



Klimaschutz gerät unter die Räder

Wie der Bau weiterer Autobahnen natürliche CO₂-Speicher und -Senken zerstört

Klimaschutz gerät unter die Räder

Wie der Bau weiterer Autobahnen natürliche CO₂-Speicher und -Senken zerstört

Autoren:

Benjamin Gehrs (Greenpeace e.V.)

Jonathan Niesel (Greenpeace e.V.)

Dr. Torsten Welle (Naturwald Akademie)

Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace ist eine internationale Umweltorganisation, die mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen kämpft. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Mehr als 630.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

Impressum

Greenpeace e.V. Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, T 040 30618-0 **Pressestelle** T 040 30618-340, F 040 30618-340
presse@greenpeace.de, greenpeace.de **Politische Vertretung Berlin** Marienstraße 19-20, 10117 Berlin, T 030 308899-0
V.i.S.d.P. Benjamin Gehrs **Fotos** Titel: © Lando Hass: Für die A49 bei Frankfurt gerodeter Mischwald, S.6: © Jörg Modrow /
Greenpeace, S. 12: © Bernd Lauter / Greenpeace, S. 20: © Michael Kunkel / Greenpeace, S. 22: © Greenpeace
Stand 1/2024 S04481

Inhalt

1.	Einleitung	5
2.	Zentrale Ergebnisse	7
3.	Klima-Lücken im Bundesverkehrswegeplan	8
4.	Die Bedeutung natürlicher Kohlenstoffspeicher und -senken für das Klima	9
4.1	Wälder in Deutschland	10
4.2	Moore in Deutschland	10
5.	Kompensationsmaßnahmen im Zuge des Straßenbaus	11
6.	Methodik	13
6.1	Auswahl der Projekte	13
6.2	Bestimmung der Projektflächen	14
6.3	Bestimmung betroffener Waldflächen und ihrer Kohlenstoffbindung	16
6.4	Bestimmung betroffener Moorflächen und ihrer Kohlenstoffbindung	18
7.	Ergebnisse und Hochrechnung auf gesamten BVWP	21
8.	Greenpeace-Forderungen	23
	Anhang: Liste der 50 untersuchten Fernstraßenprojekte	24
	Quellen	26

Abkürzungsverzeichnis

BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BÜK	Bodenübersichtskarte
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
CCS	Carbon Capture and Storage
COP	Conference of Parties
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage
DEGES	Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
FD	fest disponiert
FD-E	fest disponiert - Engpassbeseitigung
GIS	Geographisches Informationssystem
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KSG	Klimaschutzgesetz
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OSM	OpenStreetMap
PRINS	Projektinformationssystem
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SUP	Strategische Umweltprüfung
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VB	Vordringlicher Bedarf
VB-E	Vordringlicher Bedarf - Engpassbeseitigung

1. Einleitung

Glaubt man FDP und CDU, dann ist der Bau von Autobahnen für das Klima unschädlich - wahrscheinlich leisten sie sogar einen Beitrag zum Klimaschutz. Autobahnen würden „in Zukunft klimaneutrale Orte sein“¹ lässt sich Lukas Köhler, FDP-Fraktionsvize zitieren - E-Autos (und Verbrennern mit E-Fuels) sei Dank. Gut ausgebaute Fernstraßen seien zudem unerlässliche Voraussetzung der Energiewende, schließlich müssten über ihre Fahrbahnen Windkraftflügel transportiert werden.²

Parteikollege und Bundesverkehrsminister Volker Wissing argumentiert ganz ähnlich: Er sehe „keinen Konflikt zwischen Straßenbau und Klimaschutz, weil man die Straße klimaneutral nutzen kann“, so Wissing.³ Im Koalitionsausschuss der Ampel-Regierung gelang es den Liberalen Ende März 2023 sogar, eine Planungsbeschleunigung für fast 150 Autobahn-Ausbauvorhaben durchzusetzen.⁴ Die beschleunigten Ausbaupläne seien auch im Sinne des Klimaschutzes. Stau und Stop-and-go-Verkehr führe zu vermeidbaren CO₂-Emissionen, heißt es auf der Website von Wissings Ministerium.⁵

Die CDU verknüpft Infrastrukturausbau und Klimaschutz sogar noch offensiver. Die A100 in Berlin soll nach dem Willen der Hauptstadt-Union als „Klimaautobahn“ entstehen. Möglich mache das unter anderem die „Aufwertung innerstädtischen Grüns durch Ausgleichsflächen im Rahmen des Autobahnbaus“.⁶

Um die Mär von der klimafreundlichen Autobahn als groben Unfug zu erkennen, braucht es nicht einmal vertiefte Fachkenntnis. Ein Blick in den Umweltbericht zum aktuellen Bundesverkehrswegeplan (BVWP) genügt. In diesem zentralen Infrastrukturplan lassen Volker Wissings Ministeriale den Fernstraßenprojekten eine insgesamt negative CO₂-Bilanz bescheinigen.⁷

Allerdings sind die für den Umweltbericht berechneten Treibhausgas-Emissionen noch deutlich zu niedrig angesetzt: Der Bericht unterschätzt die Klimawirkung der Autobahnen

und Bundesstraßen, weil er wesentliche Punkte unzureichend oder gar nicht beachtet.

Die baubedingten Emissionen etwa werden bei der BVWP-Methodik nur unvollständig erfasst⁸, der durch den Straßenbau zusätzlich stattfindende Lkw-Verkehr (induzierter Güterverkehr) gar nicht erst berechnet.⁹ Viele der im BVWP enthaltenen Projekte sind nicht einmal Teil der Analyse und bleiben bei der Kalkulation der CO₂-Emissionen daher komplett außen vor.

Eine besonders große Lücke klafft in der CO₂-Bilanz des Umweltberichts, wenn es um die Zerstörung der Natur durch den Infrastrukturausbau geht: Die Eingriffe in natürliche Kohlenstoffspeicher werden im Rahmen der Umweltbewertung des BVWP gar nicht beziffert. Dabei werden für die geplanten Neu- und Ausbauprojekte vielerorts Schneisen durch Wälder geschlagen, Grünflächen versiegelt und Moorböden abgebaggert, in denen Millionen Tonnen Kohlenstoff gebunden sind. In einem der am dichtesten besiedelten Länder Europas sieht der BVWP vor, tausende Hektar wertvoller Naturflächen dem Fernstraßenbau zu opfern.

Welche Bedeutung natürlichen Kohlenstoffspeichern und -senken beim Klimaschutz zukommt, hat zuletzt erneut der Weltklimarat IPCC hervorgehoben. In seinem sechsten Sachstandsbericht listet er den Schutz von Wäldern und anderen Ökosystemen in einer Übersicht von 43 kosteneffektiven Maßnahmen als Instrument mit dem zweithöchsten CO₂-Vermeidungspotenzial bis 2030 - nach der Solarenergie und noch vor der Windenergie.¹⁰ Mit anderen Worten: Jeder Hektar geschützter Wald, jedes geschützte Moor verschafft ein wenig Luft bei der Bewältigung der Klimakrise und spart dabei noch bares Geld - weil andere Maßnahmen teurer sind und erst später wirken.

Verkehrsinfrastruktur braucht Flächen - auch Schieneninfrastruktur. Während das deutsche Autobahnnetz in den vergangenen Jahrzehnten

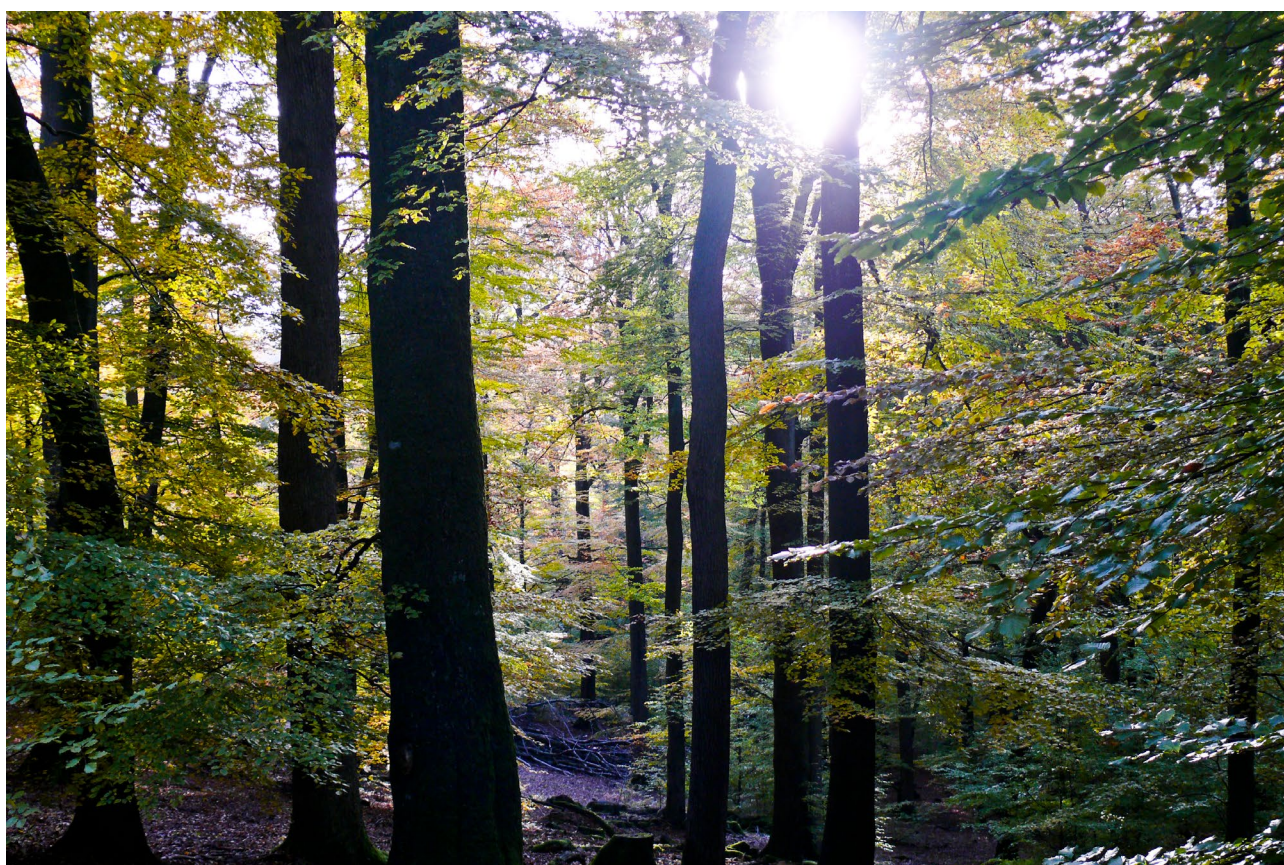
allerdings kontinuierlich gewachsen ist, schrumpfte das Schienennetz seit 1994 um mehr als 6000 Kilometer.¹¹

Verglichen mit dem Auto ist die Bahn ein flächensparsames Verkehrsmittel: Die geplanten Bahnprojekte der höchsten Priorisierungsstufen (VB/VB-E) im BVWP nehmen rund 2.300 Hektar Fläche in Anspruch, darunter rund 180 Hektar Naturschutzvorrangflächen. Die geplanten Fernstraßenprojekte der höchsten Priorisierungsstufen beanspruchen mehr als fünfmal so viel: 13.100 Hektar Flächen, darunter über 1.000 Hektar Naturschutzvorrangflächen.¹²

Die enorme Differenz beim Flächenbedarf ist nicht verwunderlich. Der Transport im Pkw geht mit einer ungeheuren Platzverschwendung einher. Auf der gleichen Fläche (3,5 Meter breite Fahrspur) kann die Bahn mit 40 - 60.000 Menschen bis zu 30 mal so viele Menschen pro Stunde transportieren wie Autos (1.500 bis 2.000).¹³

Inmitten einer eskalierenden Klimakrise plant die Bundesregierung den Neu- und Ausbau von Autobahnen und Bundesstraßen, ohne die Auswirkungen der Bauvorhaben auf das Klima auch nur annähernd zu kennen.

Die vorliegende Analyse ergänzt die unvollständige Klimabewertung des Bundesverkehrswegeplans um einen wichtigen Faktor: Sie quantifiziert den Verlust von Kohlenstoffspeichern (Wälder und Moore) durch die Straßenprojekte des BVWP. Dafür werden für insgesamt 50 Projekte der Verlust an Wald und Mooren und die potenzielle CO₂-Freisetzung durch Vernichtung der Speicher berechnet. Anhand der Analyseergebnisse sind auch Aussagen über alle Straßenprojekte des BVWP möglich, indem die Ergebnisse auf den Gesamtplan hochgerechnet werden.



Buchenwald im bayerischen Spessart: Wälder in Deutschland sind nicht nur Heimat für tausende Tier- und Pflanzenarten, sie entziehen der Atmosphäre auch CO₂ und binden den Kohlenstoff langfristig in Bäumen und Boden

2. Zentrale Ergebnisse

Mit der vorliegenden Analyse berechnet Greenpeace mithilfe von Geoinformationen, in welchem Umfang die Straßenbauprojekte des Bundesverkehrswegeplans 2030 (BVWP) natürliche Kohlenstoffspeicher und -senken beeinträchtigen bzw. zerstören.

Zur Berechnung der betroffenen Kohlenstoffspeicher und -senken wurden die (geplanten) Verläufe von 50 Projekten mit individuellen Daten zur Trassenbreite kombiniert und über Karten zur Verbreitung von Wald und Moorböden in Deutschland gelegt.

Die Berechnung der betroffenen Waldflächen hat die Naturwald Akademie mithilfe ihres eigenen Waldmonitoring-Tools (www.waldmonitor-deutschland.de) durchgeführt. Die Analyseergebnisse wurden in der Folge entsprechend dem Anteil der untersuchten Projekte am BVWP auf den Gesamtplan hochgerechnet.

Die Berechnung der betroffenen Moorflächen erfolgte durch Greenpeace auf Basis der aktuellen Gebietskulisse von Tegetmeyer et al. (2020) „Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands“. Der Kohlenstoffgehalt der Böden wurde mit dem Durchschnittswert organischer Böden in Deutschland in den Schichten bis 2 Meter Tiefe berechnet.

Zentrale Ergebnisse:

- Die im BVWP geplanten Straßenbauprojekte beanspruchen mehr als 5.600 Hektar Waldflächen und mehr als 1.000 Hektar Moor- und Anmoorflächen (Übergangsbereiche von Mineralböden zu Mooren). Zum Vergleich: Das entspricht zusammen einer Fläche größer als Manhattan.
- Allein auf die Projekte der höchsten Priorisierungsstufen (FD, FD-E, VB, VB-E) entfallen mehr als 3.700 Hektar Waldflächen und mehr als 850 Hektar Moor- und Anmoorflächen.

- Die betroffenen Flächen speichern dauerhaft rund 2 Millionen Tonnen Kohlenstoff, der sich bei Freisetzung - etwa durch Verbrennung des Holzes oder Abbaggern des Torfs - zu 7,5 Millionen Tonnen CO₂ verbindet, das in die Atmosphäre gelangt.

- Allein die durch die Projekte der höchsten Priorisierungsstufen (FD/FD-E/VB/VB-E) betroffenen Flächen speichern 1,5 Millionen Tonnen Kohlenstoff, entsprechend über 5,5 Millionen Tonnen CO₂ bei Freisetzung.

- Die betroffenen Waldflächen entziehen der Atmosphäre jedes Jahr außerdem fast 40.000 Tonnen CO₂ zusätzlich (Senkenfunktion) - zehnmal so viel wie die derzeit größte technische Anlage zur CO₂-Abscheidung aus der Luft und Speicherung im Boden auf Island (4.000 Tonnen).¹⁴

Das tatsächliche Ausmaß der Treibhausgasemissionen durch die Beeinträchtigung natürlicher Kohlenstoffspeicher hängt von der konkreten Bauausführung sowie der Verwendung der Rohstoffe ab: Werden Moore abgebagert, verlieren sie ihre Speicherfunktion innerhalb kurzer Zeit und setzen den im Torf gebundenen Kohlenstoff in Form von CO₂ frei. Gleiches gilt für Wälder, wenn Bäume zu Brennholz oder Holzpellets verarbeitet werden. Bei der Verwendung in Form von Bauholz oder Möbeln erfolgt die CO₂-Freisetzung mit zeitlicher Verzögerung. Darüber hinaus gilt für Wälder: Werden sie gerodet, können sie kein CO₂ mehr aus der Atmosphäre aufnehmen und binden.

3. Klima-Lücken im Bundesverkehrswegeplan

Der aktuelle, 2016 in Kraft getretene Bundesverkehrswegeplan zeichnet ein unvollständiges Bild seiner Klimawirkung. Im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Strategischen Umweltprüfung (SUP) wurden die mit dem Straßenbau zusammenhängenden CO₂-Emissionen an mehreren Stellen verkürzt dargestellt oder sogar komplett ignoriert.

Für 185 sogenannte „fest disponierte“ Straßenbauprojekte ermittelt die Umweltprüfung überhaupt keine Umweltwirkungen. Sie tauchen somit auch nicht in der CO₂-Gesamtbilanz des BVWP auf.

Die Lebenszyklus-Emissionen der übrigen Projekte sind laut einer aktuellen Studie von RegioConsult im Auftrag des BUND in Bayern zudem nicht vollumfänglich abgebildet. Anhand von Fallbeispielen weisen die Studienautoren nach, dass die CO₂-Emissionen des Baus und Betriebs der Straßen im BVWP durchweg unterschätzt werden.¹⁵

Darüber hinaus unterschätzt der BVWP systematisch den induzierten Verkehr - also zusätzlicher Verkehr, der erst durch den Neu- oder Ausbau von Straßen entsteht. Während der primär induzierte Pkw-Verkehr im Plan noch abgebildet wird, verzichtet die BVWP-Methodik auf eine Berechnung des zusätzlichen Güterverkehrs, obwohl die wissenschaftliche Literatur einen klaren Zusammenhang zwischen Preisveränderungen (z.B. Verbesserung der Infrastruktur) und Güterverkehrsaufkommen beschreibt.¹⁶

Das Methodenhandbuch zum BVWP erklärt stattdessen: „Im Güterverkehr sowie im kleinräumigen Personen- und Güterwirtschaftsverkehr haben verbesserte Transportwege erst mit langem zeitlichen Versatz Einfluss auf Produktions- und Lagerstrukturen und können daher vernachlässigt werden.“¹⁷

Auch den sekundär induzierten Pkw- und Lkw-Verkehr, der durch neue Siedlungsstrukturen aufgrund verbesserter Infrastruktur entsteht, ignoriert die Methodik des Infrastrukturplans mit dem

Argument, dass es sich um eine „längerfristige Entwicklung“ handle¹⁸ - ganz so, als sei der Autobahnbau lediglich etwas Temporäres und die neuen Straßen nicht für die langfristige Verwendung vorgesehen.

Selbst wenn man die (unzureichende) BVWP-Methodik verwendet, liegen bei den Fernstraßenprojekten des vordringlichen Bedarfs (VB/VB-E) die tatsächlichen CO₂-Emissionen höher als im Umweltbericht zum BVWP angegeben. Eine aktuelle Datenanalyse von Greenpeace und BUND hat ergeben, dass durch Nutzung, Bau und Instandsetzung der VB-/VB-E-Projekte in Summe über eine Million Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr zu erwarten sind. Damit ist deren Klimawirkung fast doppelt so groß wie im Umweltbericht erklärt.¹⁹

Laut Umweltbericht zum BVWP bestehen die Umweltziele des Infrastrukturplans „in der Begrenzung der zusätzlichen Inanspruchnahme von Natur, Landschaft und nicht erneuerbaren Ressourcen durch flächige Inanspruchnahme, Querung und Zerschneidung sowie in der Reduktion der Emissionen von Lärm, Schadstoffen und Klimagasen (insb. CO₂)“²⁰.

Erstaunlicherweise beziffert der BVWP-Umweltbericht gerade jene Klimagase nicht, die durch die „Inanspruchnahme von Natur, Landschaft und nicht erneuerbaren Ressourcen“ potenziell freigesetzt werden. Der Verlust von Kohlenstoffspeichern und -senken wie Wäldern und Mooren ist weder Teil der in Geld bezifferten Umweltkriterien (monetarisierter Umweltkriterien) noch der übrigen, nicht-monetarisierten Umweltkriterien.

Dabei wäre zumindest eine überschlägige Berechnung möglich gewesen: Wie der Umweltbericht ausführt, wurden zur Überprüfung verschiedener Umweltkriterien digitale Trassenverläufe der geplanten Straßen verwendet.²¹ Durch Verschneidung mit Boden- und Waldkarten hätten die Gutachter somit auch den Verlust von Kohlenstoffspeichern und damit die möglichen CO₂-Emissionen näherungsweise beziffern können.

4. Die Bedeutung natürlicher Kohlenstoffspeicher und -senken für das Klima

Die Klimakrise schreitet schneller voran als befürchtet. Ihre Auswirkungen sind vielerorts bereits deutlich spürbar. Eindringlicher als je zuvor hat der Weltklimarat IPCC daher in seinem jüngsten Bericht vor den dramatischen Folgen der Erderhitzung gewarnt und drastische Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen in allen Sektoren gefordert.²²

In seiner Rede vor der Plenartagung der vergangenen COP 27 (Conference of Parties) der UNFCCC hob der Präsident des Europäischen Rates, Charles Michel, die Rolle der Natur hervor und versprach: „Wir sind entschlossen, die Natur, die Ozeane und die Wälder zu schützen: Sie sind unsere Lunge, ohne die es kein menschliches Leben auf der Erde und keine biologische Vielfalt gibt.“²³

Tatsächlich hängen Klima- und Artenkrise eng zusammen: Laut IPCC hat die Klimakrise die Ökosysteme an Land, im Meer und Süßgewässern auf der ganzen Welt bereits verändert. Artensterben und eine Zunahme von Waldbränden sind unter anderem Folgen davon.²⁴ Umgekehrt wirken sich Veränderungen der biologischen Vielfalt auf das Klima aus, insbesondere auf den Stickstoff-, Kohlenstoff- und Wasserkreislauf.²⁵

Wälder und Moorflächen in Deutschland beherbergen Tausende Tier- und Pflanzenarten, zugleich haben sie eine hohe Klimaschutzfunktion als Kohlenstoffspeicher und -senken. Doch diese Funktion ist sowohl durch menschliches Handeln, wie die intensive industrielle Landnutzung und -bewirtschaftung, als auch durch die Auswirkungen des Klimawandels selbst - etwa lang anhaltende Dürreperioden - zunehmend bedroht. So heißt es etwa im aktuellen deutschen Waldzustandsbericht: „Das Jahr 2022 war erneut zu trocken und zu warm. Auch die nassen Monate Februar und September konnten das

Wasserdefizit des Sommers in unserem Wald nicht kompensieren.“²⁶

Den Mooren in Deutschland geht es nicht besser: Mehr als 90 Prozent der ursprünglichen Moorflächen wurden zum Teil entwässert, abgetorft oder für land- und forstwirtschaftliche Zwecke umgewidmet.²⁷ Die schleichende Moorzerstörung ist in Deutschland heute eine bedeutende Treibhausgasquelle.²⁸

Es drohen somit Rückkopplungseffekte und eine weitere Beschleunigung der Klimakrise, wenn Kohlenstoffspeicher und -senken auch aufgrund der Klimakrise selbst Teile ihrer Funktion verlieren. Dem aktuellen Schutz der natürlichen Kohlenstoffspeicher und -senken kommt daher immense Bedeutung zu, weil er eine schnell wirksame Klimaschutzmaßnahme mit großem Potenzial darstellt und zugleich sicherstellt, dass dieses Potenzial sich nicht schleichend verringert.

In seinem Sonderbericht „Klimawandel und Land-systeme“ stellte der IPCC bereits 2019 fest: „Während manche Handlungsoptionen unmittelbare Folgen haben, benötigen andere Jahrzehnte, um messbare Ergebnisse zu erzielen. Beispiele für Handlungsoptionen mit unmittelbaren Folgen sind der Schutz kohlenstoffreicher Ökosysteme wie Torfmoore, Feuchtgebiete, Weideland, Mangroven und Wälder.“²⁹

Dieses Potenzial will auch die Bundesregierung zum Erreichen der deutschen Klimaziele nutzen. So soll der Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) dank natürlicher Senken gemäß Klimaschutzgesetz zwischen 2027 und 2030 mit minus 25 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr die deutsche Treibhausgasbilanz verbessern.³⁰ Dazu sind innerhalb kurzer Zeit erhebliche Anstrengungen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Wäldern und Mooren nötig.

4.1 Wälder in Deutschland

Rund ein Drittel der Fläche Deutschlands (11,4 Millionen Hektar) ist mit Wald bedeckt. Der Wald in Deutschland ist Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten, erfüllt zahlreiche Schutzfunktionen und verbessert das lokale Klima und den Wasserhaushalt. Darüber hinaus bietet er dem Menschen Erholungsraum und liefert mit Holz einen bedeutenden Rohstoff.

Die Wälder Deutschlands sind zugleich aber auch ein riesiger Kohlenstoffspeicher: Rund 2,6 Milliarden Tonnen Kohlenstoff sind derzeit in Biomasse, Totholz und Boden gebunden.³¹

Obwohl der Wald laut aktueller Zustandserhebung vielerorts große Schäden aufweist, ist er weiterhin eine effektive Kohlenstoffs Senke: 1,1 Tonnen Kohlenstoff zusätzlich speichert jeder Hektar Wald durchschnittlich pro Jahr in der lebenden Biomasse. Dieser Wert bezieht die forstliche Nutzung mit ein, d.h. die Verwendung für langlebige Produkte (Hausbau und Möbel), sowie kurzlebige Produkte (bspw. Papier und Brennholz). Ein Wald, der forstlich nicht genutzt wird und einfach nur wächst, könnte eine noch höhere Senkenleistung pro Jahr und Hektar erzielen.

Im Totholz wurden zuletzt pro Jahr weitere 0,08 Tonnen Kohlenstoff je Hektar pro Jahr gebunden.³² Und auch der Waldboden ist eine Senke: Pro Hektar speichert er jährlich zusätzlich 0,75 Tonnen Kohlenstoff.³³ Im Schnitt lagert ein Hektar Wald in Deutschland ober- und unterirdisch insgesamt also jedes Jahr 1,93 Tonnen Kohlenstoff ein, indem er der Atmosphäre mehr als 7 Tonnen CO₂ entzieht.

Waldschutz ist daher Klimaschutz. Großflächige Rodungen stehen im Widerspruch zu den Verpflichtungen des Pariser Klimaschutzabkommens. Das weiß auch die Bundesregierung, weshalb etwa das aktuelle Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ein Kahlschlagverbot vorsieht, um das „rapide Absenken des Kohlenstoffspeichers Wald“ zu verhindern.³⁴

4.2 Moore in Deutschland

Moore speichern große Mengen Kohlenstoff, indem sie Pflanzenreste unter Ausschluss von Sauerstoff konservieren. Aus den unvollständig zersetzten Pflanzenresten entsteht unter Wasser über Jahrtausende Torf. Insgesamt speichern Moore und Anmoore (Übergangsbereiche von Mineralböden zu Mooren) in Deutschland auf einer vergleichsweise kleinen Fläche (rund 1,8 Mio. Hektar) fast 1,3 Milliarden Tonnen Kohlenstoff.³⁵

Sinkt jedoch der Wasserspiegel und Torf kommt an die Luft, beginnt er zu oxidieren und CO₂ freizusetzen. In Deutschland sind derzeit 92 Prozent der Moorböden entwässert, meist werden sie als Acker- und Weideland oder zum Torfabbau genutzt. Treibhausgase in einer Größenordnung von 53 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente entweichen 2020 aus den entwässerten Moorflächen - entsprechend 7,5 Prozent der gesamten nationalen Treibhausgasemissionen.³⁶

Der Schutz und die Wiedervernässung von Mooren ist daher zur Erreichung der deutschen Klimaschutzziele unabdingbar. Entsprechend heißt es in der Nationalen Moorschutzstrategie der Bundesregierung: „Darüber hinaus sind Moore ein [...] zentraler Baustein des Natürlichen Klimaschutzes. Ihre Schädigung kann sich gravierend auf das globale Klimasystem auswirken. [...] Neben dem Schutz intakter Moore bilden daher die Wiederherstellung und die nachhaltige Bewirtschaftung bisher entwässerter Moorböden ein zentrales Thema dieser Nationalen Moorschutzstrategie.“³⁷

5. Kompensationsmaßnahmen im Zuge des Straßenbaus

Verschiedene Gesetze in Deutschland verlangen, dass Klimaschutz bei der Planung von Infrastruktur eine Rolle spielt. Das Klimaschutzgesetz (KSG) von 2019 verpflichtet in §13 alle Träger öffentlicher Aufgaben, bei ihren Planungen und Entscheidungen den Klimaschutz angemessen zu berücksichtigen. Die Strategische Umweltprüfung (SUP) des BVWP von 2016 bietet keine geeignete Daten- und damit Entscheidungsgrundlage, um die Klimawirkung von Straßenbauvorhaben abzuschätzen, wie in Kapitel 2 dargestellt wurde.

Auch im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) sind seit der Novelle des entsprechenden Gesetzes 2017 die Auswirkungen von Straßenbauprojekten auf das Klima zu ermitteln. Dazu zählen neben der Beeinflussung des Verkehrs durch das Bauvorhaben und die Emissionen durch Bau und Betrieb auch Klimaeffekte, die durch Landnutzungsänderungen entstehen.

Darüber hinaus fordert auch das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) eine Berücksichtigung der Klimaauswirkungen von Straßenbauvorhaben. Die THG-Speicher- und -Senkenfunktion fällt unter den naturschutzrechtlichen Begriff der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes gemäß BNatSchG.

In einer ad-hoc-Arbeitshilfe des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Erstellung von Fachbeiträgen Klimaschutz für Straßenbauvorhaben heißt es dazu: „Die naturschutzrechtlichen Vorgaben verpflichten den Vorhabenträger als Verursacher, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen und unvermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landespflge auszugleichen oder zu ersetzen (§ 15 BNatSchG).“³⁸

In der Praxis hat diese Gesetzesvorgabe beim Straßenbau leider noch die größte Relevanz. Denn während KSG und UVP lediglich dazu führen, dass

Klimaschutz in Abwägungsprozessen während der Planung eine Rolle spielen, müssen gemäß BNatSchG Eingriffe in THG-Speicher und -Senken mit konkreten Maßnahmen kompensiert werden. Eine Konkretisierung der Ausschlusskriterien, welche Ökosysteme von der weiteren Zerstörung - auch durch den Ausbau von Infrastruktur - für die Sicherung der Ökosystemfunktionen im Sinne des Gemeinwohls ausgeschlossen sein müssen, steht bislang aus.

Eine Bilanzierung im Sinne einer echten CO₂-Berechnung geschieht jedoch gerade nicht: „Die Vorschriften des BNatSchG verlangen bisher aber nicht, dass die Wirkungen auf einzelne spezielle Naturhaushaltsfunktionen, wie die THG-Speicher- und -Senkenfunktion exakt, z. B. in der Dimension von t CO₂eq, bilanziert und kompensiert werden. Um dies zu leisten, sind [...] entsprechende Methoden und Fachkonventionen erst noch zu entwickeln und festzulegen.“³⁹

Die Arbeitshilfe aus Mecklenburg-Vorpommern macht es den Planungsträgern der Bauvorhaben leicht: Plane man genügend Kompensationsmaßnahmen ein, gebe es mit der Klimabilanz des Straßenbaus keine Probleme, heißt es dort: „Je nach Art und Umfang der eingriffsseitigen und maßnahmensseitigen Effekte kann der Beitrag zur THG-Bilanz insgesamt positiv oder negativ sein, wobei hier aufgrund von Maßnahmen eine gezielte und weitreichende Beeinflussung der Bilanz möglich ist, um in diesem Bereich zumindest eine Klimaneutralität zu erreichen.“⁴⁰ Mit anderen Worten: Auch ohne Berechnung könne man davon ausgehen, dass Kompensationsmaßnahmen die Klimabilanz ausgleichen.

Doch so einfach ist es nicht: In der Regel geschehen die Kompensationen der Eingriffe durch Aufforstung (Wald) und Wiedervernässung (Moore) an anderer Stelle. Dazu rodet die Autobahn GmbH beispielsweise auch bestehende Fichtenwälder, um

auf der Fläche Laubwälder neu zu pflanzen.⁴¹ Eine CO₂-Bilanzierung wird dabei nicht vorgenommen - sie wäre in diesem Fall sogar für die Kompensationsmaßnahme selbst negativ.

Ein neu gepflanzter Wald ist weder in seinem ökologischen Wert noch in seiner Kohlenstoff-Speicherungsfähigkeit mit einem über Jahrzehnte gewachsenen Wald vergleichbar. Für naturnahe Laubwälder und Mischwälder etwa muss man mit Regenerationszeiten von 100 bis 150 Jahren rechnen, wenn Acker- bzw. Grünland das Ausgangsbiotop ist.⁴² Und auch die wiederhergestellte CO₂-Aufnahmefähigkeit renaturierter Moore kann nicht in kurzer Zeit die über Jahrtausende aufgebauten Kohlenstoffspeicher vernichteter Moore kompensieren.

Im Übrigen ließen sich die für die Kompensation genutzten „maßnahmensseitigen Effekte“ - also etwa die Wiedervernässung von Mooren oder Aufforstung von Waldflächen - auch ohne die Verrechnung mit „eingriffsseitigen Effekten“ erzielen - ganz einfach indem man sie umsetzt, ohne gleichzeitig eine Straße zu bauen. In diesem Fall wäre die Bilanz eindeutig und deutlich positiv, da Speicher- und Senkenfunktion erhalten bleiben und darüber hinaus Maßnahmen zur Verbesserung oder Ausweitung natürlicher Kohlenstoffspeicher und -senken umgesetzt würden.

Das entspräche auch dem Geist des von der Bundesregierung aufgesetzten „Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz“. Dort heißt es zur synergetischen Bekämpfung der Klima- und Biodiversitätskrisen: „Zentrale Säulen sind die Erhaltung, die Renaturierung und die Wiederherstellung von Ökosystemen.“⁴³



Gefällte Eiche auf der Trasse der geplanten A49 in Hessen: Wiederaufgeforstete Ausgleichsflächen brauchen viele Jahrzehnte, um den ökologischen Wert eines alten Mischwalds zu erreichen.

6. Methodik

Der aktuelle Bedarfsplan für die Bundesfernstraßen enthält insgesamt 1360 Projekte. Da zu den Projekten keine frei zugänglichen amtlichen Geodaten vorliegen, lässt sich der BVWP in vollem Umfang nicht ohne Weiteres auf Geoinformationen hin auswerten - etwa die Durchschneidung von Wäldern oder den Verlauf der Projekte über kohlenstoffreiche Böden. Im Rahmen dieser Auswertung wurden daher 50 Projekte ausgewählt (siehe Liste im Anhang) und diese stellvertretend für den Gesamt-BVWP untersucht.

6.1 Auswahl der Projekte

Eine Übersichtskarte aller Fernstraßenprojekte des BVWP bietet die Website www.bvwp-projekte.de/map_street.html des BMDV. Das zuständige Referat des BMDV hat auf Anfrage von Greenpeace mitgeteilt, dass die dort abgebildeten Straßenverläufe lediglich für eine „sinnbildliche Darstellung“ stünden.⁴⁴ Eine stichprobenartige Überprüfung mit dem Projektinformationssystem (PRINS) sowie bei der Autobahn GmbH hinterlegten Kartendaten im pdf-Format zeigt, dass die digitalen Daten teils dennoch genau sind, in vielen Fällen aber auch nur eine sehr grobe Linienführung wiedergeben.

Bei der nutzerbasierten freien Weltkarte OpenStreetMap (OSM) finden sich mit größtenteils hohem Detailniveau die Linienverläufe zahlreicher geplanter Autobahnen und Bundesstraßen. Eine stichprobenartige Überprüfung der Linienverläufe belegt eine hohe Übereinstimmung mit Kartendaten im pdf-Format aus dem PRINS, von der Website der Autobahn GmbH, der Website der Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) sowie weiterer Quellen wie den Straßenbauverwaltungen der Bundesländer. Die vorliegende Auswertung verwendet daher OSM-Daten.

Für die Auswahl der Projekte wurden aus dem Projektpool des BVWP der Priorisierungsstufen FD (fest disponiert), FD-E (fest disponiert - Engpassbeseitigung), VB (vordringlicher Bedarf) und VB-E (vor-

dringlicher Bedarf - Engpassbeseitigung) zunächst vier Kategorien gebildet:

- Autobahnen Neubau
- Autobahnen Ausbau
- Bundesstraßen Neubau
- Bundesstraßen Ausbau

Um auch mit einer vergleichsweise geringen Projektzahl eine hohe Repräsentativität zu erreichen, wurden die Projekte der einzelnen Kategorien zunächst nach Länge sortiert.

In einem zweiten Schritt erfolgte eine Überprüfung für die jeweils längsten Projekte, ob ihre Umsetzung bereits begonnen bzw. bereits abgeschlossen wurde. Waren Abschnitte des Projekts bereits in Umsetzung oder abgeschlossen, andere Abschnitte jedoch nicht, wurde das Projekt - reduziert auf die noch nicht begonnenen Abschnitte - in der Liste belassen. Schließlich erfolgte für die übrig gebliebenen Projekte eine Überprüfung, ob OSM-Daten des Linienverlaufs für sie vorliegen und ob der Linienverlauf den neuesten frei verfügbaren Planungsunterlagen (aus PRINS, Autobahn GmbH, DEGES und weiteren Quellen) entspricht.

Die finale Liste besteht daher aus den längsten Projekten der jeweiligen Kategorie, die

- 1.) zum Zeitpunkt der Untersuchung zumindest abschnittsweise noch nicht in der Umsetzung waren und
- 2.) für die ein plausibler Linienverlauf in Form von OSM-Geodaten vorlag.

Die finale Liste der 50 ausgewerteten Projekte repräsentiert, gemessen an der Länge der Projekte, knapp 10 Prozent (Bundesstraßen Neubau) bis zu über 50 Prozent (Autobahnen Neubau) der FD- und VB-Projekte der jeweiligen Kategorien des gesamten BVWP (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Ausgewertete Fernstraßenprojekte im Vergleich mit dem gesamten BVWP

	Anzahl der ausgewerteten Projekte	Länge der ausgewerteten Projekte	Anteil an der Gesamtlänge der FD- und VB-Projekte des BVWP
Autobahnen Neubau	12	466 km	53,0%
Autobahnen Ausbau	10	363 km	20,2%
Bundesstraßen Neubau	18	283 km	9,4%
Bundesstraßen Ausbau	10	231 km	43,7%

6.2 Bestimmung der Projektflächen

Entsprechend der OSM-Daten und der Recherchen zum Umsetzungsstand einzelner Projektabschnitte wurden die Strecken in einer GIS-Software bearbeitet. Teilprojekte wurden dabei als einzelne Polygone (zweidimensionale geometrische Figuren entsprechend der Straßenverläufe inkl. individueller Breite) erstellt, so dass insgesamt über 100 Verläufe bestimmt wurden (siehe Abbildung 1).

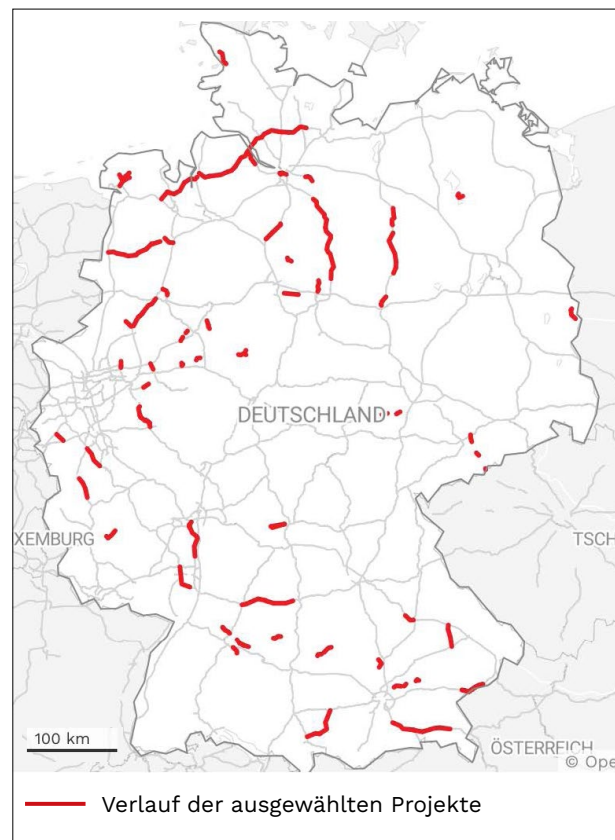
Die Breite der einzelnen Polygone ist abhängig vom Projekttyp (Ausbauziel, im Falle von Erweiterungen: bisheriger Ausbau) sowie der Topographie vor Ort. Diese Auswertung orientiert sich dabei eng an der im Rahmen der Umweltbewertung des BVWP genutzten Methodik zur Flächeninanspruchnahme von Verkehrswegen (Kriterium 2.5). Im BVWP wird sie genutzt, um eine Vergleichsmöglichkeit mit dem Flächeneinsparziel der Bundesregierung zu schaffen.⁴⁵

Zur Berechnung der Fläche nutzt die BVWP-Methodik durchschnittliche Referenzwerte, die alle im Zuge des Fernstraßenbaus beanspruchten Flächen zusammenfassen. Dazu heißt es im Umweltbericht: „Neben dem Flächenbedarf des eigentlichen Fahrwegs (RQ) sind basierend auf Fallbeispieluntersuchungen Zuschläge für Nebenflächen, Böschungen und Einschnitte berücksichtigt. Diese Zuschläge sind auch abhängig vom Relieftyp.“⁴⁶

So wird beispielsweise die Trassenbreite für einen vierstreifigen Autobahnneubau inklusive Standstreifen im ebenen Gelände mit 50 Metern veranschlagt.

Abbildung 1: Deutschlandkarte mit ausgewählten Straßenbauprojekten des BVWP

(Quellen: OpenStreetMap, eigene Berechnungen)



Der Standardquerschnitt für vierstreifige Autobahnen beträgt hingegen 31 Meter (RQ 31).

Die Verwendung des BVWP-Kriteriums Flächeninanspruchnahme hat mithin zur Folge, dass nicht alle abseits des eigentlichen Fahrwegs beanspruchten Flächen exakt dort bilanziert werden, wo sie

tatsächlich anfallen. So könnten Nebenflächen wie Anschlussstellen oder Rastanlagen zumindest teilweise auf Flächen mit anderen Böden oder mehr oder weniger Wald entstehen als die an den äußeren Rändern des jeweiligen Polygons - und damit die Bilanzierung der Beeinträchtigung von Kohlenstoffspeichern und -senken positiv oder negativ beeinflussen.

Die vorliegende Auswertung erhebt daher nicht den Anspruch, für jedes Polygon und damit jedes Teilprojekt eine ebenso exakte Berechnung vorzulegen, wie es mit einer detaillierten Auswertung von Planungsunterlagen und einer Übertragung in genauere Geodaten möglich wäre. Da sich die Nebenflächen größtenteils im unmittelbaren Umfeld des Fahrwegs befinden, ist jedoch davon auszugehen, dass die Methodik in der Summe der Fläche der Polygone nicht zu starken Verzerrungen bei der Berechnung von Wald- und Moorflächen führt.

Um die Verläufe einzelnen Relieftypen und damit einer der Topographie entsprechenden Referenzbreite zuordnen zu können, hat sich die vorliegende Auswertung ebenfalls an der BVWP-Methodik orientiert. Diese nutzt Höhendaten der „Shuttle Radar Topography Mission“ (SRTM) der NASA aus dem Jahr 2000 sowie die Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:200.000 (BÜK 200), um Geländeneigung und Niederungsbereiche zu bestimmen.⁴⁷ Mit denselben Quellen und derselben Einordnung wurde hier gearbeitet (siehe Abbildung 2).

Anders als im BVWP wurden die Projekte in der Folge allerdings nicht „einem überwiegend vorherrschenden Typ zugeordnet“⁴⁸, sondern ein gewichteter Durchschnittswert je Linie berechnet. So konnte die individuelle Breite jedes Projektes genauer bestimmt werden. Anstatt also jedem Polygon genau einen Relieftyp zuzuordnen, wurde die Breite der Polygone aus verschiedenen Referenzbreiten berechnet (z.B. 40% Relieftyp 1, 60% Relieftyp 2).

Bei Ausbauvorhaben wurde zunächst der vorwiegende Ausbauzustand der bestehenden Straße bestimmt (z.B. 2-streifige Bundesstraße ohne Standstreifen). Gemäß der BVWP-Zuordnung wurde der Breite entsprechend die bestehende Straße gepuffert und rechts und links davon anteilig der zusätzliche Flächenbedarf durch den Ausbau als Polygon angesetzt (siehe Abbildung 3).

Üblicherweise wird der Ausbau von Straßen abschnittsweise auf nur einer Straßenseite erfolgen. Da jedoch nicht ausreichend Informationen darüber vorlagen, in welchen Bereichen die jeweiligen Projekte auf welcher Seite ausgebaut werden sollen, wurde der Ansatz einer beidseitigen geteilten Pufferung gewählt.

Abbildung 2: Karte zur Bestimmung der Neigungsklassen und Niederungsbereiche

(Quellen: OpenStreetMap, NASA, BÜK200, eigene Berechnungen)

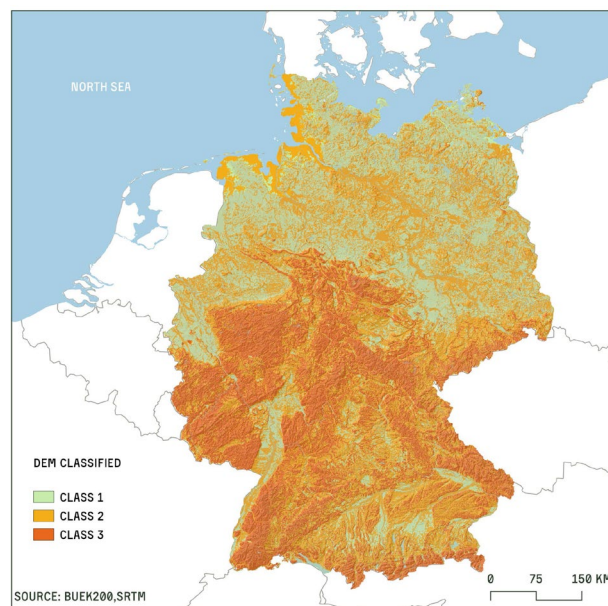
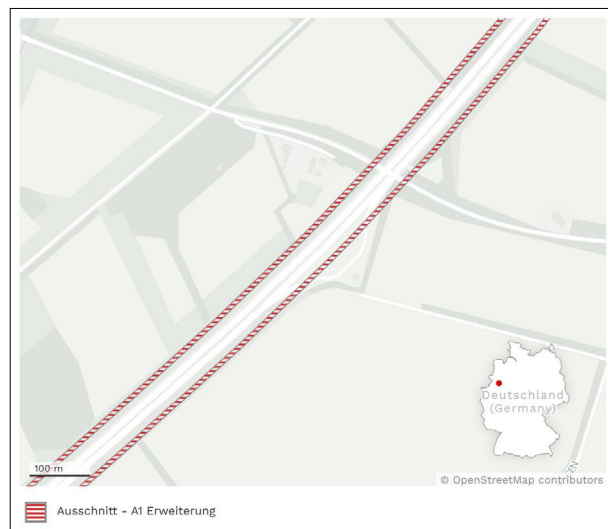


Abbildung 3: Polygon eines Ausbaubereichs am Beispiel der A1

(Quellen: OpenStreetMap, eigene Berechnung)



6.3 Bestimmung betroffener Waldflächen und ihrer Kohlenstoffbindung

Die Bestimmung der Waldflächen sowie die Ableitung des in den Flächen gebundenen Kohlenstoffs hat die Naturwald Akademie vorgenommen. Zur Berechnung der Waldflächen konnte sie dabei auf ihr eigenes Waldmonitoring-Tool (www.waldmonitor-deutschland.de) zurückgreifen.

Darin ist eine Baumartenkarte mit sieben dominanten Hauptbaumarten enthalten, die mittels maschinellen Lernens und Sentinel-2 Satellitendaten sowie Stichprobendaten aus der dritten Bundeswaldinventur abgeleitet wurden.⁴⁹ Dieses trainierte

Datenmodell ermöglicht erstmals die Klassifikation der deutschlandweiten Verteilung der dominanten Baumarten mit einer räumlichen Auflösung von 10 Meter pro Pixel.

Es wurden die Nadelbaumarten Fichte, Kiefer, Douglasie und Lärche unterschieden, sowie die Laubbaumklassen Buche, Eiche und andere Laubbaumarten. Die Validierung der Klassifikation zeigt Genauigkeiten für die laubabwerfenden Arten zwischen ca. 77% und 91%, sowie für die nicht-laubabwerfenden Arten zwischen 85% und 94%.

Zur Berechnung der Inanspruchnahme von Waldflächen durch die untersuchten Straßen wurden die Geodaten der geplanten Straßenbauvorhaben mit der Baumartenkarte verschnitten und die Flächenanteile der einzelnen Baumarten innerhalb der Straßenpolygone berechnet (siehe Abbildungen 4 und 5).

Abbildung 4: Verschneidung Straßenpolygon mit Daten aus dem Waldmonitoring-Tool am Beispiel des Neubaus der A 39 bei Knesebeck (Landkreis Gifhorn, Niedersachsen)

(Quelle: Naturwald Akademie)

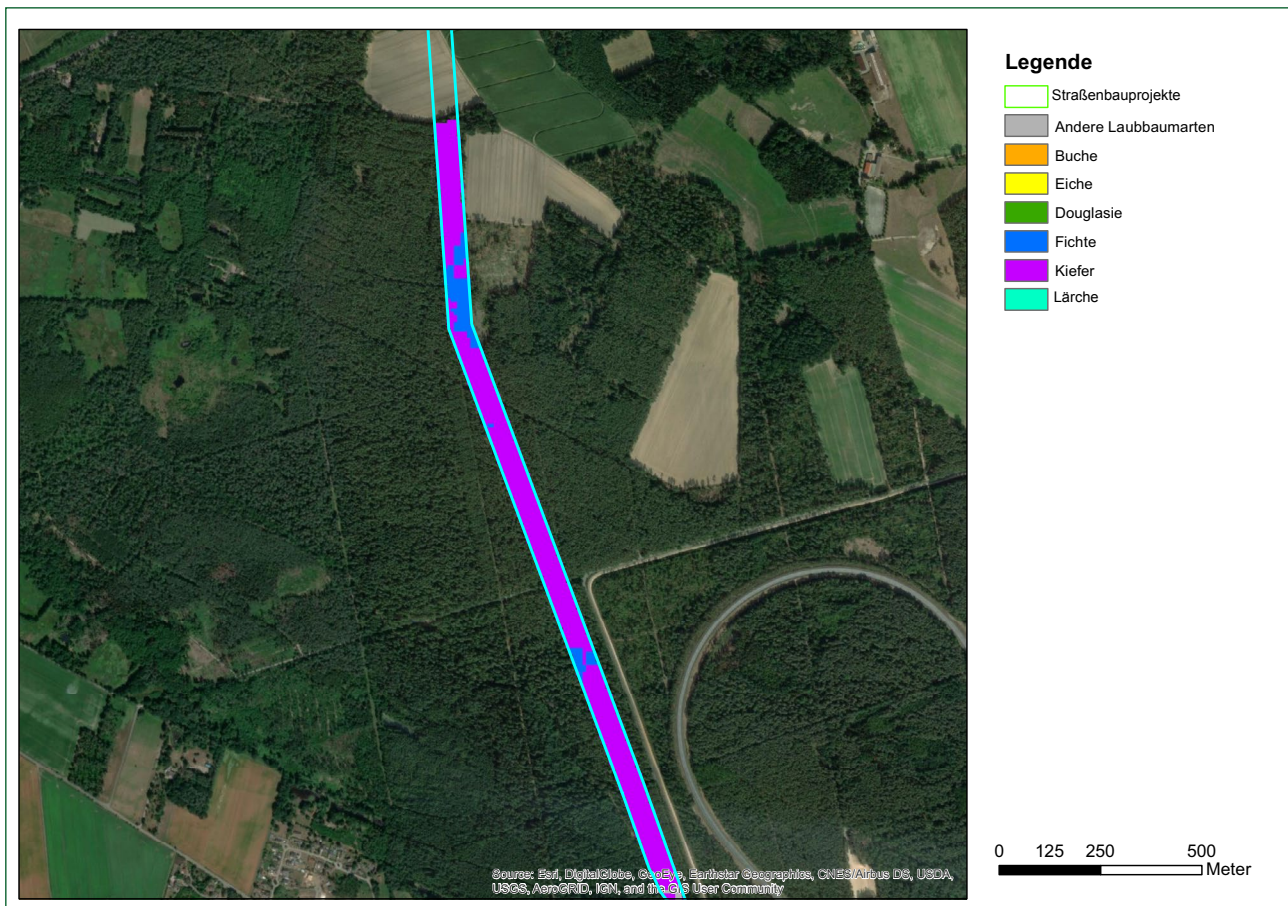
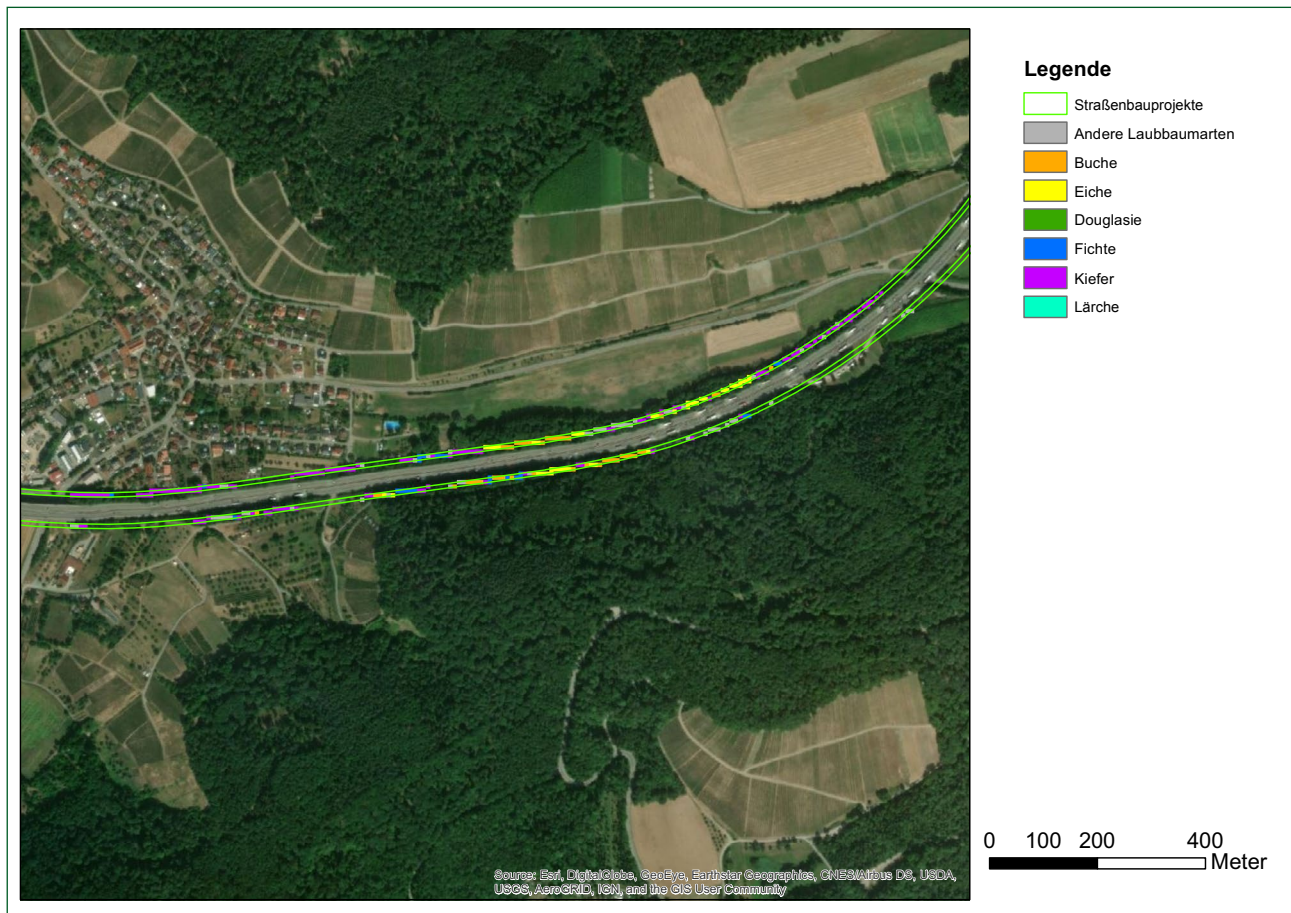


Abbildung 5: Verschneidung Straßenpolygon mit Daten aus dem Waldmonitoring-Tool am Beispiel des Ausbaus der A 6 bei Wimmental (Landkreis Heilbronn, Baden-Württemberg)

(Quelle: Naturwald Akademie)



Die durch die Projekte zu erwartenden Flächenverluste belaufen sich dabei für Wald auf 965 Hektar (ha). Die Kohlenstoffgehalte der einzelnen dominanten Hauptbaumarten wurden aus der Treibhausgasinventur 2017 des Thünen-Instituts verwendet, dabei handelt es sich sowohl um oberirdische

Kohlenstoffmasse der Baubiomasse sowie die Kohlenstoffmasse, die in den Wurzeln gespeichert ist, jeweils auf Hektarbasis.⁵⁰ Die Kohlenstoffverluste der entwaldeten Flächen aufgeteilt nach den dominanten Hauptbaumarten belaufen sich für die untersuchten Projekte auf 100.637 t (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Beanspruchte Waldflächen durch analysierte Fernstraßenprojekte nach dominanten Hauptbaumarten

Hauptbaumarten	Flächenverlust [ha]	Kohlenstoffgehalt [t/ha]	Kohlenstoffverlust [t]
Buche	97	137	13.289
Eiche	100	127	12.700
Douglasie	12	100	1.200
Fichte	208	118	24.544
Kiefer	310	95	29.450
Lärche	5	100	500
Andere Laubbaumarten	234	81	18.954
Gesamt	965		100.637

Zur Berechnung des gesamten C-Pools im Ökosystem Wald gehört auch der Bodenkohlenstoff. Hierfür wurden erneut die Geodaten der Straßenbauprojekte genutzt, allerdings ohne jene Waldflächen, die sich mit Moor- oder Anmoorböden überschneiden (siehe Kapitel 6.4: Bestimmung betroffener Moorflächen). So konnte eine Doppelberechnung der C-Pools dieser Böden ausgeschlossen werden.

Die bereinigten Daten wurden genutzt, um den Kohlenstoffverlust im Waldboden zu errechnen, welcher sich nun auf eine Fläche von 923 ha beläuft. Als Quelle für den Kohlenstoffgehalt im Waldboden wurden die durchschnittlichen Werte aus der zweiten Bodenzustandserhebung des Thünen-Instituts verwendet.⁵¹ Die Vorräte des Gesamtprofils mit Auflagehumus und Mineralboden bis zu einer Tiefe von 90 cm belaufen sich dabei im Mittel auf 117 t/ha. So ergibt sich ein Verlust an Bodenkohlenstoff von zusätzlichen 107.991 t durch die untersuchten Straßenbauvorhaben.

6.4 Bestimmung betroffener Moorflächen und ihrer Kohlenstoffbindung

Zur Bestimmung der vom Straßenbau betroffenen Moorflächen wurde die Gebietskulisse von Tegetmeyer et al. (2020) „Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands“ verwendet. In dieser Karte sind GIS-Datensätze aus allen 16 Bundesländern über die Verbreitung organischer Böden zu einer frei zugänglichen Karte zusammengefügt (siehe Abbildung 6).⁵²

Die Gebietskulisse umfasst Moore und Anmoore in Deutschland mit einer Gesamtfläche von ca. 1,8 Millionen Hektar - etwa 5 Prozent der bundesdeutschen Fläche. Um die vom Straßenbau betroffenen Moorflächen zu ermitteln, wurden im Rahmen der Analyse zunächst die untersuchten Projektpolygone mit der Gebietskulisse verschnitten (siehe Abbildung 7).

Die Verschneidung der Gebietskulisse mit den Projektpolygenen zeigt, dass die untersuchten Straßenprojekte vergleichsweise viele Flächen mit

Abbildung 6: Karte organischer Böden in Deutschland nach Tegetmeyer et al.

(Quelle: Greifswald Moor Centrum)

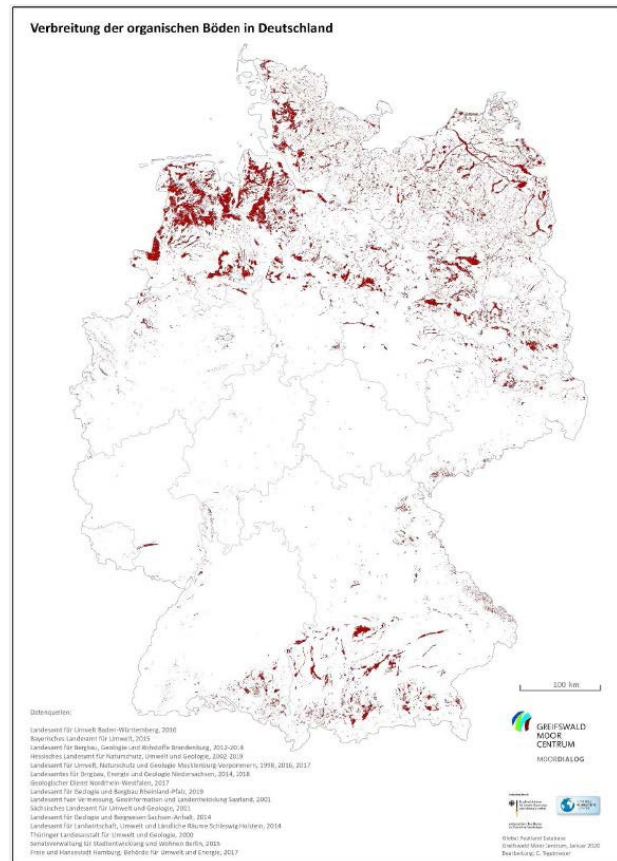
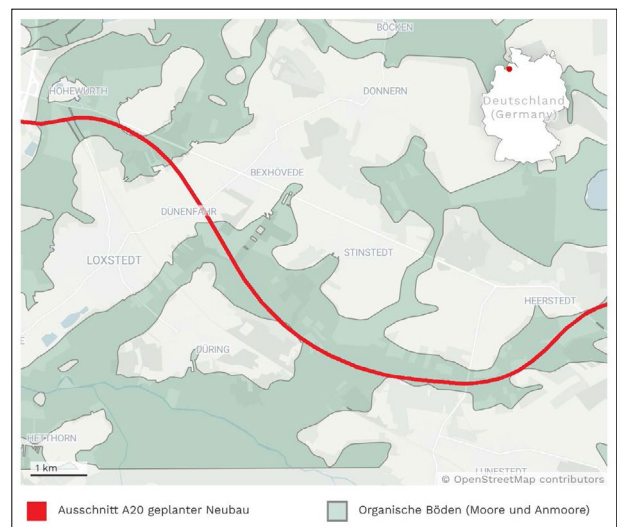


Abbildung 7: Ausschnitt der Karte organischer Böden mit Verlauf eines Teilstücks der A20

(Quellen: Tegetmeyer et al., OpenStreetMap)



organischen Böden beanspruchen. Auf das Ergebnis wirkt sich dabei insbesondere aus, dass die geplante und in der Projektliste enthaltene A20 durch zahlreiche Moorgebiete in Niedersachsen und Schleswig-Holstein verläuft.

Insgesamt ist die Verteilung von Moor- und Anmoorflächen innerhalb Deutschlands nicht gleichmäßig, wie die Gebietskulisse von Tegetmeyer et al. deutlich zeigt. Mit Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Bayern beherbergen fünf von 16 Bundesländern nahezu alle organischen Böden.

Eine Hochrechnung der beanspruchten Moorflächen auf alle Projekte des BVWP ist daher nicht zielführend - einzelne Projekte wie die A20 stellen Sonderfälle dar und bilden nicht den bundesdeutschen Durchschnitt ab. Anstatt die Ergebnisse hochzurechnen, wurden daher für die übrigen, hier nicht im Detail analysierten BVWP-Projekte zur Verschneidung die Daten aus der Übersichtskarte des BMDV genutzt.

Um größere Abweichungen durch ungenaue Linienverläufe auszuschließen, wurden mittels Stichproben für die analysierten Projekte die Flächen gemäß BMDV-Übersichtskarte und den detaillierten OSM-Daten verglichen. Der Vergleich zeigt nur geringfügige Unterschiede, so dass in der Summe über alle Projekte keine größeren Abweichungen durch die ergänzende Verwendung der BMDV-Übersichtskarte zu erwarten sind.

Im Sinne einer konservativen Betrachtung wurden bei allen weiteren Projekten des BVWP die Abschnitte, die bei der Verschneidung über organische Böden

verlaufen, für die Berechnung der Fläche jeweils mit der geringsten Breite aus der BVWP-Methodik für die jeweilige Projektart angenommen (Relieftyp 1: ebenes Gelände). Insgesamt sind demnach durch die Straßenbaupläne des BVWP Moor- und Anmoorflächen von 1050 Hektar betroffen.

Für die Quantifizierung der in den Moorböden gespeicherten Kohlenstoffmenge wurde als Quelle Roßkopf et al. (2015) „Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks“ genutzt. Die Autoren der Erhebung haben Datensätze aus verschiedenen Quellen zusammengeführt, priorisiert und Bodenprofile abgeleitet.⁵³

Die aggregierten Kohlenstoffvorräte bis in zwei Meter Tiefe ergeben nach Roßkopf et al. eine Gesamtmenge von 1,29 Gigatonnen organischen Kohlenstoffs bei einer Kulisse von ca. 1,57 Millionen Hektar. Damit ergibt sich ein Durchschnittswert von 822 Tonnen gespeichertem Kohlenstoff je Hektar.

Da die zur Verschneidung genutzte Gebietskulisse von Tegetmeyer et al. (2020) keine Differenzierung zwischen verschiedenen Moor- und Anmoortypen erlaubt und auch keine Aussagen über die Torfmächtigkeit bzw. die Menge des gespeicherten Kohlenstoffs je nach Lage trifft, greift die vorliegende Analyse für die Berechnung der gespeicherten Kohlenstoffmengen auf den Durchschnittswert nach Roßkopf et al. (2015) zurück.

Für die hier analysierten Projekte ergibt sich damit ein potenzieller Kohlenstoffverlust von 478.404 Tonnen, für die übrigen BVWP-Projekte weitere 384.696 Tonnen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Beanspruchte Moor- und Anmoorflächen durch Fernstraßenprojekte des BVWP

	Analysierte Projekte – Flächen [ha]	Kohlenstoffverlust analysierte Projekte [t]	Übrige Projekte des BVWP – Flächen [ha][näherungsweise]	Kohlenstoffverlust übrige BVWP-Projekte [t][näherungsweise]
Autobahnen Neubau	489	401.958	84	69.048
Autobahnen Erweiterung	22	18.084	82	67.404
Bundesstraßen Neubau	61	50.142	279	229.338
Bundesstraßen Erweiterung	10	8.220	23	18.906
Gesamt	582	478.404	468	384.696



Hochmoor bei Hankhausen in Niedersachsen: Intakte Moore speichern große Mengen Kohlenstoff und helfen so bei der Bekämpfung der Klimakrise

Aussagen über die Betroffenheit auf einzelnen Projektabschnitten sind nicht möglich, da Torfmächtigkeiten und damit enthaltener Kohlenstoff ortsabhängig stark variieren. Da Moore teilweise auch deutlich über 2 Meter tief sind, die Berechnungen nach Roßkopf allerdings nur den Kohlenstoff bis 2 Meter Tiefe erfassen, ist allerdings davon auszugehen, dass die Verwendung des Durchschnittswertes im Mittel aller Projekte eher zu einer konservativen Berechnung beiträgt.

Neben der unmittelbaren Torfentnahme können Straßenbaumaßnahmen durch Entwässerung auch großflächigere Auswirkungen auf umliegende Moorflächen haben. Solche möglichen Auswirkungen sind nicht Teil der Berechnung.

7. Ergebnisse und Hochrechnung auf gesamten BVWP

Die Straßenbauvorhaben des BVWP zerstören wertvolle Kohlenstoffspeicher und -senken in ganz Deutschland: Die vorliegende Analyse beziffert die betroffenen Waldflächen der untersuchten 50 Projekte auf 965 Hektar, die betroffenen Moorflächen auf 582 Hektar.

Für eine näherungsweise Berechnung der Flächeninanspruchnahme und Kohlenstoffverluste durch alle Projekte des BVWP bzw. alle Projekte der höchsten Priorisierungsstufen wurde für die Moorböden eine vereinfachte Berechnung auf Basis von Geodaten durchgeführt (siehe Kapitel 6.4). Für die Wald-Berechnung wurden die Ergebnisse für die 50 untersuchten Projekte gemäß ihres längemäßigen Anteils an allen Projekten der jeweiligen Kategorie (Auto-

bahnen Neubau, Autobahnen Erweiterung, Bundesstraßen Neubau, Bundesstraßen Erweiterung; siehe auch Tabelle 1) entsprechend hochgerechnet.

Betrachtet man die Straßenbauprojekte des BVWP insgesamt, beanspruchen sie entsprechend dieser Vorgehensweise über 5.600 Hektar Waldfläche und über 1.000 Hektar Moorfläche. Damit sind Speicher von rund 2 Millionen Tonnen Kohlenstoff betroffen, der sich bei Freisetzung zu mehr als 7,5 Millionen Tonnen CO₂ verbindet, das in die Atmosphäre gelangt und zur Klimakrise beiträgt. Allein die durch die Projekte der höchsten Priorisierungsstufe betroffenen Flächen speichern 1,5 Millionen Tonnen Kohlenstoff, entsprechend über 5,5 Millionen Tonnen CO₂ bei Freisetzung (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: CO₂-Freisetzung bei Vernichtung der Kohlenstoffspeicher auf vom Straßenbau betroffenen Wald- und Moorflächen (Hochrechnung)

BVWP - FD/FD-E/VB/VB-E	CO ₂ -Freisetzung durch Verlust an Waldfläche	CO ₂ -Freisetzung durch Verlust an Waldboden	CO ₂ -Freisetzung durch Verlust an Moorboden
Autobahnen Neubau	402.363	427.381	1.697.990
Autobahnen Erweiterung	290.607	316.618	140.275
Bundesstraßen Neubau	647.345	714.950	685.456
Bundesstraßen Erweiterung	81.043	86.791	92.542
Einzelsummen	1.421.358	1.545.740	2.616.263
Gesamtsumme	5.583.361 t CO₂		
BVWP - alle Projekte	CO ₂ -Freisetzung durch Verlust an Waldfläche	CO ₂ -Freisetzung durch Verlust an Waldboden	CO ₂ -Freisetzung durch Verlust an Moorboden
Autobahnen Neubau	442.627	470.148	1.725.882
Autobahnen Erweiterung	515.248	561.366	314.806
Bundesstraßen Neubau	1.071.754	1.183.683	1.027.309
Bundesstraßen Erweiterung	110.862	118.725	98.693
Einzelsummen	2.140.491	2.333.921	3.166.690
Gesamtsumme	7.641.103 t CO₂		



Greenpeace-Aktivist:innen demonstrieren im November 2020 auf einem noch nicht freigegebenen Bauabschnitt der A49 für eine klimaschonende Verkehrsplanung. Für die Autobahn wird eine Schneise mitten durch den Dannenröder Wald geschlagen.

Zur Einordnung: Die aktuell größte technische Anlage zur CO₂-Abscheidung aus der Luft und dessen dauerhafter Speicherung im Boden (DACCS) auf Island kann bei Vollauslastung jedes Jahr 4.000 Tonnen CO₂ aus der Luft filtern.⁵⁴ Um den CO₂-Speicherverlust durch den Fernstraßenbau in Deutschland auszugleichen, müssten also 100 dieser Anlagen fast 20 Jahre lang CO₂ aus der Luft saugen und im Boden verpressen. Dass die technische Speicherung von Kohlendioxid (CCS) - im Gegensatz zu natürlichen CO₂-Speichern - bislang kaum erprobt ist und zudem ungelöste Probleme und Risiken (u.a. Entweichung des gespeicherten CO₂) mit sich bringt, kommt noch dazu.⁵⁵

Zusätzlich zur Speicherfunktion gehen mit den Waldflächen allerdings auch noch aktive CO₂-Senken verloren: Die vom BVWP-Straßenbau betroffenen Waldflächen speichern jedes Jahr trotz Holznutzung fast 40.000 Tonnen CO₂ zusätzlich aus der Atmosphäre (Senkenfunktion) - also rund 10 Mal so viel wie die erwähnte DACCS-Anlage auf Island.

Entwässerte Moore sind zwar aktuell bedeutende CO₂-Quellen. Aber auch Moore bieten bei Wiedervernässung und Renaturierung die Chance, wieder eine Senkenfunktion für CO₂ zu übernehmen - nicht jedoch, wenn sie dauerhaft durch Straßenbau zerstört werden.

8. Greenpeace-Forderungen

Angesichts der fortschreitenden Klimakrise ist die Bundesfernstraßenplanung der Bundesregierung unverantwortlich. Fast 6000 Kilometer neue Straßen und 4000 Kilometer Ausbau sieht der BVWP insgesamt vor - zu Lasten nicht zuletzt unserer natürlichen Verbündeten im Kampf gegen die Erderhitzung: der Natur.

Der Flächenfraß der Fernstraßenprojekte des BVWP widerspricht schon dem Flächeneinsparungsziel der Bundesregierung. Laut Umweltbundesamt liegt die Inanspruchnahme durch den BVWP 50 Prozent über dem zulässigen Wert.⁵⁶ Ein dicht besiedeltes Land wie Deutschland muss sparsam mit seiner Fläche umgehen - besonders mit seinen Ökosystemen.

Die Kompensation von Eingriffen in Wälder und Moore im Zuge des Straßenbaus greift dabei zu kurz: Die Vernichtung wertvoller Lebensräume befeuert heute die Artenkrise und setzt große Mengen CO₂ frei. Aufforstungen können vor allem alte und naturnahe Wälder als wertvolle Lebensräume und ihre vielfältigen Schutzfunktionen nicht adäquat ersetzen. Wälder wachsen langsam und können viele Funktionen erst mit erheblicher Verzögerung erfüllen. Die vollständige Regeneration von Mooren braucht Jahrhunderte.

Zudem können Renaturierungsmaßnahmen auch unabhängig von Straßenbauvorhaben ergriffen werden. Der Schutz natürlicher Kohlenstoffspeicher und -senken und die Wiederherstellung oder Verbesserung degenerierter Flächen sollten sich ergänzen, nicht gegeneinander verrechnet werden.

Greenpeace fordert daher:

1. Aus- und Neubau von Autobahnen und Bundesstraßen sofort stoppen: Um zu verhindern, dass durch begonnene Bauvorhaben Fakten geschaffen und Steuergelder verschwendet werden, sollte die Bundesregierung den Fernstraßenbau sofort stoppen, bis die Infrastrukturplanung im Einklang mit Klima- und Naturschutzzielen ist.

2. Bundesverkehrswegeplan 2030 überarbeiten: Alle Projekte müssen einem 'Klima- und Naturcheck' unterzogen werden, der sicherstellt, dass der BVWP im Einklang mit den Zielen zur Bekämpfung der Klima- und Artenkrise steht. Zukünftige Planung von Verkehrsinfrastruktur muss Verkehrsverlagerung auf die Schiene priorisieren und darf nicht zu noch mehr Straßenverkehr führen.

3. Mittel für den Ausbau der Schiene hochfahren: Die Bahn ist ein vergleichsweise flächeneffizientes Verkehrsmittel. Um nachhaltige Mobilität sicherzustellen, muss der Mittelbedarf für den Deutschlandtakt langfristig abgesichert werden.

Anhang: Liste der 50 untersuchten Fernstraßenprojekte

Straße	Bundesland	(Teil-)Projektnummer im PRINS	Kategorie
A 20	Niedersachsen	A20-G10-NI-SH	Autobahnen Neubau
A 39	Niedersachsen	A39-G10-NI	Autobahnen Neubau
A 14	Sachsen-Anhalt/Brandenburg	A14-G20-ST-BB - Teilstücke	Autobahnen Neubau
A 94	Bayern	A094-G040-BY - Teilstücke	Autobahnen Neubau/ Autobahnen Erweiterung
A 20	Schleswig-Holstein	A20-IP10-SH-IP	Autobahnen Neubau
A 20	Schleswig-Holstein	A20-G10-SH	Autobahnen Neubau
A 25n	Schleswig-Holstein	A25_B5-G20-SH	Autobahnen Neubau/ Bundesstraßen Neubau
A 1	Rheinland-Pfalz/ Nordrhein-Westfalen	A001-G10-NW-RP	Autobahnen Neubau
A 26	Hamburg	A26-G10-HH	Autobahnen Neubau
A 33	Niedersachsen	A33-G10-NI	Autobahnen Neubau
A 445	Nordrhein-Westfalen	A445-G10-NW	Autobahnen Neubau
A 46	Nordrhein-Westfalen	A46-B7-G41-NW-T1-NW	Autobahnen Neubau
A 6	Baden-Württemberg	A6-G60-BW-BY	Autobahnen Ausbau
A 1	Nordrhein-Westfalen	A1-G110-NW	Autobahnen Ausbau
A 8	Bayern	A008-G010-BY-T3-BY	Autobahnen Ausbau
A 67	Hessen	A67-G10-HE	Autobahnen Ausbau
A 45	Nordrhein-Westfalen	A45-G10-NW	Autobahnen Ausbau
A 61	Rheinland-Pfalz	A61-IP20-RP-IP	Autobahnen Ausbau
A 8	Bayern	A008-G010-BY-T2-BY	Autobahnen Ausbau
A 3	Bayern	A003-G030-BY - Teilstücke	Autobahnen Ausbau
A 61	Nordrhein-Westfalen	A61-G60-NW	Autobahnen Ausbau
A 7	Niedersachsen	A7-G10-NI	Autobahnen Ausbau
B 213	Niedersachsen	B213-G10-NI	Bundesstraßen Neubau/ Bundesstraßen Ausbau
B 210	Niedersachsen	B210-G10-NI	Bundesstraßen Neubau
B 87	Sachsen-Anhalt	B87-G20-ST - Teilstücke	Bundesstraßen Neubau
B 3	Niedersachsen	B3-G30-NI - Teilstücke	Bundesstraßen Neubau
B 388	Bayern	B388-G020-BY	Bundesstraßen Neubau
B 4	Niedersachsen	B4-G20-NI	Bundesstraßen Neubau
B 198	Mecklenburg-Vorpommern	B198-G10-MV - Teilstücke	Bundesstraßen Neubau
B 65	Niedersachsen	B65-G60-NI	Bundesstraßen Neubau
B 16	Bayern	B016-G040-BY	Bundesstraßen Neubau
B 239	Nordrhein-Westfalen	B239-G20-NW	Bundesstraßen Neubau
B 5	Schleswig-Holstein	B5-G10-SH	Bundesstraßen Neubau
B 174	Sachsen	B107/B174-G20-SN	Bundesstraßen Neubau

B 64	Nordrhein-Westfalen	B64-B83-G90-NW	Bundesstraßen Neubau
B 26n	Bayern	B026-G044-BY-T01-BY	Bundesstraßen Neubau
B 112	Brandenburg	B112-G20-BB	Bundesstraßen Neubau
B 13	Bayern	B013-G080-BY-T03-BY	Bundesstraßen Neubau
B 474	Nordrhein-Westfalen	B474-G10-NW - Teilstücke	Bundesstraßen Neubau
B 1	Nordrhein-Westfalen	B1-G11-NW	Bundesstraßen Neubau
B 50	Rheinland-Pfalz	B50-IP10-RP-IP - Teilstücke	Bundesstraßen Ausbau
B 12	Bayern	B012-G011-BY	Bundesstraßen Ausbau
B 20	Bayern	B020-G050-BY	Bundesstraßen Ausbau
B 10	Baden-Württemberg	B10-G60-BW	Bundesstraßen Ausbau
B 10	Baden-Württemberg	B10-G40-BW	Bundesstraßen Ausbau
B 56	Nordrhein-Westfalen	B56-G10-NW	Bundesstraßen Ausbau
B 61	Nordrhein-Westfalen	B61-G10-NW	Bundesstraßen Ausbau
B 29	Baden-Württemberg	B29-G50-BW - Teilstücke	Bundesstraßen Ausbau
B 54	Nordrhein-Westfalen	B54-G30-NW-T1-NW	Bundesstraßen Ausbau
B 27	Baden-Württemberg	B27-G50-BW	Bundesstraßen Ausbau

Quellen

- 1 Köhler, Lukas: „Autobahnen werden in Zukunft klimaneutrale Orte sein“, unter: <https://www.fdpbt.de/koehler-interview-autobahnen-werden-zukunft-klimaneutrale-orte-sein> (abgerufen am 25.4.2023)
- 2 ZDF: „Autobahnausbau und Klimaschutz – geht das?“, unter: <https://www.zdf.de/nachrichten/politik/verkehr-klima-verkehrswende-fdp-fridays-for-future-zdfheute-live-102.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 3 Wissing, „Güterverkehr steigt um 34 Prozent“, unter: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/RedenUndInterviews/2023/wissing-reutlinger-general-anzeiger-30-01-2023.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 4 Tagesschau: „Was die Ampel beschlossen hat“, unter: <https://www.tagesschau.de/inland/beschluesse-koalitionsausschuss-103.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 5 BMDV: „Weniger Stau durch bessere Planung“, unter: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/autobahnprojekte.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 6 CDU Berlin: „A100 soll zur Klimaautobahn weiterentwickelt werden“, unter: <https://cdu.berlin/news/lokal/721/A100-soll-zur-Klimaautobahn-weiterentwickelt-werden-.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 7 BMDV: „Umweltbericht zum Bundesverkehrswegeplan“, S.143, unter: https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2030-umweltbericht.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 8 BUND Naturschutz in Bayern e.V.: „CO₂-Emissionen beim Straßenbau deutlich höher als angenommen“, unter: <https://www.bund-naturschutz.de/pressemitteilungen/co2-emissionen-beim-strassenbau-deutlich-hoehler-als-angenommen> (abgerufen am 25.4.2023)
- 9 PTV Planung Transport Verkehr AG: „Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030“, S.75, unter: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-methodenhandbuch.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 10 IPCC: „Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change“, S.38, unter: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 11 Allianz pro Schiene: „Das Schienennetz in Deutschland“, unter: <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/infrastruktur/schienennetz/#:~:text=Das%20Schienennetz%20der%20Eisenbahnen%20in,waren%20es%20noch%2044.600%20km> (abgerufen am 25.4.2023)
- 12 BMDV: „Umweltbericht zum Bundesverkehrswegeplan“, S.143, unter: https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2030-umweltbericht.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 13 TUMI: „Passenger Capacity of different Transport Modes“, unter: https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/03/Passenger-Capacity-of-different-Transport-Modes_2021-09-08-071924_mmuh-AQ55yh.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 14 DER SPIEGEL: „Weltweit größte Anlage zur CO₂-Speicherung geht in Betrieb“, unter: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/island-weltweit-groesste-anlage-zur-co-speicherung-geht-in-betrieb-a-9261fe93-755d-44d5-b375-889858f0fb40> (abgerufen am 25.4.2023)
- 15 RegioConsult. Verkehrs- und Umweltmanagement: „Kurzstudie über Klimaschutzbeiträge zur Umweltverträglichkeitsprüfung von Bundesfernstraßen im Rahmen der Aufstellung des Bundesverkehrswegeplans 2040“, unter: https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/Bilder_und_Dokumente/Presse_und_Aktuelles/2023/Mobilit%C3%A4t/2022-11_Kurzstudie_Klimaschutzbeitr%C3%A4ge_des_Verkehrs_im_BVWP.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 16 De Jong, Gerard et al.: „The price sensitivity of road freight transport – a review of elasticities“, unter: <https://significance.nl/wp-content/uploads/2019/03/2010-GDJ-The-price-sensitivity-of-road-freight-transport-a-review-of-elasticities.pdf> (abgerufen am 25.4.2023)
- 17 PTV Planung Transport Verkehr AG: „Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030“, S.75, unter: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-methodenhandbuch.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 18 PTV Planung Transport Verkehr AG: „Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030“, S.75, unter: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-methodenhandbuch.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 19 BUND, Greenpeace: „Fernstraßenbau und Klima – Auswirkungen des Bundesverkehrswegeplans 2030 & Defizite der Berechnung seiner Treibhausgasemissionen“, unter: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/materialien/pdfs/230223_Klimawirkung_Fernstrassenausbau_Bundesverkehrswegeplan_BUND_Greenpeace.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 20 BMDV: „Umweltbericht zum Bundesverkehrswegeplan“, S.14, unter: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2030-umweltbericht.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 21 BMDV: „Umweltbericht zum Bundesverkehrswegeplan“, S.33, unter: https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2030-umweltbericht.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 22 Tagesschau: „Die Klima-Zeitbombe tickt“, unter: <https://www.tagesschau.de/wissen/klima/ipcc-bericht-103.html> (abgerufen am 25.4.2023)

- 23 Europäischer Rat: „Klimakonferenz der Vereinten Nationen (COP 27)“, unter: <https://www.consilium.europa.eu/de/meetings/international-summit/2022/11/07-08/> (abgerufen am 25.4.2023)
- 24 IPCC: „Sixth Assessment Report. Fact sheet - Biodiversity“, unter: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outrreach/IPCC_AR6_WGII_FactSheet_Biodiversity.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 25 WWF: „Living planet report 2022. Kurzfassung“, unter: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF/WWF-lpr-living-planet-report-2022-kurzfassung.pdf> (abgerufen am 25.4.2023)
- 26 BMEL: „Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2022“, unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/waldzustandserhebung.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 27 NABU: „Nieren unter Druck“, unter: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/deutschland/16345.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 28 Umweltbundesamt: „Treibhausgas-Emissionen aus Mooren“, unter: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/treibhausgas-emissionen-aus-mooren> (abgerufen am 25.4.2023)
- 29 IPCC: „Klimawandel und Landsysteme“, unter: https://www.de-ipcc.de/media/content/SRCCL-SPM_de_barrierefrei.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 30 BMUV: „Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz“, S.4, unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/ank_2023_kabinett_lang_bf.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 31 BMEL: „Waldstrategie 2050“, unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2050.pdf?__blob=publicationFile&v=9 (abgerufen am 25.4.2023)
- 32 Riedel, Thomas et al.: „Wälder in Deutschland sind eine wichtige Kohlenstoffsenke“, unter: https://www.thuenen.de/media/institute/wo/Waldmonitoring/THG/Projekt/CI2017/AFZ_14_19_Kohlenstoff_Artikel_2_Riedel.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 33 Johann Heinrich von Thünen-Institut: „Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland“, unter: https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_43.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 34 BMEL: „BMEL-Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ startet“, unter: <https://www.bmel.de/Shared-Docs/Pressemitteilungen/DE/2022/149-wald-klima-paket.html> (abgerufen am 25.4.2023)
- 35 Roßkopf, N., Fell, H., Zeitz, J. 2015. Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. Catena, 133, 157-170.
- 36 BMUV: „Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz“, S.10, unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/ank_2023_kabinett_lang_bf.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 37 BMUV: „Nationale Moorschutzstrategie“, unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moorschutzstrategie_bf.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 38 Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern: „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern“, S.21, unter: https://www.strassen-mv.de/static/LSBV/Dateien/Downloads/Arbeitshilfe%20Klimaschutz/220801_FB-Klima_Ad-hoc-Papier_Fortschreibung.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 39 Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern: „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern“, S.10, unter: https://www.strassen-mv.de/static/LSBV/Dateien/Downloads/Arbeitshilfe%20Klimaschutz/220801_FB-Klima_Ad-hoc-Papier_Fortschreibung.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 40 Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern: „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern“, S.3, unter: https://www.strassen-mv.de/static/LSBV/Dateien/Downloads/Arbeitshilfe%20Klimaschutz/220801_FB-Klima_Ad-hoc-Papier_Fortschreibung.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 41 Die Autobahn GmbH des Bundes: „A1: Neue Ausgleichsfläche an der Anschlussstelle Gevelsberg“, unter: <https://www.autobahn.de/die-autobahn/aktuelles/detail/a1-neue-ausgleichsflaeche-an-der-anschlussstelle-gevelsberg> (abgerufen am 25.4.2023)
- 42 RegioConsult. Verkehrs- und Umweltmanagement: „Kurzstudie über Klimaschutzbeiträge zur Umweltverträglichkeitsprüfung von Bundesfernstraßen im Rahmen der Aufstellung des Bundesverkehrswegeplans 2040“, unter: https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/Bilder_und_Dokumente/Presse_und_Aktuelles/2023/Mobilit%C3%A4t/2022-11_Kurzstudie_Klimaschutzbeitr%C3%A4ge_des_Verkehrs_im_BVWP.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 43 BMUV: „Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz“, S.2, unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/ank_2023_kabinett_lang_bf.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 44 E-Mail vom 5. Januar 2023
- 45 BMDV: „Umweltbericht zum Bundesverkehrswegeplan“, S.26, unter: https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2030-umweltbericht.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 46 BMDV: „Umweltbericht zum Bundesverkehrswegeplan“, S.38, unter: https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2030-umweltbericht.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 47 Bosch&Partner GmbH: „Entwicklung eines Verfahrens zur Beurteilung umwelt- und naturschutzfachlicher Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturvorhaben (LOS 2)“, S.31, unter: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2015-methodenhandbuch-los-2.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)
- 48 BMDV: „Umweltbericht zum Bundesverkehrswegeplan“, S.39, unter: https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/BVWP/bvwp-2030-umweltbericht.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 25.4.2023)

- 49 Welle, T.;Aschenbrenner, L.;Kuonath, K.;Kirmaier, S.;Franke, J. Mapping Dominant Tree Species of German Forests. RemoteSens. 2022,14,3330. <https://doi.org/10.3390/rs14143330>
- 50 Johann Heinrich von Thünen-Institut: Treibhausgasinventur 2017, unter: [https://bwi.info/inhalt1.3.aspx?Text=3.11%20Vorr%C3%A4te%20nach%20Baumartengruppen%20\(ZIELMERKMALSTABELLE\)%20\(rechnerischer%20Reinbestand\)&prRolle=public&prInv=THG2017&prKapitel=3.11](https://bwi.info/inhalt1.3.aspx?Text=3.11%20Vorr%C3%A4te%20nach%20Baumartengruppen%20(ZIELMERKMALSTABELLE)%20(rechnerischer%20Reinbestand)&prRolle=public&prInv=THG2017&prKapitel=3.11) (abgerufen am 25.4.2023)
- 51 Johann Heinrich von Thünen-Institut: „Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland“, unter: https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_43.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 52 Tegetmeyer, C. et al.: „Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands“, unter: https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/2020-01_Tegetmeyer%20et%20al.pdf (abgerufen am 25.4.2023)
- 53 Roßkopf, N., Fell, H., Zeitz, J. 2015. Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. Catena, 133, 157-170.
- 54 DER SPIEGEL: „Weltweit größte Anlage zur CO₂-Speicherung geht in Betrieb“, unter: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/island-weltweit-groesste-anlage-zur-co-speicherung-geht-in-betrieb-a-9261fe93-755d-44d5-b375-889858f0fb40> (abgerufen am 25.4.2023)
- 55 UBA: "Carbon Capture and Storage", unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#grundlegende-informationen> (abgerufen am 25.4.2023)
- 56 UBA: Stellungnahme des Umweltbundesamtes zum Entwurf des BVWP 2030 mit Umweltbericht, unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/stellungnahme_des_umweltbundesamtes_zum_entwurf_des_bundesverkehrswegeplans_2030_mit_umweltbericht.pdf (abgerufen am 25.4.2023)