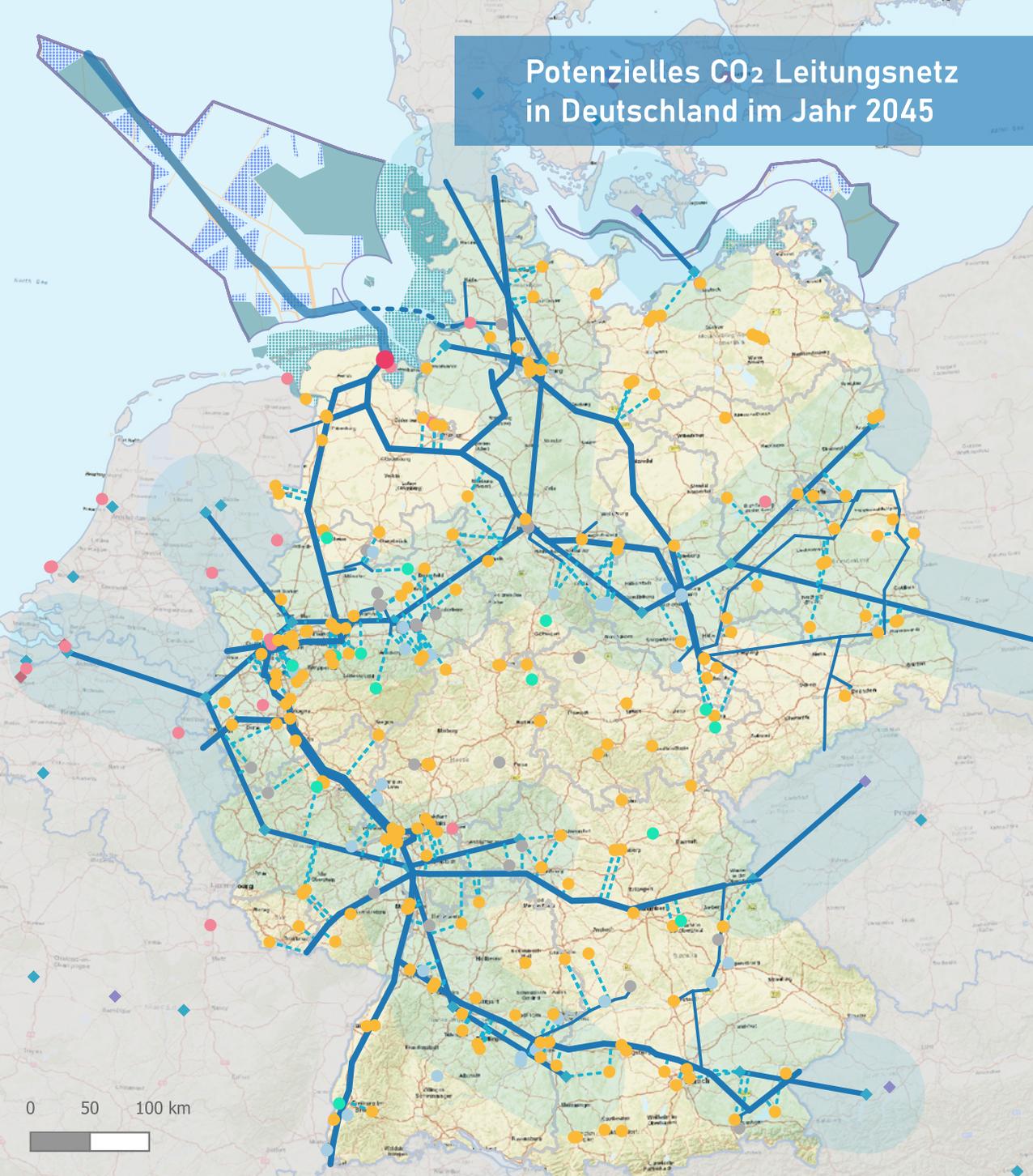




Aus den Augen – in die See?

CO₂-Infrastrukturanalyse
von WWF und Öko-Institut

Potenzielles CO₂ Leitungsnetz in Deutschland im Jahr 2045



Potenzielles CO₂ Leitungsnetz in Deutschland im Jahr 2045 (nach VDZ, 2024)

- Pipeline (Ø 50 cm)
- Pipeline (Ø 70 cm)
- Pipeline (Ø 70 cm, doppelt verlegt*)
- Leitungsnetz in angrenzenden Ländern
- 50 km Abstand zu Leitungskorridoren (Anschluss an Hauptleitungsnetz gilt als möglich)

Ergänzende Darstellungen (Öko-Institut mit WWF, 2024)

- Potenzieller Verlauf Offshore-Pipeline (Ø 70 cm, doppelt verlegt*)
- - - Potenzielle zusätzliche Pipeline ab Brunsbüttel
- · - · - Anschluss an das Hauptleitungsnetz (Ø 25 cm, Luftlinie)

Lage & Art von CO₂ Emittenten

- Integrierte Anlage zur Herstellung von Zementklinker/Kalk
- Anlage zur Herstellung von Zementklinker
- Anlage zur Herstellung von Kalk
- Müllverbrennungsanlage

Geplante CO₂ Hubs

- CO₂ Hub Wilhelmshaven
- CO₂ Hub in Deutschland & angrenzenden Ländern

Seegrenzen & ausgewählte Flächenansprüche

- Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)
- Küstenmeer (Grenze der Zuständigkeit der Bundesländer)
- Gebiete & Flächen zum Ausbau der Windenergie auf See nach Flächenentwicklungsplan (Entwurf 07. Juni 2024)
- Vorranggebiet Leitungen nach Raumordnungsplan
- Vorrang- & Vorbehaltsgebiet Windenergie auf See nach Raumordnungsplan
- Nationalpark
- Natura-2000 Schutzgebiete

*Aufgrund eines maximal verfügbaren Pipeline-Durchmessers werden angesichts der erwarteten Massenströme auf Teil-Strecken zwei Pipelines parallel benötigt.

Erstellt durch **Öko-Institut e.V.** basierend auf einem Entwurf des CO₂ Leitungsnetzes nach Verein Deutscher Zementwerke e.V. (2024)

Datenbasis |

BSH - Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrologie (2024): 07.06.2024 Entwurf Flächenentwicklungsplan und Umweltberichte; BSH (2021): Raumordnungsplan 2021; BSH (2020): Seegrenzen der Bundesrepublik Deutschland; BfN - Bundesamt für Naturschutz (2024): Schutzgebiete in Deutschland; EEA - European Environment Agency (2023): Industrial Reporting under the Industrial Emissions Directive 2010/75/EU and European Pollutant Release and Transfer Register Regulation (EC) No 166/2006 - ver. 10.0 Dec 2023; Esri et al. (2017): World Street Map - Map Server; JRC - European Commission, Joint Research Centre (2024): The future CO₂ transport network of Europe; VDZ - Verein Deutscher Zementwerke (2024): Anforderungen an eine CO₂-Infrastruktur in Deutschland

Einleitung

Die Meere sind in keinem guten Zustand. Neben den zunehmenden Auswirkungen der Klimakrise ist es vor allem die industrielle Übernutzung, die ihre Krise verstärkt.

Zu den industriellen Nutzungen im Meer könnte bald auch Carbon Capture and Storage (CCS) gehören. Die Bundesregierung hat damit begonnen, bestehende Restriktionen für die Anwendung von CCS in Deutschland zu lockern und den Rechtsrahmen für die Abscheidung, den Transport und letztlich die geologische Speicherung von Kohlendioxid im Meeresboden zu entwickeln: Der Bundestag verhandelt derzeit ein neu gefasstes Kohlendioxidspeicherung- und -transportgesetz (KSpTG); dort liegt aktuell auch die Ratifizierung des London-Protokolls (LP) zur Abstimmung und schließlich soll das Hohe-See-Einbringungsgesetz (HoheSee-EinbrG) als nationale Umsetzung des LP angepasst werden.

Aus Sicht des WWF darf **CCS generell nur für nicht vermeidbare Emissionen** angewendet werden, die nach Umsetzung aller vorhandenen Reduktionsmaßnahmen in der Industrie noch in relevantem Umfang entstehen. Ein Anschluss von Kohle- und Gaskraftwerken an eine zukünftige CO₂-Entsorgungsinfrastruktur muss ausgeschlossen werden. Dies würde eine wirkliche Emissionsminderung und die Transformation der Industrie gefährden und den notwendigen schnellen Ausstieg aus Kohle, Öl und Gas hinterlaufen. Nicht vermeidbare Emissionen fallen aktuell in der Zement- und Kalkindustrie sowie in der Abfallverbrennung an – für alle anderen Industriebranchen gibt es bereits klimafreundliche Lösungen zur Reduktion ihrer Emissionen. **Die genannten Branchen ermittelten für das Jahr 2040 einen Transportbedarf von rund 35 Millionen Tonnen CO₂.**¹

Der CO₂-Transport benötigt eine umfangreiche und in der Regel neue Infrastruktur. Dazu gehören neben den CO₂-Abscheideanlagen an den Produktionsstandorten auch Pumpstationen alle 100 bis 150 Kilometer entlang der Leitungen, CO₂-Terminals in Hafennähe sowie Transportschiffe und Injektionsplattformen. Nicht zuletzt bräuchte es **viele Tausend Kilometer land- und seeseitige Pipelines** und fast alle genannten Elemente der Transport- und Speicherungsinfrastruktur müssten neu errichtet werden.



¹ Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) 2024: Anforderungen an eine CO₂-Infrastruktur in Deutschland (www.vdz-online.de/zementindustrie/klimaschutz/co2-infrastruktur)

Fragestellung

Wenn künftig an Zementwerken oder Müllverbrennungsanlagen die Abscheidung von CO₂-Emissionen möglich sein wird, um diese „für immer“ tief in den Meeresboden zu pressen, fehlt in dieser Gleichung oft der Zwischenschritt: der Transport des CO₂.

Nach der Abscheidung muss das Kohlendioxid zunächst verdichtet und anschließend per Pipeline oder Bahn bis an die Küsten transportiert werden. Von dort bringen Schiffe oder wiederum Pipelines das CO₂ zu einer Endlagerstätte, wo es letztlich tief in den Meeresboden injiziert wird.

Die vorliegende Analyse durch das Öko-Institut beantwortet zwei Fragen:

- 1) Wie groß muss das Pipelinennetz in Deutschland sein, um im Jahr 2045 den CO₂-Transport zwischen Emittenten nicht vermeidbarer Emissionen und Endlagern zu ermöglichen?
- 2) Wie viele zusätzliche Emissionen werden durch den Bau und den Betrieb des Entsorgungsnetzes verursacht, die anderweitig nicht entstehen würden?

Langfassung der Analyse: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Meere/CO2-Infrastrukturanalyse-von-Oeko-Institut-und-WWF.pdf>



Ergebnisse

Für die Analyse wurden die einzelnen deutschen Produktionsstandorte an das Hauptnetz angeschlossen (s. Karte) und auch die seeseitigen Pipelines in der Berechnung berücksichtigt (s. Tabelle). Im Ergebnis steht eine **Gesamtlänge für das CO₂-Transportnetz in Deutschland von rund 10.000 Kilometern**.

	2030	2035	2040	2045
Pipeline Anschluss	0	198	1.980	3.127
Pipeline Onshore (DN 500)	0	94	942	1.487
Pipeline Onshore (DN 700)	0	184	1.838	2.903
Pipeline Offshore (DN 700)	0	932	932	1.904

≈ 10.000 km CO₂-Pipelines in DE, davon ≈ 20 % Offshore

	2030	2035	2040	2045
Pipeline Anschluss	0,0	0,04	0,38	0,61
Pipeline Onshore (DN 500)	0,0	0,11	1,14	1,81
Pipeline Onshore (DN 700)	0,0	0,33	3,27	5,16
Pipeline Offshore (DN 700)	0,0	1,60	1,60	3,27
Insgesamt	0	2,4	6,7	11,2

11 Mio. t CO₂e durch den Bau der Infrastruktur, plus ≈ 3,9 Mio. t/a durch den Betrieb

Tabellen: Teilergebnisse der Analyse „Abschätzung der Treibhausgas-Emissionen durch den Aufbau und Betrieb einer CO₂-Infrastruktur in Deutschland“ des Öko-Instituts im Auftrag des WWF Deutschland, 2024. Das Szenario basiert auf dem KN2045 Szenario aus der Studie des VDZ „Anforderungen an eine CO₂-Infrastruktur in Deutschland“ (März 2024).

Für die Emissionsberechnungen wurden der Bau der Transportinfrastruktur und der Betrieb dieses Netzwerks zum Jahr 2045 analysiert. Während der **Bau einmalig Emissionen von acht bis elf Millionen Tonnen CO₂e verursacht**, würde der Energiebedarf für den **Betrieb jährlich CO₂-Emissionen von bis zu 3,9 Millionen Tonnen produzieren**. Das wären mehr als zehn Prozent der durch die genannten Branchen jährlich abgeschiedenen 35 Millionen Tonnen CO₂, die ab dem Jahr 2045 entsorgt werden sollen.

Konflikte mit dem Meeres- und Klimaschutz

Die Ergebnisse der Analyse deuten auf eine Reihe von Konflikten für den Meeres- und Klimaschutz hin:

1. Der seeseitige Teil der CO₂-Pipeline läuft jenseits des Küstenmeeres entsprechend der gültigen marinen Raumordnung durch Vorbehaltsgebiete für Leitungen (s. Kartenlegende).² Norwegen bietet den CO₂-Entsorgern vom europäischen Festland Speichermöglichkeiten in der eigenen Wirtschaftszone an. Dafür müssen sich CO₂-Pipelines aus Belgien/den Niederlanden und Deutschland/Dänemark mit der Hauptleitung in Richtung Norwegen treffen. Nach aktuellen Überlegungen liegt dieser Knotenpunkt in direkter Nachbarschaft zum Natura-2000-Schutzgebiet der Doggerbank, was zu Konflikten mit den Schutzzielen dieses wertvollen Gebietes führen könnte.³
2. In den Vorbehaltsgebieten für Leitungen werden sich die im Meeresboden vergrabenen Kabeltrassen der Offshore-Windparks und die auf dem Meeresboden verlegten CO₂-Pipelines den Raum teilen. Aus dem Flächenbedarf der Windenergie-Anlagen und durch die verlegten Leitungen entstehen zunächst kumulative Auswirkungen auf den Meeresboden. Wird den CO₂-Pipelines zudem eine herausgehobene gesellschaftliche Bedeutung beigemessen und werden sie als *kritische* Infrastrukturen verstanden, muss durch die Betreiber die Sicherheit der Pipelines gewährleistet werden, bspw. durch kontrollierte Schutzzonen und andere geeignete Maßnahmen.⁴ Aus diesen Gebieten würde insbesondere die Fischerei mit Grundschleppnetzen verdrängt. Ihre Aktivitäten werden sich auf immer kleiner werdende Flächen konzentrieren und dort einen vergleichsweise größeren Schaden an Lebensräumen und Biodiversität verursachen.
3. Die Analyse zeigt, dass insbesondere der Betrieb der CCS-Infrastruktur Emissionen von jährlich bis zu 3,9 Millionen Tonnen CO₂e verursacht, die anderweitig gar nicht entstehen würden. Diese Emissionen tauchen bislang in den Berechnungen zu Aufwand und Nutzen von CCS nicht auf – sie verringern jedoch die CO₂-Entsorgungsleistung, in diesem Fall um mehr als zehn Prozent.



² Weitere Details: BSH – Meeresraumplanung

³ <https://blog.wwf.de/doggerbank>

⁴ https://www.swp-berlin.org/publications/products/studien/2024S03_KritischeMaritimeInfrastrukturen.pdf

WWF-Forderungen

Resiliente Meere sind Champions im Kampf gegen die Klima- und Biodiversitätskrise. Aber der ökologische Zustand von Nord- und Ostsee ist derzeit alarmierend. Eine nicht nachhaltige und zunehmend industrielle Nutzung der Meere gefährdet ihre Rolle als Sauerstoffproduzent und Nahrungslieferant und zudem ihre Fähigkeit, große Mengen an atmosphärischem CO₂ und organischem Kohlenstoff zu binden und so klimawirksam als natürliche Senke zu arbeiten.

Daher fordert der WWF:

- **Es darf keinen breiten Einsatz von CCS für Emissionen aus fossilen Quellen** wie bspw. für Gaskraftwerke geben, weil dies den Ausstieg aus den fossilen Energien gefährdet und die **Kapazitäten des Meeres sprengen** würde. Allein für den Teil der nicht vermeidbaren Emissionen muss ein Pipelinetz von rund 10.000 Kilometern Länge in Deutschland errichtet werden. Ungefähr 2.000 Kilometer davon werden im Meer liegen, was in etwa der Länge beider Nord-Stream-Pipelines entspräche. Damit wächst die Flächenkonkurrenz im Meer erheblich und es wird deutlich, dass mehr als die nicht vermeidbaren Emissionen für das Meer nicht tragbar sind.
- **CCS darf ausschließlich in der Industrie und nur für nicht vermeidbare Emissionen** eingesetzt werden. Bevor CCS zum Einsatz kommt, müssen alle verfügbaren Maßnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen konsequenter ergriffen werden. Für viele Prozesse, die heute noch mit Kohle oder Gas als Energieträger in der Industrie laufen, gibt es Lösungen zur Dekarbonisierung und Defossilisierung: die Elektrifizierung von Produktionsprozessen, die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz und den Hochlauf der Kreislauf- und grünen Wasserstoffwirtschaft.⁵
- Es muss vermieden werden, den Rechtsbegriff „**überragendes öffentliches Interesse**“ auch für den Ausbau der CO₂-Infrastruktur anzuwenden. Er wird aktuell eingesetzt, um u. a. den Ausbau der Offshore-Windenergie zu beschleunigen, droht aber vor allem Rückschritte für den Meeresschutz zu bringen. Die ohnehin fragliche Beschleunigungsfunktion des Rechtsbegriffs würde ad absurdum geführt, weil es zu einem Patt zwischen Belangen kommen kann, die beide in das überragende öffentliche Interesse gestellt wurden, erneut zum Nachteil des Meeresschutzes.
- **Der Meeresschutz braucht jetzt einen entschlossenen Boost.** Während auf der einen Seite die rechtlichen Bedingungen für den Aufbau einer CO₂-Infrastruktur noch in der Diskussion stehen und die technische Umsetzung ebenfalls Zeit in Anspruch nehmen wird, braucht es auf der anderen Seite:
 - die Umsetzung der Auflage aus dem Global Biodiversity Framework und der EU-Biodiversitätsstrategie, **30 % der Meeresfläche bis zum Jahr 2030 unter effektiven und 10 % davon unter strengen Schutz** zu stellen,
 - die Umsetzung der EU-Verordnung über die Wiederherstellung der Natur in Form eines dezidierten **Wiederherstellungsplans Meer** sowie
 - die Sicherstellung einer **langfristigen Finanzierung von Maßnahmen zum Naturschutz im Meer**, auch mithilfe der Gelder aus dem WindSee-Gesetz.

⁵ Carbon Capture and Storage (CCS) in Deutschland

- **Der Meeresschutz muss mit dem notwendigen Ausbau der erneuerbaren Energien mithalten.** Hier ist die Meeresraumordnung in der Verantwortung. Sie muss neben dem Ausbau der Offshore-Windenergie künftig auch die neuen räumlichen Konflikte berücksichtigen, wie sie durch den Ausbau einer CCS-Infrastruktur ausgelöst werden können.
- **Der CO₂-Infrastrukturaufbau darf bestehende Meeresschutzgebiete nicht verletzen.** Als Rückgrat für den marinen Biodiversitätsschutz und den Erhalt von Lebensräumen müssen Schutzgebiete und zusätzliche Pufferzonen unbedingt verschont werden. Das gilt auch für das Verlegen der Pipelines.
- Alle CCS-Projekte im marinen Bereich müssen parallel dazu verpflichtet werden, eine **Investition in Aufbau und Erhalt natürlicher Kohlenstoffsinken** („blue carbon sinks“) zu tätigen. Dazu gehört die Wiederherstellung von Seegraswiesen, Salzmarschen und schlickigen Sedimenthabitaten, die auf natürlichem Weg große Mengen an CO₂ und organischem Kohlenstoff binden können.
- Die **Carbon-Management-Strategie** und **das novellierte Kohlendioxid-speicherung- und -transportgesetz (KSPTG) müssen verhindern**, dass der CO₂-Export aus Deutschland andernorts dazu beiträgt, fossile Energieträger zu fördern. Sobald Deutschland den internationalen CO₂-Transport genehmigt, könnten deutsche Unternehmen ihr abgeschiedenes CO₂ nach Norwegen exportieren. Jedoch wird dort das injizierte CO₂ aktuell auch dazu verwendet, um verbliebenes Erdgas aus den Speicherstätten auszutreiben und zu fördern (enhanced gas recovery).
- **Die ergebnisoffene Prüfung einer landseitigen Speicherung des CO₂** befürwortet der WWF. Bevor das Land von einem Netzwerk aus Pipelines zerschnitten wird, ist es auch aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus sinnvoll, das Potenzial der Speichermöglichkeiten unter dem Festland zu untersuchen.
- Nicht zuletzt kann der gesamte **CCS-Vorgang nur dann klimaneutral sein, wenn er mithilfe erneuerbarer Energien** betrieben wird. Dazu müssen der zusätzliche Energieeinsatz und die Klimabelastung durch die Erzeugung des Stahls für Anlagen, Schiffe und Pipelines in der Gesamtkostenrechnung auftauchen.





**Mehr WWF-Wissen
in unserer App.
Jetzt herunterladen!**



iOS



Android



**Auch über einen
Browser erreichbar.**

Unterstützen Sie den WWF
IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22



Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

IMPRESSUM

Herausgeberin: WWF Deutschland (Stiftung bürgerlichen Rechts, vertreten durch die Vorständin Meike Rothschädl),
Reinhardtstraße 18, D-10117 Berlin

Stand: Juli 2024

Autorinnen: Karoline Schacht (WWF Deutschland)

Koordination: Karoline Schacht und Lisa-Maria Okken (beide WWF Deutschland)

Kontakt: karoline.schacht@wwf.de

Gestaltung/Grafik: Thomas Schlembach (WWF Deutschland)

Bildnachweise: freepik

© 2025 WWF Deutschland, Berlin

WWF Deutschland
Reinhardtstraße 18 | 10117 Berlin
Tel.: +49 30 311777-700
info@wwf.de | wwf.de