem menschlichen Auge wahrscheinlich nicht mehr zu erkennen.

4.2.3. D01 – Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,09	0,0
Atmosphäre	605,8	74
Wassersäule	0,26	0,0
Sedimente	90,34	11,0
An Land	0,66	0,1
Biologisch abgebaut	122	14,9
Außerhalb der Rasterfläche	0,0002	0,0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	0	
Maximales Kondensat an Land (t)	1,7 (Tag 85)	

4.2.4. D01 – Massenausgleich

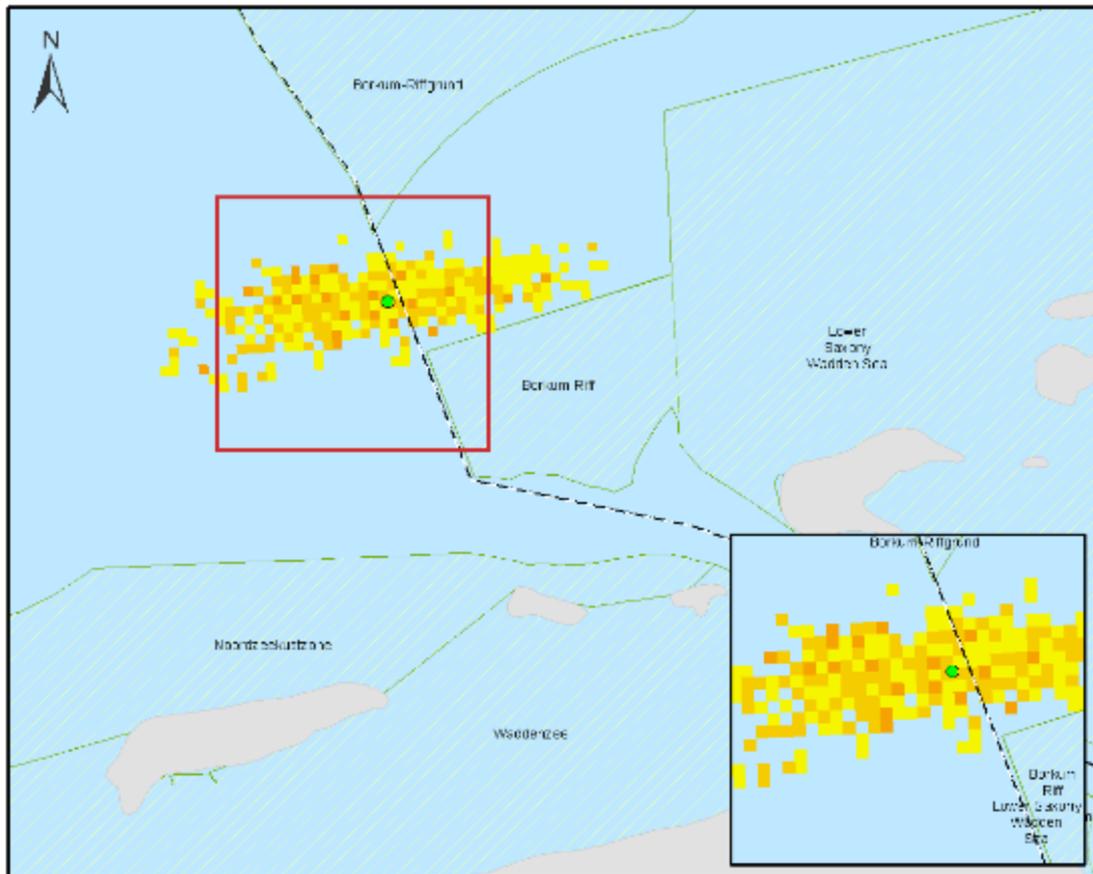
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Kondensatfreisetzung.



Am Tag 100 verbleiben <0,1 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 74 % sind verdunstet, <0,1 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 11 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 14,9 % wurden biologisch abgebaut, 0,1 % sind gestrandet (beached).

4.2.5. D01 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

D01 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 100 Tage



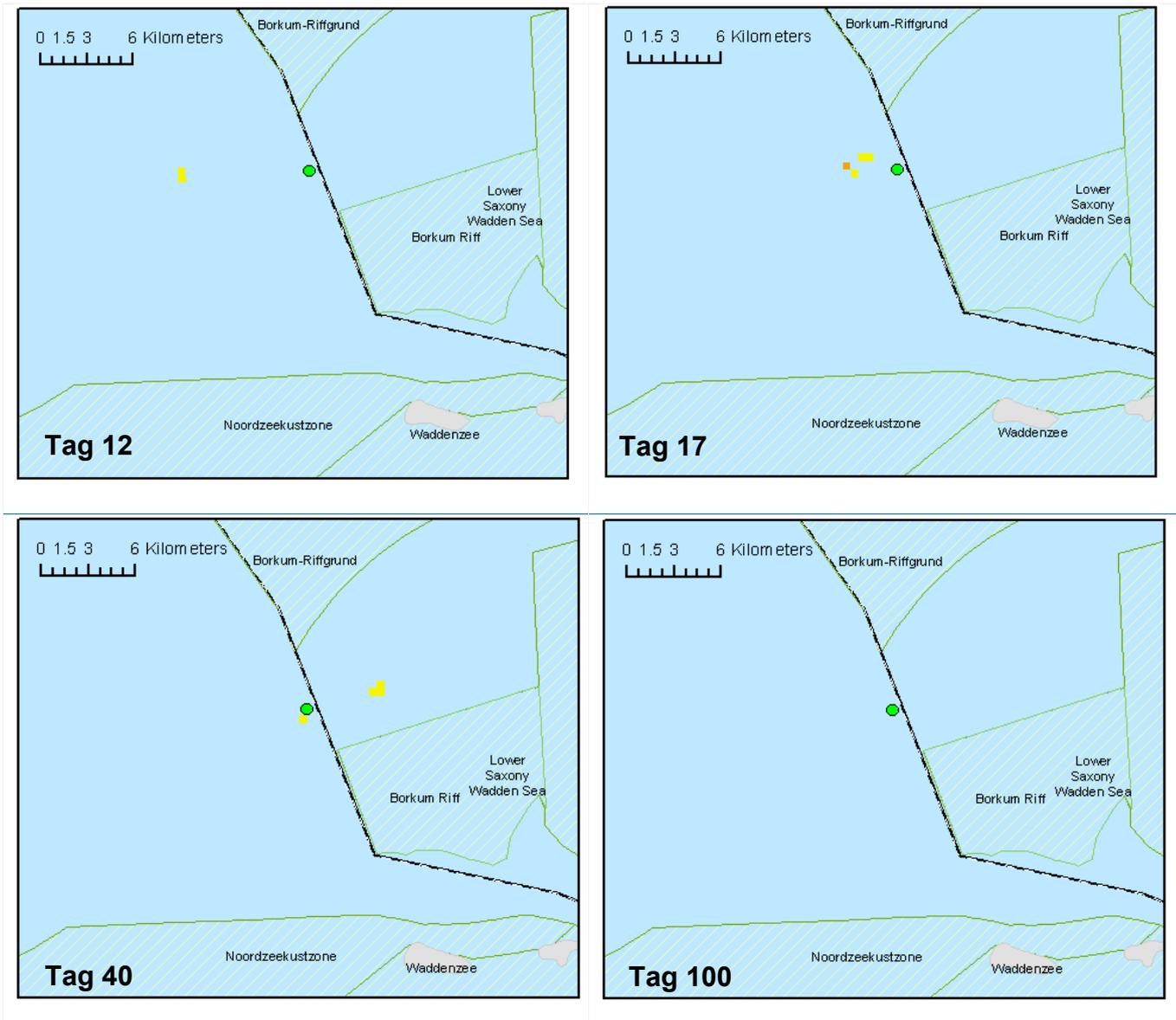
N05-01 (restricted) Well Blowout (Winter)



Zusammenfassung der gesamten Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 100-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Gesamtkonzentration wird mit 294 ppb vorhergesagt. Gesamtkonzentrationen von bis zu 240 ppb erstrecken sich etwa 10 km vom Ort der Freisetzung entfernt.
- In den Küstengebieten werden Konzentrationen von unter 50 ppb angezeigt.

4.2.6. D01 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

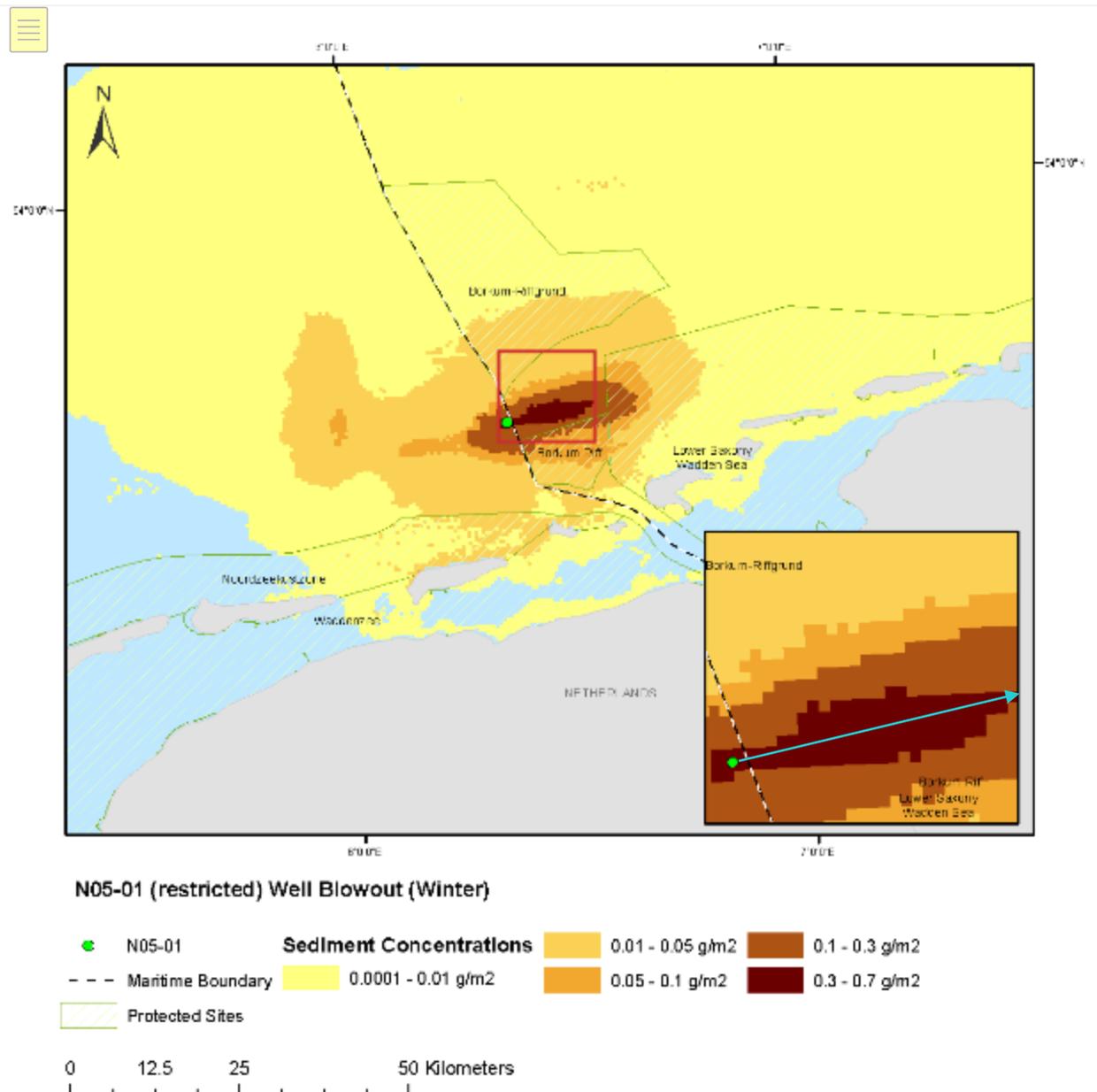


Zusammenfassung der maximalen Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 294 ppb angegeben (Tag 39)
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 1 ppb.

4.2.7. D01 – Sedimentkonzentrationen

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen



Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

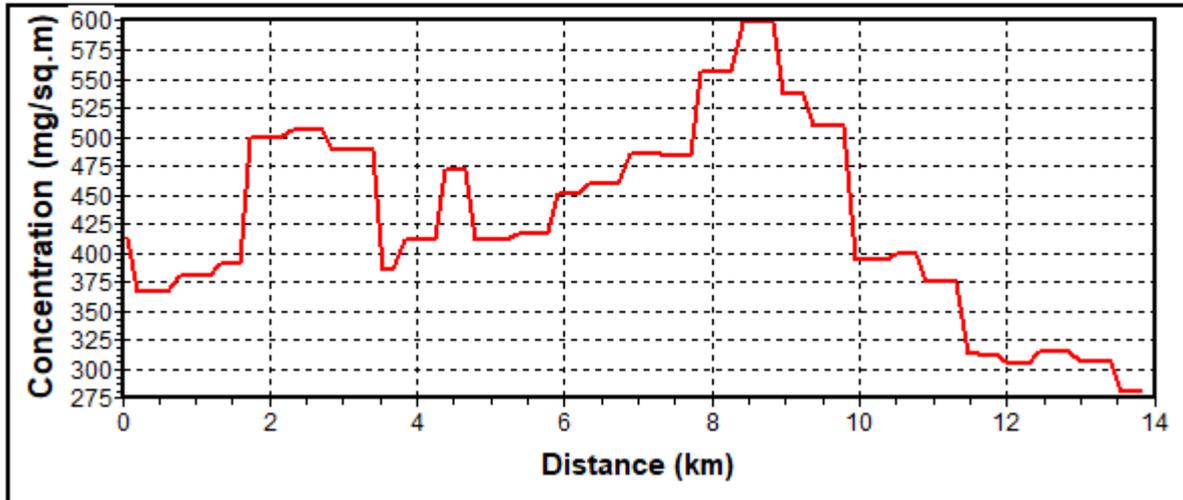
- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 100.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,65 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximalen Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit <0,1 g/m² vorhergesagt.
- Es wird vorhergesagt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie 0,02 g/m² nicht überschreiten.

D01 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen

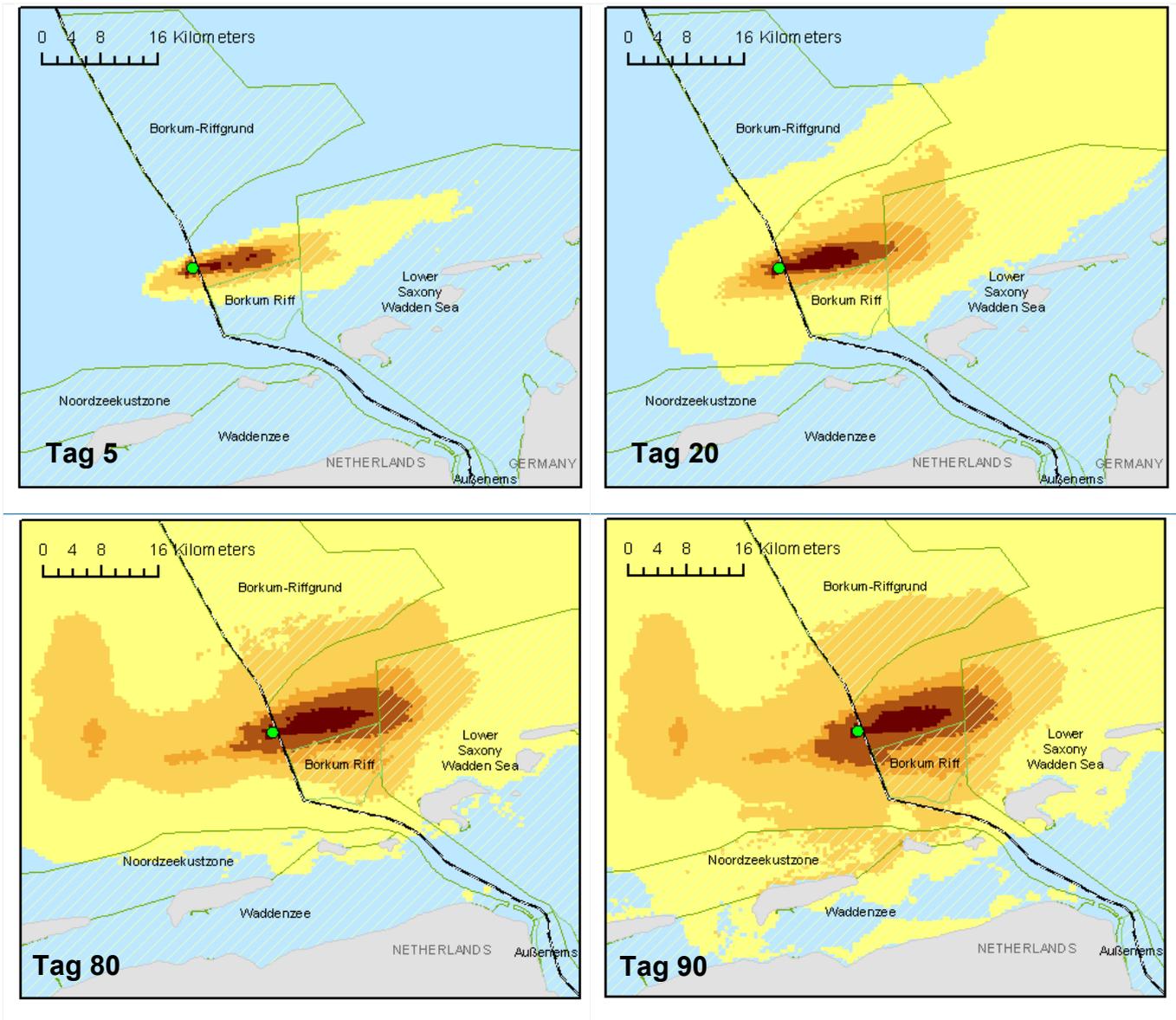
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'10"E,53°41'30"N]-[6°33'37"E,53°42'52"N]



4.2.8. D01 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

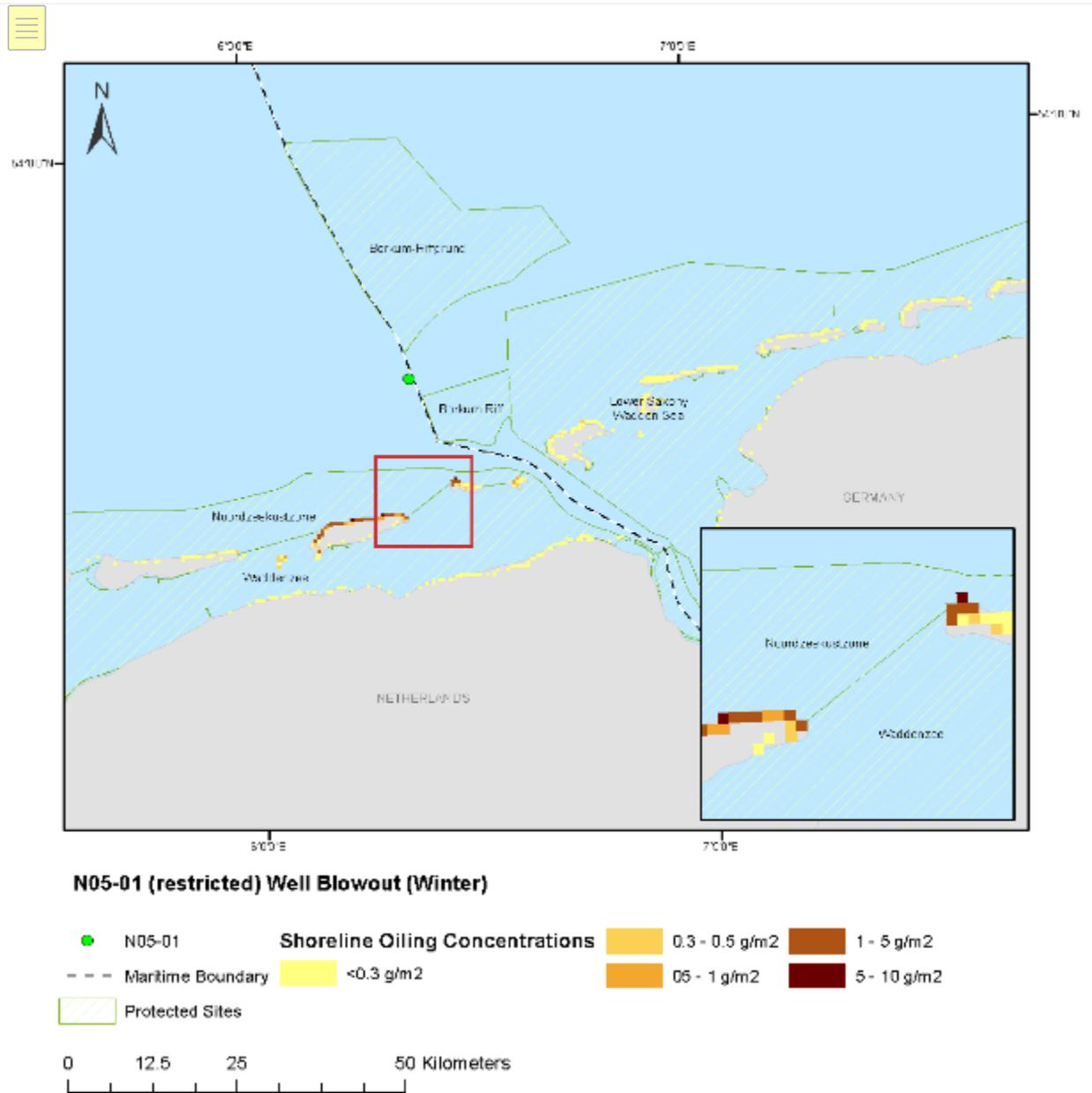


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen in verschiedenen Zeitfenstern während der 100-tägigen Freisetzung.

4.2.9. D01 – Küstenverölung

D01 – Konzentrationen der Küstenverölung nach 100 Tagen



Zusammenfassung der Konzentrationen an der Küstenlinie

- Das Bild veranschaulicht die Konzentrationen an der Küstenlinie am Tag 100. Die höchste Konzentration wird für die niederländische Küste mit einer maximalen Konzentration von $9,7 \text{ g/m}^2$ vorhergesagt.
- Es wird vorausgesagt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie $0,3 \text{ g/m}^2$ nicht überschreiten.

Hinweis:

Beruhend auf der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ aus dem Jahr 2011 sagt das Modell nicht voraus, dass die Konzentrationen an der Küste den Schwellenwert von 76 g/m^2 erreichen, der als „Light Oiling“ („Leichte Verölung“) eingestuft wird.

4.2.10. D01 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) – Ökologisch sensible Gebiete

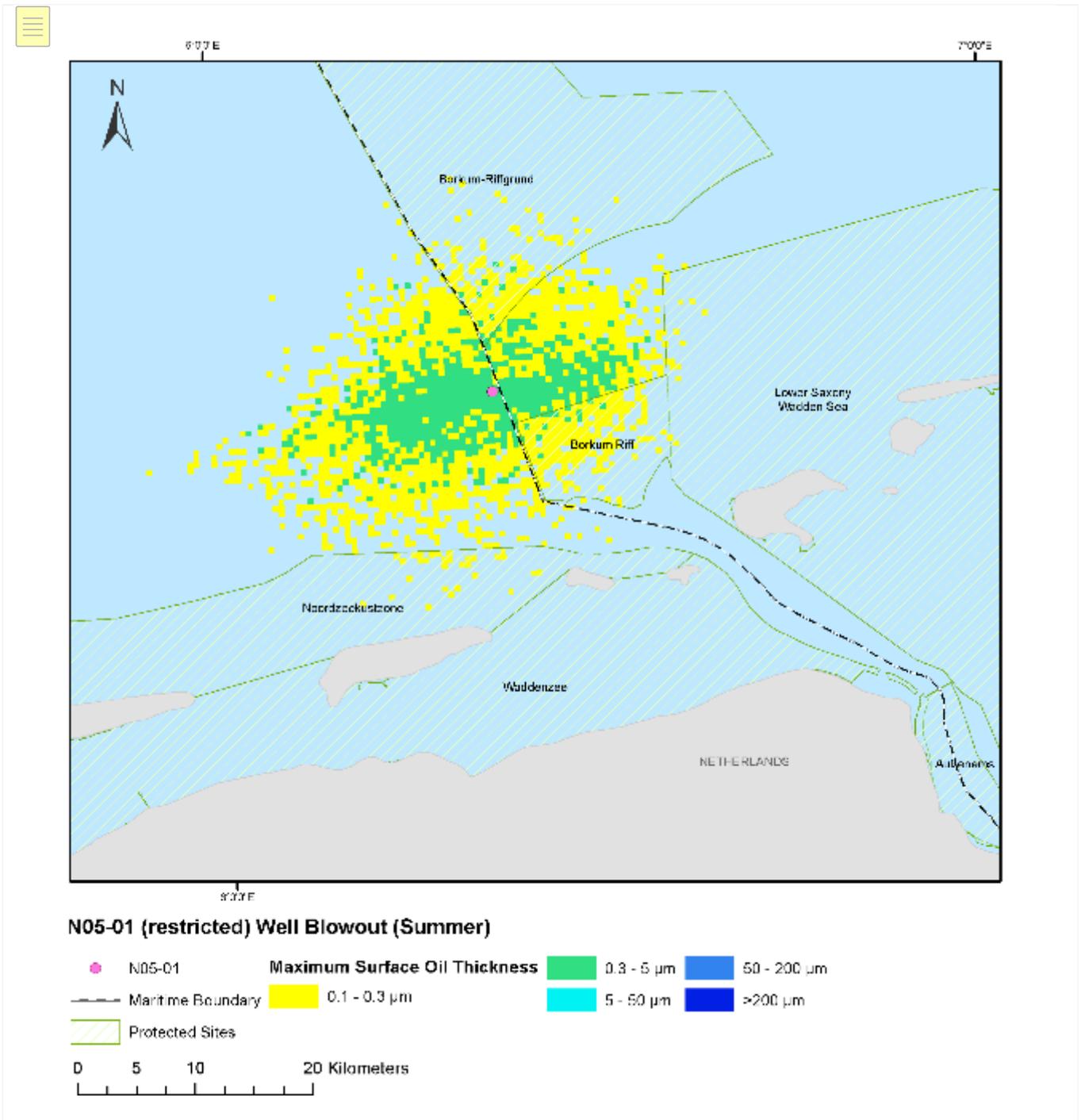
Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 100 Tagen
Borkum Riff	1,8 (Tag 70)	0,0005
Küstengebiet der Nordsee	2 (Tag 82)	0,008
Wattenmeergebiet	0,1 (Tag 83)	0,001
S–H Seevogelschutzgebiet	0,002 (Tag 79)	<0,00001
Niedersächsisches Wattenmeer	1,1 (Tag 58)	0,0006
S–H Nationalpark Wattenmeer	0,0002 (Tag 76)	0

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Kondensats (t) – während der Simulation	Masse des Kondensats an der Küstenlinie (t) – nach 100 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	2,0 (Tag 83)	0,6
Wattenmeergebiet	1,4 (Tag 84)	0,5
S-H Seevogelschutzgebiet	0,002 (Tag 79)	<0,00001
Niedersächsisches Wattenmeer	1,0 (Tag 58)	0,04

4.3. D02 – DETERMINISTISCHE AUSGABE

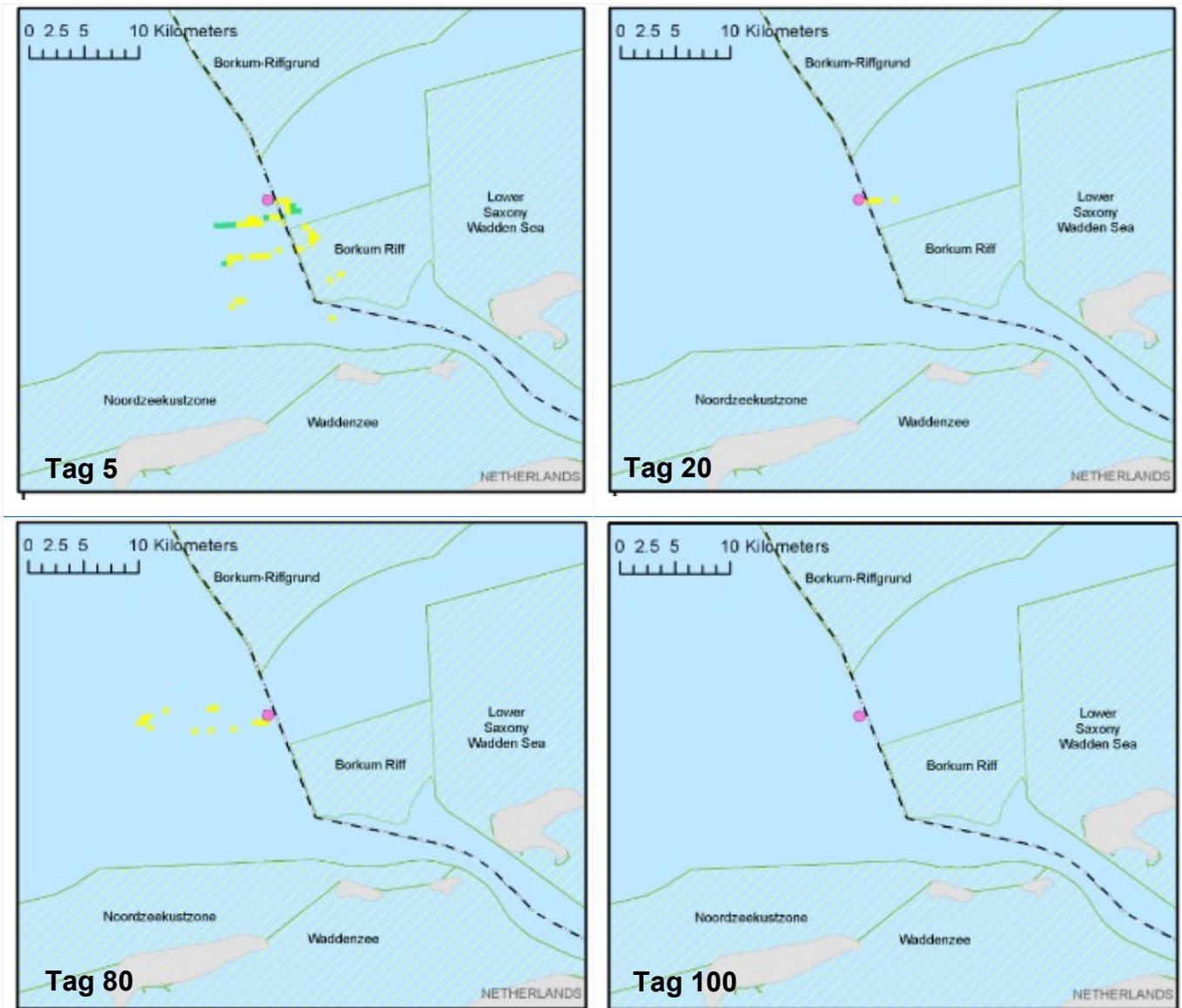
4.3.1. D02 – N05-01 Oberfläche des betroffenen Gebietes



Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Oberfläche

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt, sondern es veranschaulicht, wo das dickste Kondensat über das 100-Tage-Szenario hinweg wahrscheinlich vorhanden sein wird.
- Es wird Kondensat mit einer Dicke von 0,6 µm (Regenbogenfarbe) ca. 20 km vom Ort der Freisetzung angezeigt.

4.3.2. D02 – Oberflächenverölung im Zeitverlauf



Zusammenfassung der Oberflächenverölung im Zeitverlauf

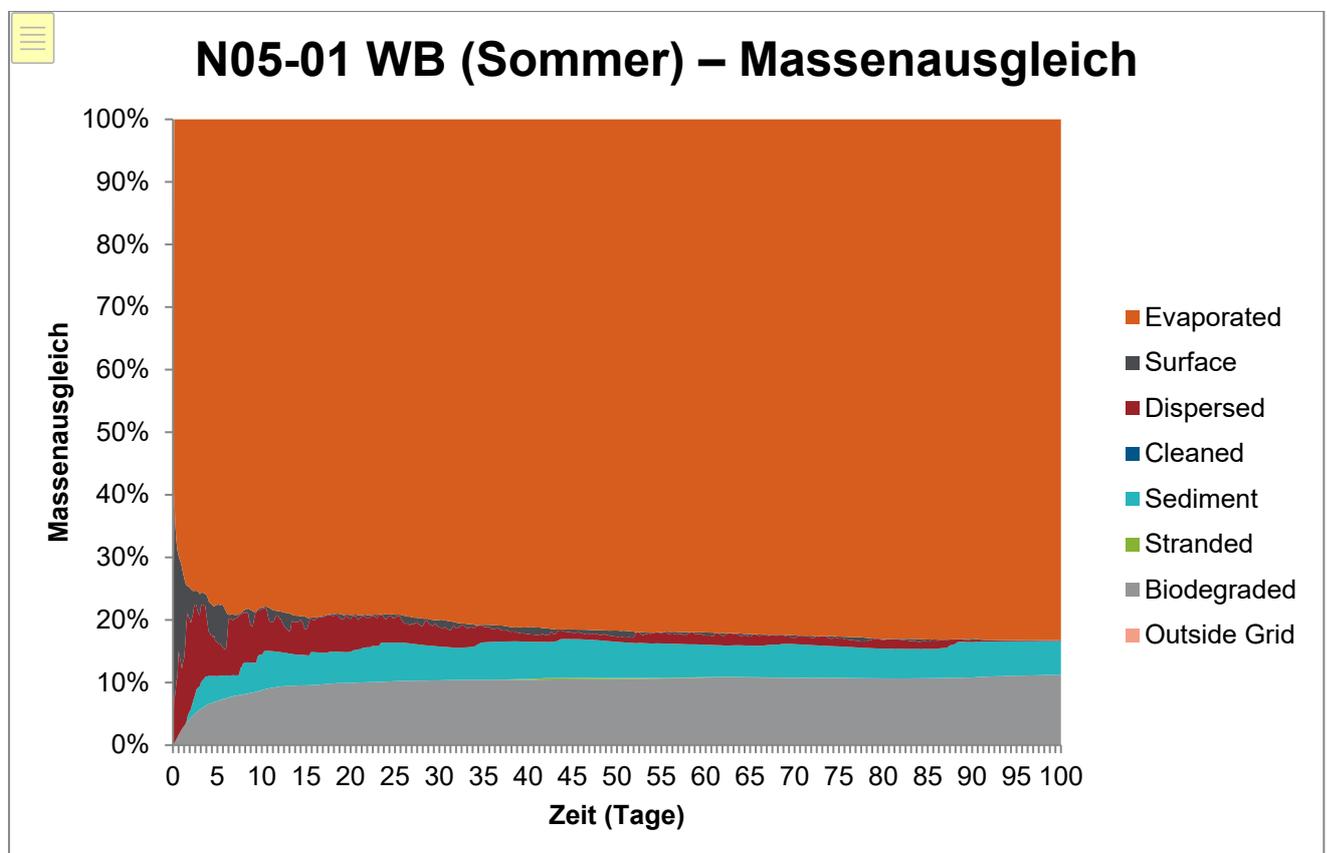
- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Oberflächenverölung zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Das Modell sagt keinen zusammenhängenden Oberflächenteppich voraus, sondern eher unterbrochene, fleckige Gebiete mit Kondensat, mit einer maximalen Dicke von 0,6 µm (Regenbogenfarbe).
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegt die Oberflächenverölung unter 0,1 µm und ist mit dem menschlichen Auge wahrscheinlich nicht mehr zu erkennen.

4.3.3. D02 – Verbleib des Kondensats nach 100 Tagen

Verbleib	Wert (t)	Prozentsatz (%)
Oberfläche	0,06	0,0
Atmosphäre	668,5	81,6
Wassersäule	0,99	0,1
Sedimente	50,53	6,2
An Land	0,04	0,0
Biologisch abgebaut	99,07	12,1
Außerhalb der Rasterfläche	0,002	0,0
Gesamtlänge der verölten Küstenlinie (km)	0	
Maximales Kondensat an Land (t)	1,2 (Tag 43)	

4.3.4. D02 – Massenausgleich

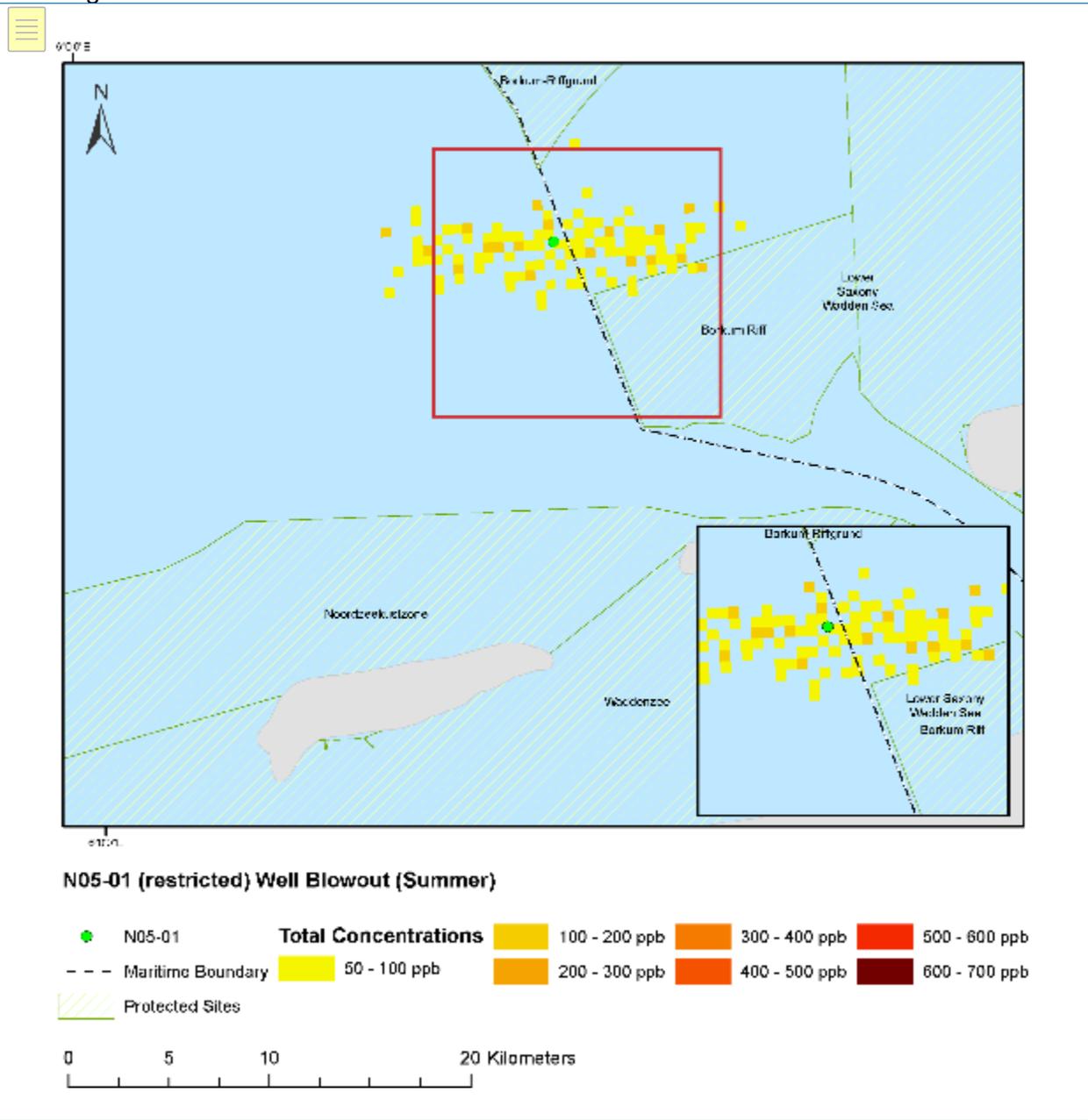
Das Diagramm veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der Kondensatfreisetzung.



Am Tag 100 verbleiben <0,1 % des Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche, 81,6 % sind verdunstet, 0,1 % haben sich in der Wassersäule zerstreut, 6,2 % haben sich auf dem Sediment abgelagert und 12,1 % wurden biologisch abgebaut, <0,1 % sind gestrandet (beached).

4.3.5. D02 – Gesamte Wassersäulenkonzentrationen

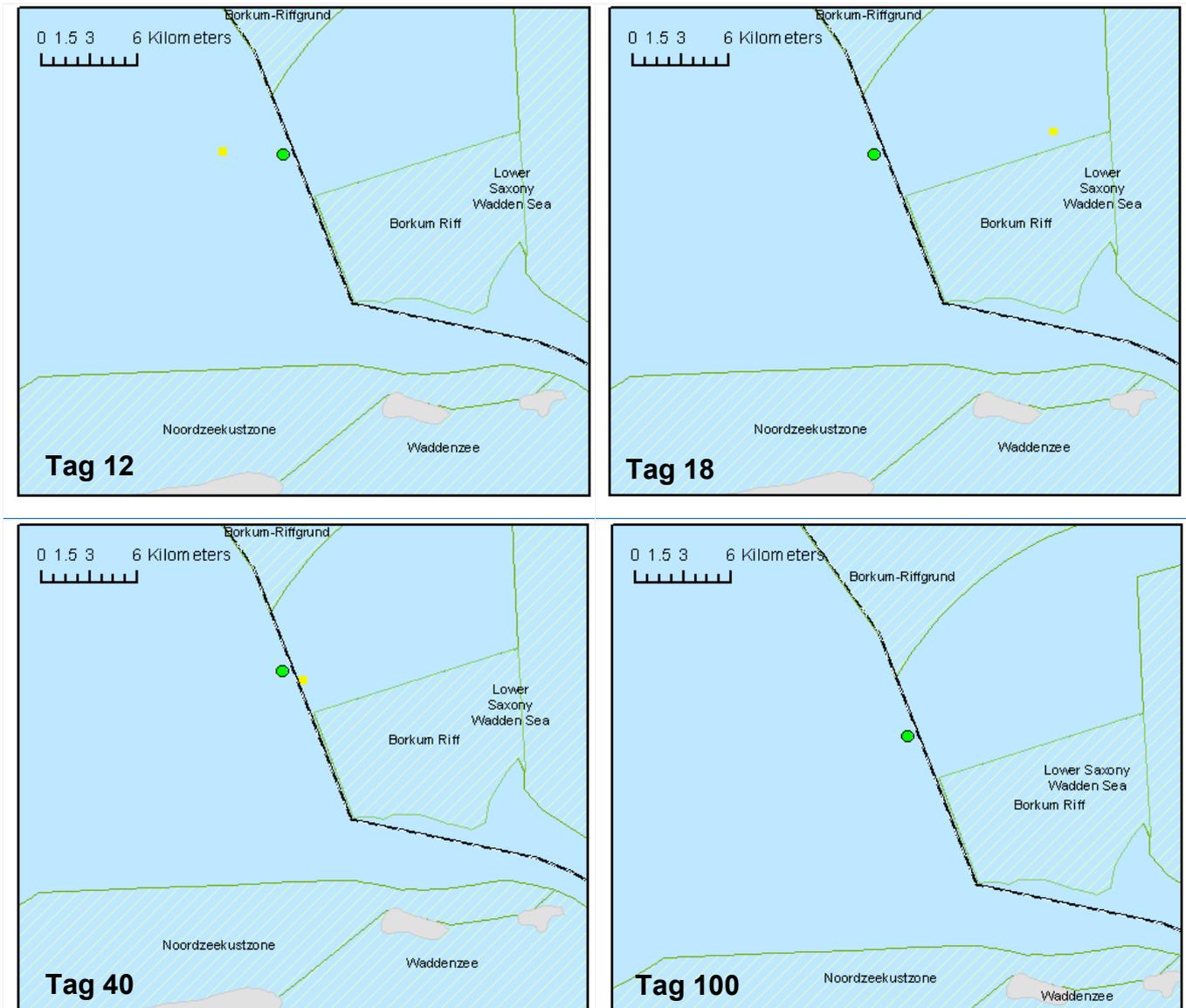
D02 – Karte der gesamten Wassersäulenkonzentrationen im betroffenen Gebiet über 100 Tage



Zusammenfassung der gesamten Wassersäulenkonzentrationen

- Das Bild VERANSCHAULICHT NICHT das Ausmaß der Freisetzung an einem bestimmten Punkt. Das Bild veranschaulicht die gesamten Konzentrationen (sowohl gelöst als auch Tröpfchen), die in der Wassersäule während des 100-Tage-Szenarios wahrscheinlich vorhanden sind.
- Die höchste Gesamtkonzentration wird mit 178 ppb vorhergesagt. Gesamtkonzentrationen von 100–200 ppb erstrecken sich ca. 8 km von der Stelle der Freisetzung entfernt.
- In den Küstengebieten werden Konzentrationen von unter 50 ppb angezeigt.

4.3.6. D02 – Maximale Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

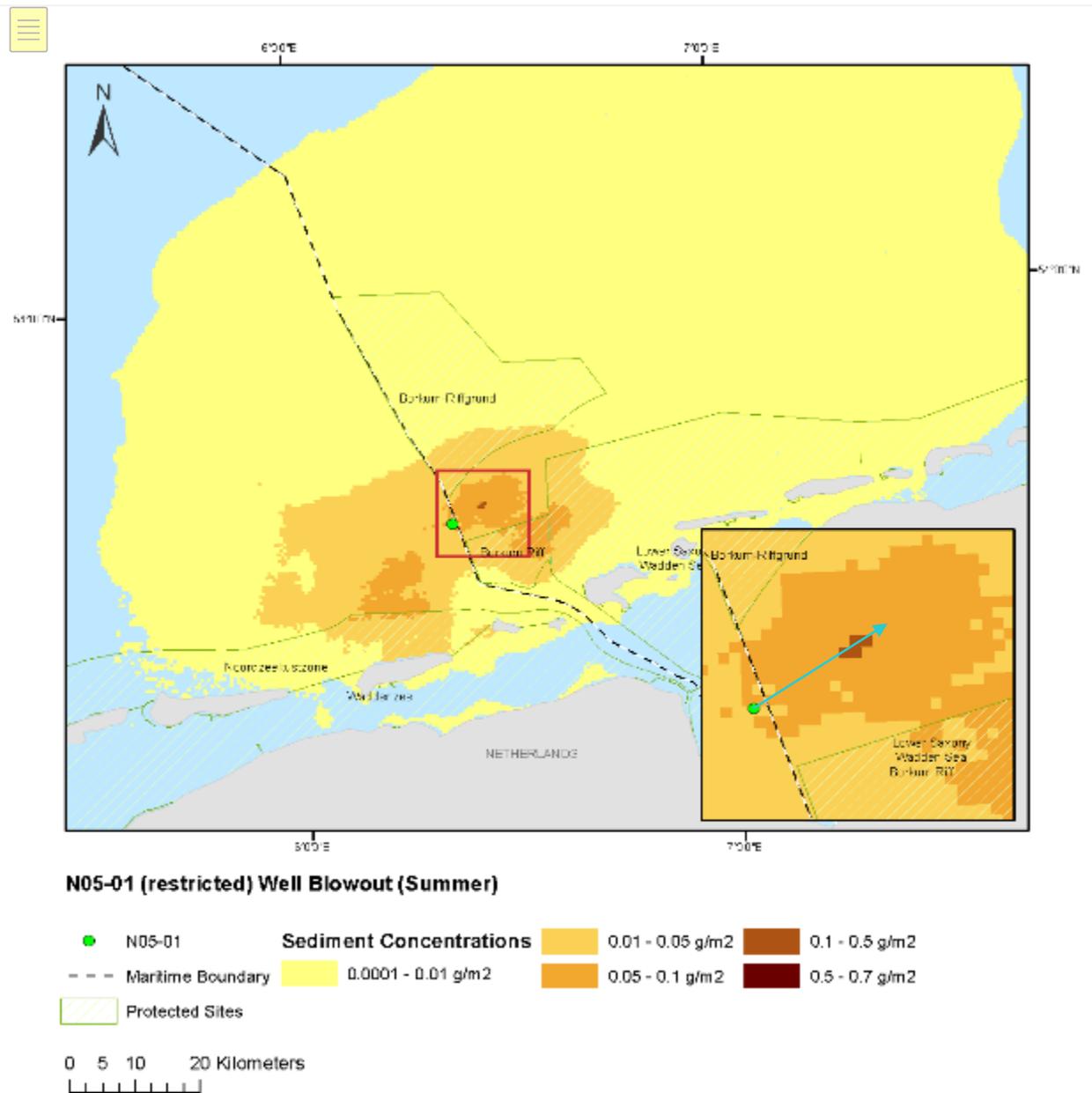


Zusammenfassung der maximalen Wassersäulenkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Wassersäulenkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.
- Die maximale Konzentration wird mit 178 ppb angezeigt (Tag 44)
- Am Tag 100, 10 Tage nach Beendigung der Freisetzung, liegen die Konzentrationen in der Wassersäule unter 1 ppb.

4.3.7. D02 – Sedimentkonzentrationen

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen



Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen

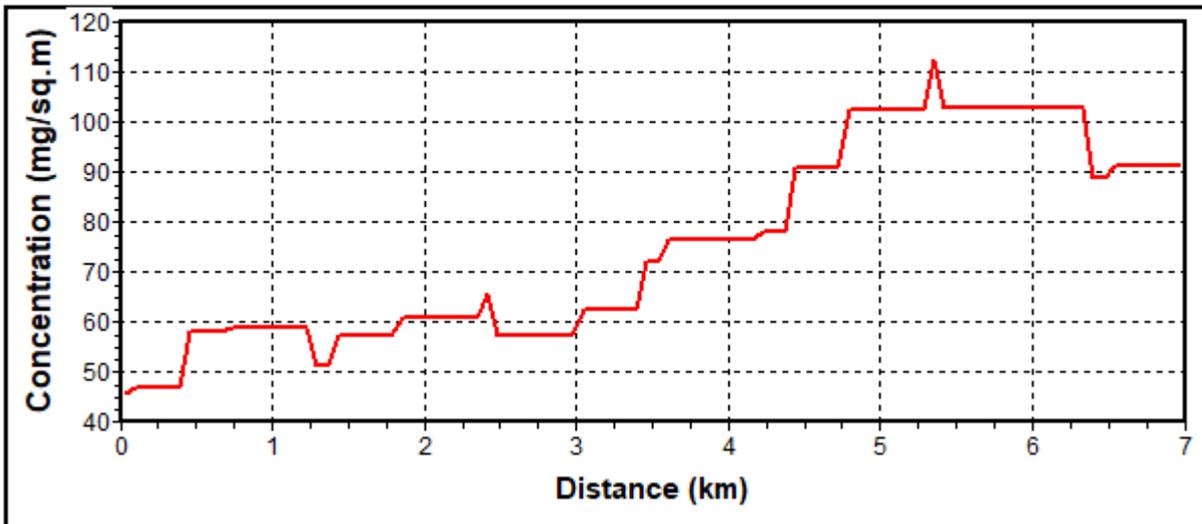
- Das Bild veranschaulicht das Ausmaß der Sedimentkonzentrationen an Tag 100.
- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,2 g/m² nicht überschreitet.
- Die maximalen Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit 0,05 g/m² vorhergesagt.
- Es wird gezeigt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie von 0,01 g/m² nicht überschreiten.

D02 – Sedimentkonzentrationen nach 100 Tagen

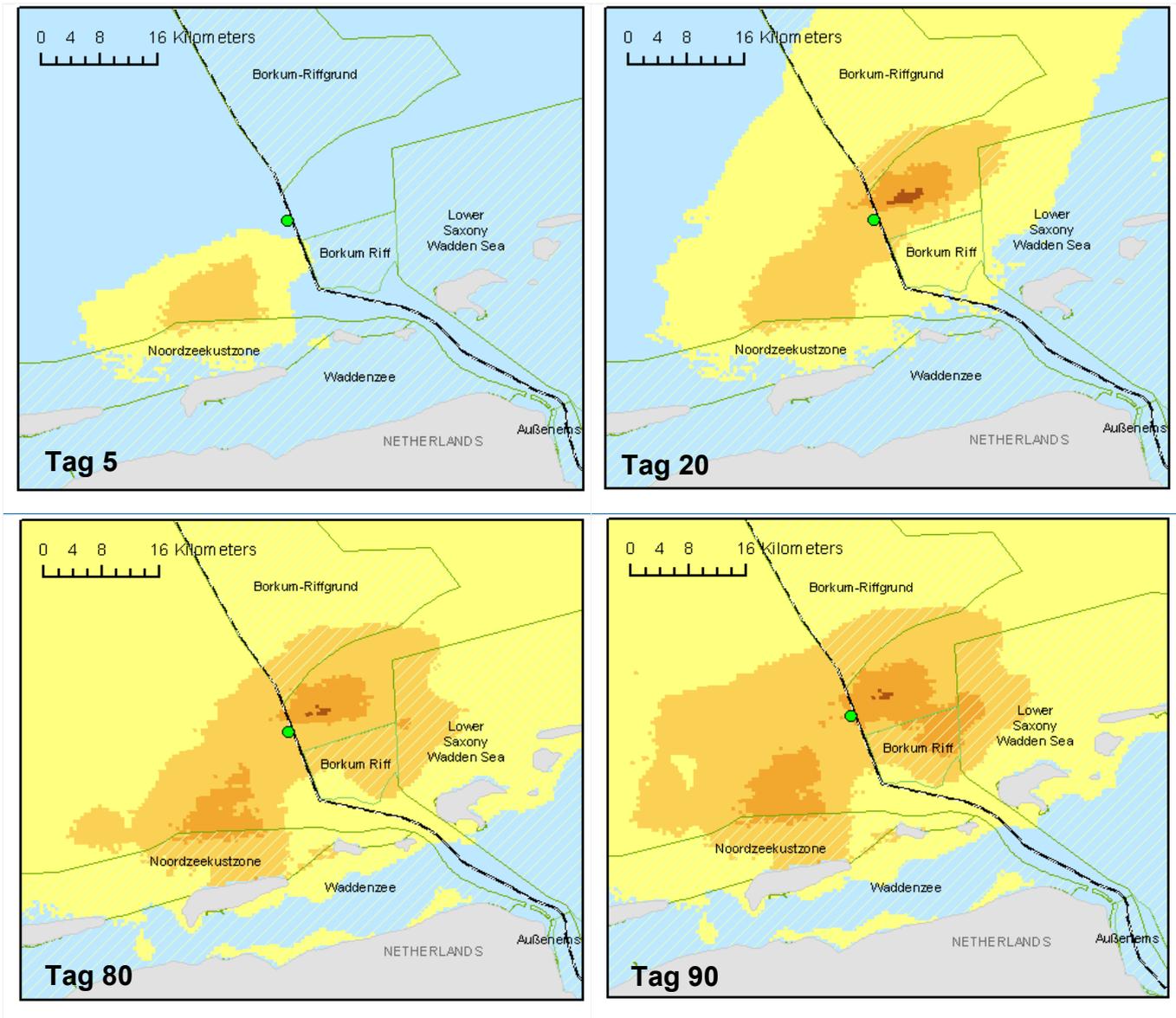
Sedimentkonzentrationen

CONCENTRATION OF SEDIMENT CONTAMINANT

Concentration along line: [6°21'15"E,53°41'27"N]-[6°26'45"E,53°43'21"N]



4.3.8. D02 – Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

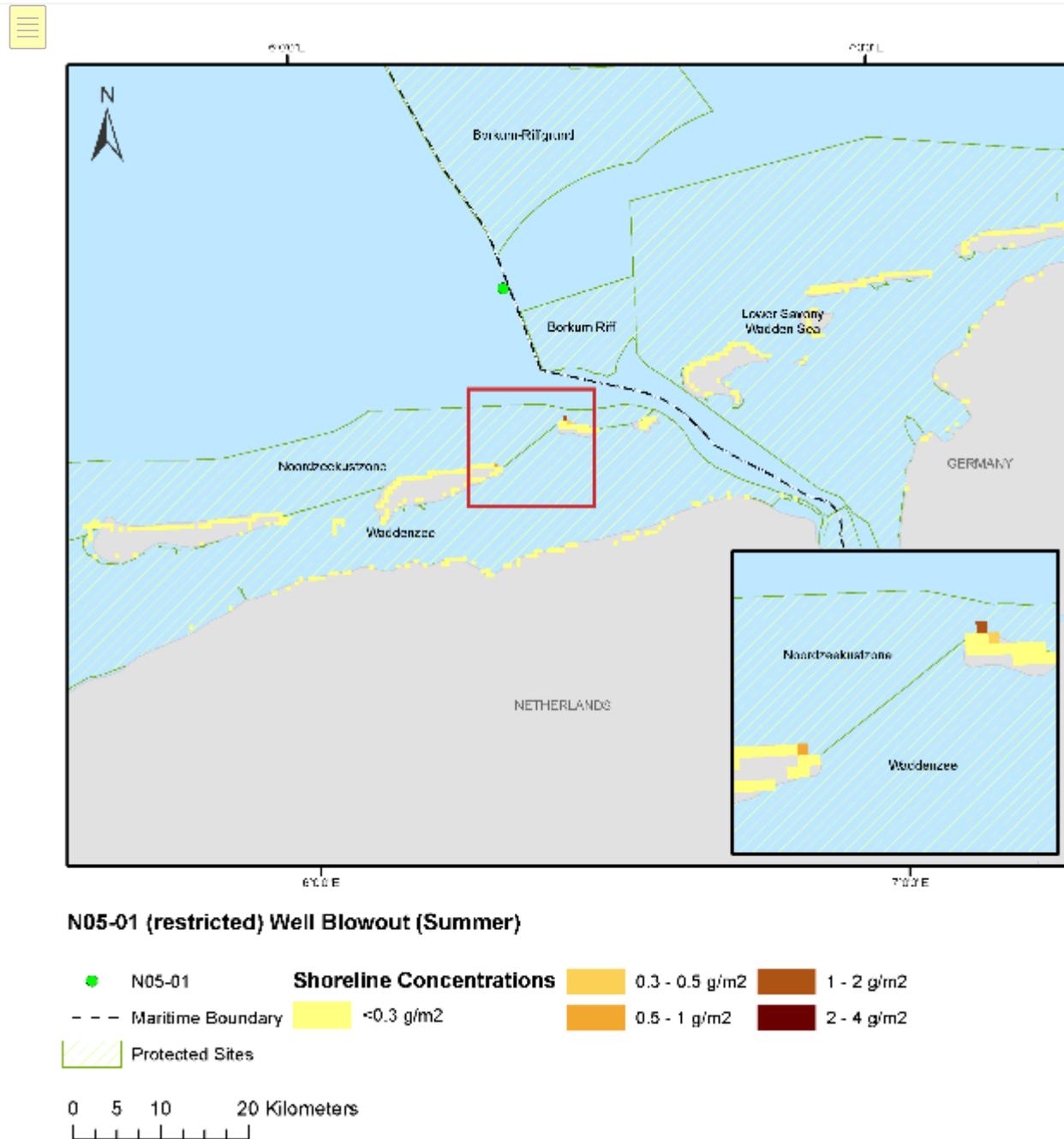


Zusammenfassung der Sedimentkonzentrationen im Zeitverlauf

- Die folgende Bilderserie veranschaulicht die Sedimentkonzentrationen zu verschiedenen Zeitpunkten während der 100-tägigen Freisetzung.

4.3.9. D02 – Küstenverölung

D02 – Konzentration der Küstenverölung nach 100 Tagen



Zusammenfassung der Konzentrationen an der Küstenlinie

- Das Bild veranschaulicht die Konzentrationen an der Küstenlinie am Tag 100. Die höchste Konzentration wird für die niederländische Küste mit einer maximalen Konzentration von 1 g/m² vorhergesagt.
- Es wird gezeigt, dass die Konzentrationen entlang der deutschen Küstenlinie 0,3 g/m² nicht überschreiten.

Hinweis:

Beruhend auf der ITPOF Technischen Informationsschrift Nr. 6 „Recognition of oil on shorelines“ aus dem Jahr 2011 sagt das Modell nicht voraus, dass die Konzentrationen an der Küste den Schwellenwert von 76 g/m² erreichen, der als „Light Oiling“ („Leichte Verölung“) eingestuft wird.

4.3.10. D02 – Betroffene ökologisch sensible Gebiete

Oberfläche (küstennah) - Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse der Emulsion (t) – während der Simulation	Masse der Emulsion an der Oberfläche (t) – nach 100 Tagen
Borkum Riff	1,2 (Tag 37)	0,003
Küstengebiet der Nordsee	0,79 (Tag 43)	0
Wattenmeergebiet	0,05 (Tag 38)	0
S-H Seevogelschutzgebiet	0,002 (Tag 29)	0
Niedersächsisches Wattenmeer	0,3 (Tag 26)	0,01

Küstenlinie – Ökologisch sensible Gebiete

Ausgewiesenes Schutzgebiet	Maximale Masse des Kondensats (t) – während der Simulation	Masse des Kondensats an der Küstenlinie (t) – nach 100 Tagen
Küstengebiet der Nordsee	1,98 (Tag 43)	0,03
Wattenmeergebiet	0,84 (Tag 43)	0
Niedersächsisches Wattenmeer	0,36 (Tag 26)	0,01

5.0 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Das effektivste Mittel zur Identifizierung der Risiken ist die gleichzeitige Betrachtung der Ausgaben von OSCAR. Dazu gehören:

- Die Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen
- Das Ausmaß der Auswirkungen

Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen

- Die höchste Wahrscheinlichkeit der Oberflächenverölung $\geq 0,1 \mu\text{m}$ liegt bei bis zu 90–100 % (siehe S01 / S02 Abschnitte 4.1.1 und 4.1.2).
- Die maximale Emulsionsdicke der Oberflächenverölung im Zeitdurchschnitt wird mit 0,6 bis 0,7 μm angezeigt – dies entspricht dem Erscheinungsbild des „Regenbogens“ (siehe S01 / S02 Abschnitte 4.1.5 und 4.1.6).
- Die maximale Dauer der Exposition der Oberfläche mit Öl in der unmittelbaren Umgebung der Stelle der Freisetzung wird mit 58 Tagen angegeben (siehe S01 Abschnitt 4.1.3). Die Dauer der Exposition reduziert sich auf <1 Tag außerhalb eines Radius von ca. 6 Meilen rund um die Stelle der Freisetzung.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der niederländischen Küste wird mit 87 % vorhergesagt.
- Die höchste Wahrscheinlichkeit für Auswirkungen an der Küstenlinie entlang der deutschen Küste wird mit 75 % vorhergesagt (siehe Abschnitt 4.1.7 und 4.1.8).

Konzentrationen in der Wassersäule

- Die höchste Konzentration in der Wassersäule wird mit 448 ppb vorhergesagt (siehe D02 Abschnitt 4.3.5).
- Küstengebiete weisen Konzentrationen von weniger als 50 ppb auf (siehe D01 Abschnitt 4.2.5 und D02 Abschnitt 4.3.5).

Sedimentkonzentrationen

- Es wird vorhergesagt, dass die höchste Konzentration 0,65 g/m^2 nicht überschreitet (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).
- Die größten Konzentrationen entlang der niederländischen Küste werden mit <0,1 g/m^2 vorhergesagt (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).
- Es wird angegeben, dass die größte Konzentration entlang der deutschen Küste 0,02 g/m^2 nicht überschreitet (siehe D01 Abschnitt 4.2.7).

Auswirkungen auf die Küstenlinie

- Die maximale Masse des Kondensats, das die Küstengebiete erreicht, wird mit 1,7 t angegeben (siehe D01 – Abschnitt 4.2.2).
- Die größte Masse an Kondensat, mit der ein küstennahes ökologisch sensibles Gebiet betroffen wird, beträgt 2 t (siehe D01 Abschnitt 4.2.10).
- Die größte Masse an Kondensat, mit der ein ökologisch sensibles, entlang der Küstengebiete liegendes Gebiet betroffen wird, beträgt 1,8 t (siehe D01, Abschnitt 4.2.10).

- Die größte Masse an Kondensat, die als Auswirkung auf ein umweltsensibles Gebiet entlang der Küstengebiete angegeben wurde, beträgt 1,8 t (siehe D01 Abschnitt 4.2.10).

6.0 QUELLEN

Lewis, A. (2013, Januar 2007). *BONN Agreement*. Abgerufen im Juli 2013, von <http://www.bonnagreement.org/eng/doc/Microsoft%20Word%20-%20CURRENT%20STATUS%20report%20final%2019Jan07.pdf>

O'Hara, P., und Morandin, L. (2010). *Effects of Sheens Associated with Offshore Oil and Gas Development on the Feather Microstructure of Pelagic Seabirds*. (Auswirkungen der mit der Offshore-Öl- und Gaserschließung verbundenen Ablagerungen auf der Mikrostruktur der Federn von pelagischen Seevögeln).

Reed, M. A. (1996). *Calibration and testing of IKU's oil spill contingency and response (OSCAR) model system*. (Kalibrierung und Test des IKU-Ölkatastrophenschutzmodells (OSCAR – Oil Spill Contingency and Response).)

Reed, M. F. (1995). A three dimensional oil and chemical spill model for environmental impact assessment. (Ein dreidimensionales Modell für Öl- und Chemiekatastrophen zur Bewertung von Umweltauswirkungen).