

En-ROADS Handbuch Dokumentation

Klima interaktiv

Jan 07, 2021

Inhalt:

1 Inhaltsverzeichnis	3
2 Indizes und Tabellen	51

Von Andrew Jones, Yasmeen Zahar, Ellie Johnston, John Sterman, Lori Siegel, Cassandra Ceballos, Travis Franck, Florian Kapmeier, Stephanie McCauley, Rebecca Niles, Caroline Reed, Juliette Rooney-Varga, und Elizabeth Sawin

Zuletzt aktualisiert im Dezember 2020

Der En-ROADS Climate Solutions Simulator ist ein schnelles, leistungsstarkes Klimasimulationswerkzeug, um zu verstehen, wie wir unsere Klimaziele durch Veränderungen in den Bereichen Energie, Landnutzung, Konsum, Landwirtschaft und anderen Politikbereichen erreichen können. Der Simulator konzentriert sich darauf, wie Veränderungen des globalen BIP, der Energieeffizienz, der technologischen Innovation und der Kohlenstoffpreise die Kohlenstoffemissionen, die globale Temperatur und andere Faktoren beeinflussen. Er wurde entwickelt, um eine Synthese der besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Klimälösungen zu liefern und sie den Gruppen in Politik-Workshops und Rollenspielen zur Verfügung zu stellen. Diese Erfahrungen ermöglichen es den Menschen, die langfristigen Klimaauswirkungen globaler Politik- und Investitionsentscheidungen zu erforschen.

En-ROADS wird von Climate Interactive, Ventana Systems, Todd Fincannon, der UML Climate Change Initiative und dem MIT Sloan entwickelt.

Dieses Handbuch bietet Hintergrundinformationen zur Dynamik von En-ROADS, Tipps zur Verwendung des Simulators, allgemeine Beschreibungen, Beispiele aus der Praxis, Schiebereglerinstellungen und Hinweise zur Modellstruktur für die verschiedenen Schieberegler in En-ROADS.

Zusätzlich zu diesem Benutzerhandbuch gibt es ein umfangreiches Referenzhandbuch, das die Modellannahmen und -struktur sowie Referenzen für Datenquellen behandelt.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

Inhalt:

KAPITEL 1

Inhaltsverzeichnis

1.1 Über En-ROADS

En-ROADS ist ein leistungsstarkes Simulationsmodell, mit dem Sie untersuchen können, wie die globalen Energie- und Klimaherausforderungen durch groß angelegte politische, technologische und gesellschaftliche Veränderungen angegangen werden können. Mit En-ROADS können Sie Szenarien erstellen, die sich darauf konzentrieren, wie Änderungen bei Steuern, Subventionen, Wirtschaftswachstum, Energieeffizienz, technologischer Innovation, Kohlenstoffpreisen, Brennstoffmix und anderen Faktoren die globalen Kohlenstoffemissionen und die Temperatur verändern werden.

En-ROADS ist so konzipiert, dass es interaktiv mit Gruppen verwendet werden kann, wo es die Grundlage für wissenschaftlich fundierte Gespräche über den Umgang mit dem Klimawandel sein kann. Das macht es ideal für Entscheidungsträger in Regierung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft; oder für jeden, der neugierig auf die Entscheidungen unserer Welt ist. Climate Interactive stellt umfangreiches Material zur Verfügung, um Menschen bei der Durchführung von Aktivitäten mit En-ROADS zu unterstützen, die von politischen Workshops bis hin zu Rollenspielen reichen.

Im Vergleich zu vielen globalen Energie- und Klimasystemmodellen liefert En-ROADS Ergebnisse in wenigen Sekunden, ist transparent in seiner mathematischen Logik und erlaubt es Ihnen, Hunderte von Faktoren interaktiv zu testen. En-ROADS ergänzt die anderen, stärker disaggregierten Modelle, die ähnliche Fragen behandeln, zum Beispiel die Modelle der EMF-22-Suite. Diese größeren disaggregierten Modelle werden für Daten und Kalibrierung der Ergebnisse in En-ROADS verwendet.

En-ROADS steht für "Energy-Rapid Overview and Decision-Support". Unter der Leitung des Teams von Climate Interactive ist En-ROADS das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit zwischen Climate Interactive, Tom Fiddaman von Ventana Systems, Prof. John Sterman vom MIT Sloan und Prof. Juliette Rooney-Varga von der UMass Lowell's Climate Change Initiative. En-ROADS ist eine Erweiterung des preisgekrönten Simulators C-ROADS, der von Tausenden genutzt wurde, um nationale und regionale Zusagen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen zu bewerten und Klimaverhandlungen zu führen. Beide Tools wurden mit dem Ansatz der Systemdynamik-Modellierung entwickelt und basieren auf den MIT-Dissertationen von Dr. John Sterman und Dr. Tom Fiddaman.

Das Modell betont die systemweiten Wechselwirkungen von Politiken. Hinter der Simulation steht eine umfangreiche Studie der neuesten Forschungsliteratur zu Faktoren wie Verzögerungszeiten, Fortschrittsquoten, Preissensitivitäten, historisches Wachstum von Energiequellen und Energieeffizienzpotenzial. Dadurch kann En-ROADS die dynamischen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Hebeln aufzeigen, z. B. wie sich die Energieeffizienz auf die erneuerbaren Energien auswirkt und welche Rückkopplungsschleifen am bedeutsamsten sind.

Für diejenigen, die mit C-ROADS vertraut sind, besteht der Unterschied zwischen den beiden darin, dass C-ROADS sich darauf konzentriert, wie sich Änderungen der nationalen und regionalen Emissionen auf die globalen Kohlenstoffemissionen und Klimaergebnisse auswirken könnten, während En-ROADS sich darauf konzentriert, wie sich globale Änderungen in den Bereichen Energie, Wirtschaft und öffentliche Politik auf die globalen Kohlenstoffemissionen und Klimaergebnisse auswirken könnten.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

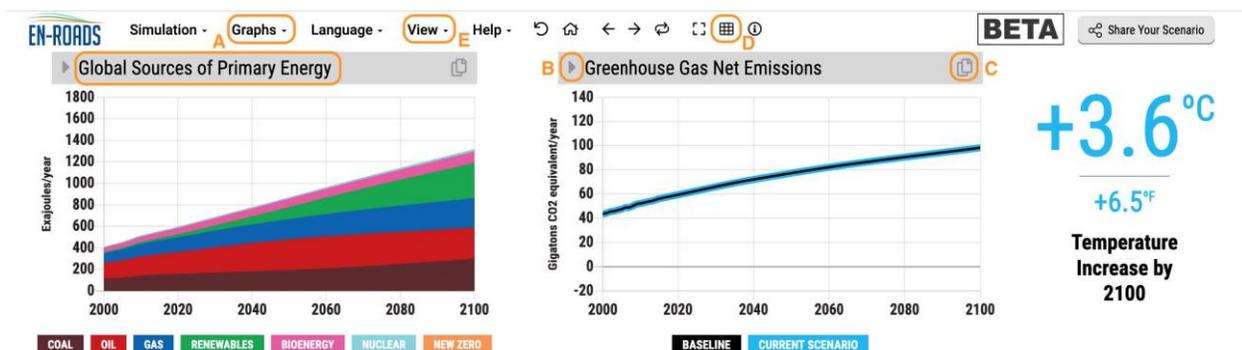
1.2 En-ROADS Tutorial

En-ROADS ist so konzipiert, dass es einfach zu bedienen ist. Sie können sich dieses 20-minütige [Einführungsvideo](#) zu En-ROADS ansehen. Wir ermutigen Sie, alle Funktionen von En-ROADS zu erkunden, indem Sie herunklicken. Hier sind einige Schlüsselfunktionen von En-ROADS:

1.2.1 Diagramme

In En-ROADS sind fast 100 Ausgabegrafiken verfügbar. Sie zeigen Daten aus verschiedenen Bereichen des globalen Energie- und Klimasystems und werden aktualisiert, wenn Sie die Schieberegler in En-ROADS bewegen.

- Diagramme auswählen - Wenn Sie En-ROADS zum ersten Mal öffnen, sehen Sie die beiden Standarddiagramme. Sie können aus der vollständigen Liste der Diagramme auswählen, indem Sie auf den Titel des linken oder rechten Diagramms klicken. Sie können auch aus dem Menü Diagramme in der oberen Symbolleiste auswählen.
- Weitere Informationen - Um weitere Informationen über ein Diagramm und seine Darstellung zu erhalten, wählen Sie das Dreieckssymbol links neben dem Diagrammtitel.
- Kopieren von Diagrammdaten - Kopieren Sie die Diagrammdaten in Ihre Zwischenablage, indem Sie das Kopiersymbol oben rechts in einem Diagramm verwenden.
- Verknüpfung zu beliebigen Diagrammen - Sie können über das Symbol "Miniaturdiagramme anzeigen" in der oberen Symbolleiste schnell zu einer Auswahl der am häufigsten verwendeten Diagramme springen. Sie können auf eines dieser Miniaturdiagramme klicken, um zu diesem Diagramm in der Hauptdiagrammansicht zu wechseln.
- Größere Diagramme anzeigen - Wenn Sie eines der Diagramme in ein separates Fenster erweitern möchten, können Sie unsere Funktion "Großes linkes Diagramm" oder "Großes rechtes Diagramm" über das Menü "Ansicht" in



der oberen Symbolleiste aufrufen.

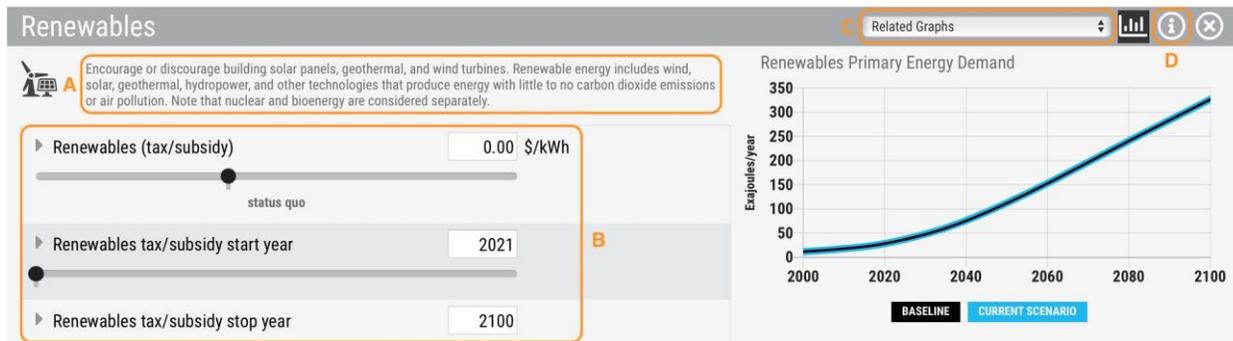
1.2.2 Schieberegler/Aktionen

Renewables Es gibt 18 Schieberegler, die verschiedene Aktionen darstellen, die Sie im En-ROADS-Simulator testen können. Klicken Sie auf den Titel des Schiebereglers oder auf die drei Punkte auf der rechten Seite jedes Schiebereglers, um auf detaillierte Schieberegler-Einstellungen zuzugreifen:

Das sehen Sie in der detaillierten Schieberegler-Ansicht:

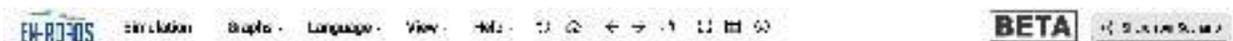
- Eine Beschreibung des gesamten Schiebers - Diese Beschreibung liefert weitere Details über die jeweilige Lösung.

- B. Mehr Kontrolle über den Hauptschieberegler - Sie sehen die Einheiten, die dem Schieberegler zugeordnet sind, und die numerischen Werte der Punkte entlang des Schiebereglers. Sie können direkt numerische Werte eingeben, um den Schieberegler auf einen bestimmten Wert Ihrer Wahl (innerhalb des Bereichs) einzustellen. Scrollen Sie nach unten, um die zugehörigen Schieberegler zu ändern und zu erkunden. Klicken Sie auf das Dreieck links neben dem Titel jedes Schiebereglers, um eine kurze Beschreibung des Schiebereglers anzuzeigen.
- C. Zugehörige Diagramme - Im rechten Bereich sehen Sie ein Diagramm, das sich auf den Hauptschieberegler bezieht, sowie eine Auswahl an zusätzlichen zugehörigen Diagrammen. Diese sind nützlich, um die Änderungen zu untersuchen, die durch das Bewegen der Schieberegler in dieser Ansicht auftreten. Wählen Sie aus der Dropdown-Liste der verwandten Diagramme, um andere Diagramme anzuzeigen. Sie können immer noch sehen, wie sich Ihre Schiebereglerbewegungen auch auf die Hauptdiagramme auswirken.
- D. Hilfe - Über die Informationsschaltfläche können Sie detailliertere Informationen über den Schieberegler abrufen. Dies sind dieselben Informationen, die Sie zu diesem Thema auch im En-ROADS-Benutzerhandbuch finden.



1.2.3 Funktionen der oberen Symbolleiste

Viele nützliche Funktionen sind nur einen Klick von der oberen Symbolleiste von En-ROADS entfernt. Hier sind einige der



Funktionen, auf die Sie zugreifen können.

- A. Teilen Sie Ihr Szenario - Sie können Ihren einzigartigen Szenario-Link für andere freigeben. Andere können Ihr En-ROADS-Szenario mit allen von Ihnen gewählten Einstellungen und den zuletzt angesehenen Hauptgrafiken öffnen. Sie können dann Ihr Szenario in sozialen Medienkanälen teilen. Der Link aus der URL-Leiste Ihres Browsers funktioniert ebenfalls, allerdings werden Ihre zuletzt angesehenen Diagramme nicht erfasst.
- B. Letzte Änderung wiederholen - Dies ist eine unterhaltsame Funktion, mit der Sie Ihre letzte Änderung mehrere Male schnell wiederholen können. Diese Funktion unterstützt Sie bei der Untersuchung, wie die verschiedenen Teile des Systems auf Ihre Aktion reagiert haben, indem Sie mehr Zeit haben, um nach Änderungen in zusammenhängenden Diagrammen zu suchen. Sie können auch die anderen Steuerelemente verwenden, um Ihre letzte Aktion rückgängig zu machen oder zu wiederholen (links neben dem Steuerelement "Replay last change" in der oberen Symbolleiste).
- C. Annahmen [unter dem Menü "Simulation"] - Zugriff und Änderung wichtiger Annahmen, die das En-ROADS-Modell steuern.
- D. U.S. Units [unter dem Menü "View"] - Wechseln Sie von metrischen zu U.S.-Einheiten.
- E. Aktionen und Ergebnisse [unter dem Menü "Ansicht"] - Diese Liste fasst die gesamten Aktionen und wichtigsten Klimaergebnisse Ihres Szenarios zusammen.
- F. Verwandte Beispiele [unter dem Menü "Hilfe"] - Diese Liste enthält allgemeine Beispiele für Themen und Lösungen, die mit jedem der 18 Schieberegler zusammenhängen. Dies ist hilfreich, wenn Sie schnell eine Liste von Beispielen aufrufen müssen, die sich auf jeden der Schieberegler beziehen.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

1.2. En-ROADS Tutorial

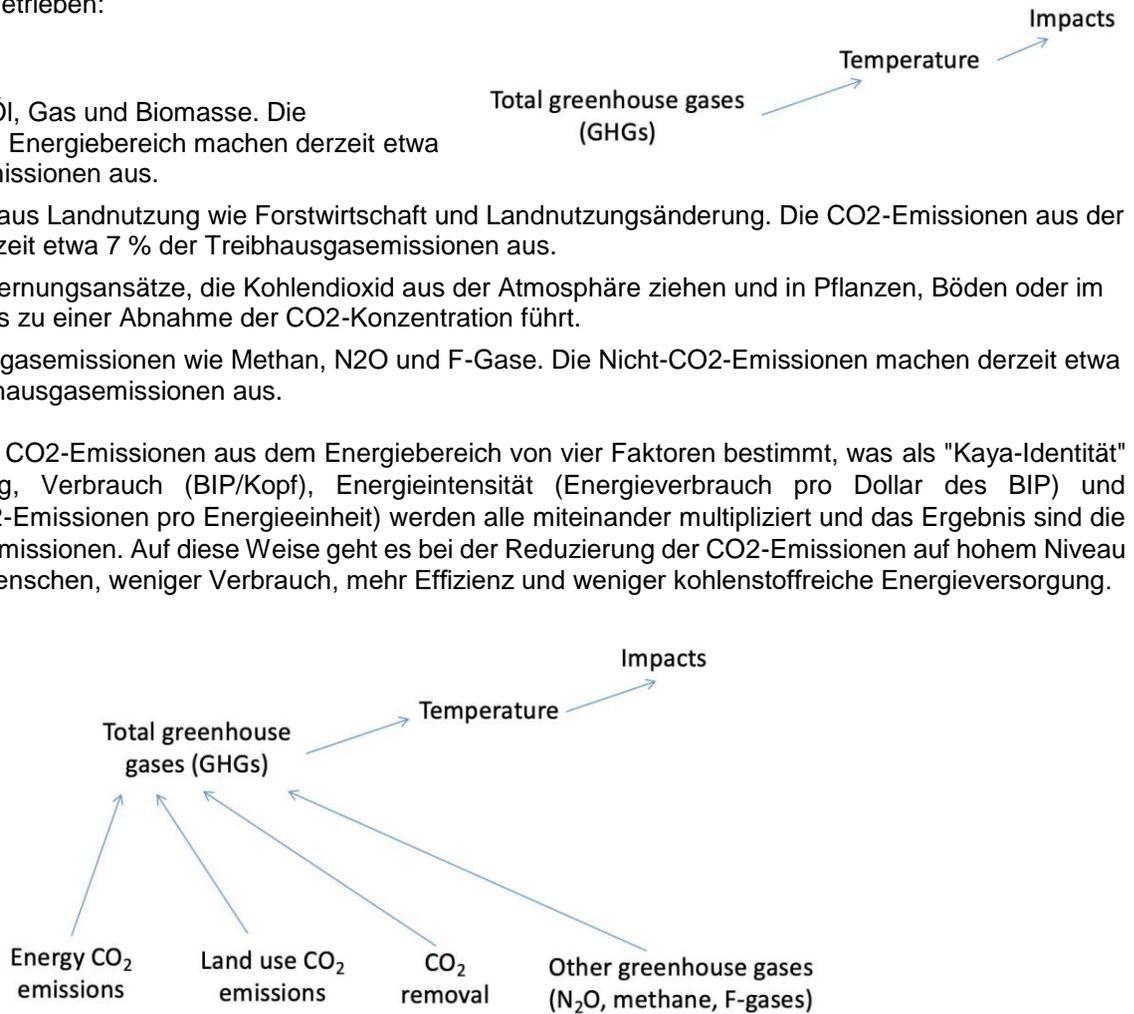
1.3 Aufbau von En-ROADS

Eine einfache Möglichkeit, sich die Struktur von En-ROADS vorzustellen, ist die Betrachtung der Treiber der Klimaauswirkungen. Im Simulator treibt die Konzentration von Treibhausgasen die globale Temperatur in die Höhe, was zu verschiedenen Auswirkungen führt (z. B. Anstieg des Meeresspiegels und Versauerung der Ozeane).

Die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre wird von vier Hauptquellen angetrieben:

- 1 Energie
CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Kohle, Öl, Gas und Biomasse. Die CO₂-Emissionen aus dem Energiebereich machen derzeit etwa 65 % der Treibhausgasemissionen aus.
- 2 CO₂-Emissionen aus Landnutzung wie Forstwirtschaft und Landnutzungsänderung. Die CO₂-Emissionen aus der Landnutzung machen derzeit etwa 7 % der Treibhausgasemissionen aus.
- 3 Kohlendioxid-Entfernungsansätze, die Kohlendioxid aus der Atmosphäre ziehen und in Pflanzen, Böden oder im Untergrund speichern, was zu einer Abnahme der CO₂-Konzentration führt.
- 4 Andere Treibhausgasemissionen wie Methan, N₂O und F-Gase. Die Nicht-CO₂-Emissionen machen derzeit etwa 28 % der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

Weiterführend werden die CO₂-Emissionen aus dem Energiebereich von vier Faktoren bestimmt, was als "Kaya-Identität" bekannt ist. Bevölkerung, Verbrauch (BIP/Kopf), Energieintensität (Energieverbrauch pro Dollar des BIP) und Kohlenstoffintensität (CO₂-Emissionen pro Energieeinheit) werden alle miteinander multipliziert und das Ergebnis sind die gesamten Energie-CO₂-Emissionen. Auf diese Weise geht es bei der Reduzierung der CO₂-Emissionen auf hohem Niveau um vier Dinge: weniger Menschen, weniger Verbrauch, mehr Effizienz und weniger kohlenstoffreiche Energieversorgung.

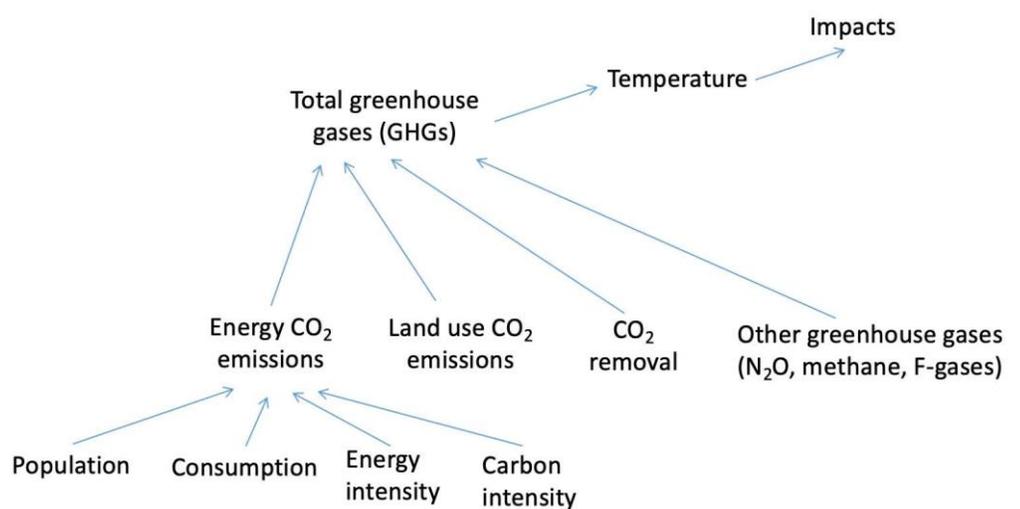


1.4 Kaya-Grafiken

Diese Ansicht zeigt die Treiber des Wachstums der Kohlendioxid-Emissionen aus dem Energiebereich, der etwa zwei Drittel aller Treibhausgasemissionen reflektiert.

Sie wird wegen der untenstehenden Gleichung, die von Yoichi Kaya erstellt wurde, "Kaya"-Ansicht genannt:

$$\text{Weltbevölkerung} \times \text{BIP pro Kopf} \times \text{Energieintensität des BIP} \times \text{Kohlenstoffintensität der Energie} = \text{CO}_2\text{-Emissionen aus Energie}$$



Hier ist eine Möglichkeit, seine Trends im Laufe der Zeit zu verstehen:

Die Weltbevölkerung wächst - wir nähern uns derzeit 8 Milliarden Menschen und erwarten ein Wachstum auf 11 Milliarden bis zum Ende des Jahrhunderts, so die Prognosen der UN. Die Wachstumsrate verlangsamt sich im Laufe der Zeit, da die Menschen kleinere Familien haben.

Das Pro-Kopf-BIP wächst stetig pro Jahr, und wir gehen davon aus, dass sich dies fortsetzen wird, vor allem weil die Menschen in den sich schnell entwickelnden Ländern wie China, Indien, Südafrika, Mexiko, Brasilien und Indonesien einen höheren Lebensstandard erreichen.

Die Energieintensität des BIP nimmt im Laufe der Zeit ab, da die Weltwirtschaft immer effizienter wird, d. h. weniger Energie pro Einheit der Wirtschaftsleistung verbraucht. Die Technologien verbessern sich - zum Beispiel effizientere Autos, Gebäude und Maschinen - und die Wirtschaft verlagert sich vom produzierenden Gewerbe zu Dienstleistungen. Das Produkt aus Weltbevölkerung, Pro-Kopf-BIP und der Energieintensität des BIP ergibt den Gesamtenergieverbrauch der Weltwirtschaft.

Die Kohlenstoffintensität der Endenergie, also die Menge an Kohlendioxid, die durch die Energienutzung emittiert wird, wird im Laufe der Zeit voraussichtlich leicht abnehmen. Insgesamt wird dieser Abwärtstrend der Kohlenstoffintensität auf die allmähliche Verlagerung weg von fossilen Brennstoffen und hin zu kohlenstoffarmen Energiequellen zurückgeführt.

Die Kohlendioxid-Emissionen aus der Energieerzeugung ergeben sich aus der Multiplikation aller vier Faktoren, und Sie können sehen, dass die Emissionen im Baseline-Szenario steigen. Da der Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre mit der Temperatur korreliert, führt eine erhöhte Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre zu einem Anstieg der globalen Temperaturen.

Diese Faktoren erklären in einfachen Worten, warum die Emissionen im Baseline-Szenario steigen. Verbesserungen in der Effizienz und Dekarbonisierung halten noch nicht mit dem starken Wachstum von Bevölkerung und Verbrauch Schritt.

1.4. Kaya Graphen

1.5 Hintergrund zur En-ROADS-Dynamik

Achten Sie bei der Verwendung von En-ROADS darauf, wann und in welchem Umfang Schieberegler-Anpassungen zu Abweichungen vom Baseline-Szenario führen. Bitten Sie Ihre Zuhörer, zu reflektieren, warum dies passiert ist, um das Denken über die Dynamik des Klima- und Energiesystems, das En-ROADS simuliert, zu beleuchten.

Die meisten Dynamiken in En-ROADS können durch diese Erklärungen beantwortet werden:

1.5.1 1. Treiber des Baseline-Szenarios

Um ein tieferes Verständnis für das Verhalten des Modells zu erhalten, ist es wichtig zu verstehen, welche Faktoren das Baseline-Szenario antreiben.

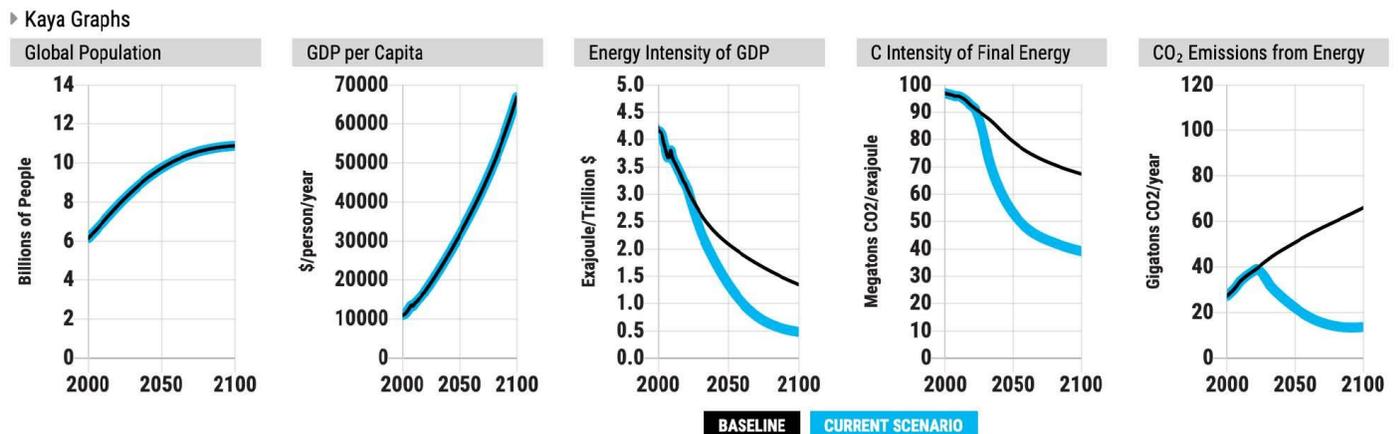
Wachstumstreiber

Eine Herausforderung für die Begrenzung der zukünftigen Erwärmung in dieser Simulation ist das starke Wachstum des globalen BIP, das sich aus der Bevölkerung multipliziert mit dem BIP pro Person ergibt. Energieeffizienz und Änderungen im Brennstoffmix können helfen, die Energieemissionen zu reduzieren, aber ihr Erfolg wird durch das stetige Wachstum des BIP gedämpft. Die Erkenntnis dieser Tatsache veranlasst viele Teilnehmer dazu, verschiedene Zukunftsperspektiven für die Bevölkerung (z. B. durch die Stärkung von Frauen in Entwicklungsländern, was das Bevölkerungswachstum senken könnte) und das Wirtschaftswachstum gemessen am BIP pro Person (z. B. durch die Suche nach Möglichkeiten, die wirtschaftlichen Bedürfnisse zu erfüllen, ohne den Verbrauch zu erhöhen) zu erforschen.

Dabei geht es um Fragen wie:

- "Wir haben viel in Sachen Energieeffizienz und saubere Energie getan - warum haben sich die Emissionen nicht deutlich genug reduziert?"

Um diesen Punkt zu illustrieren: Siehe die Kaya-Grafikansicht unten für ein emissionsarmes Szenario mit erhöhter Energieeffizienz und einem Übergang zu kohlenstoffarmen Energiequellen. Auch wenn sich die Energieintensität des BIP verbessert und auch die Kohlenstoffintensität der Energie sinkt, wachsen die Weltbevölkerung und das BIP pro Person



weiter.

Langfristige Grenzen für fossile Brennstoffe

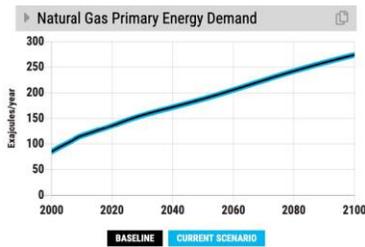
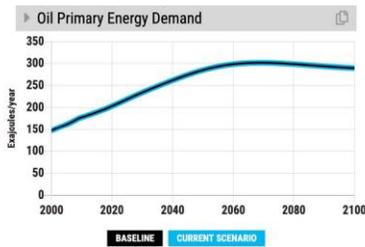
Steigende Kosten aufgrund der Knappheit der Öl- und Gasvorräte begrenzen das Wachstumstempo für diese Energieträger. Dies erzeugt einen ausgleichenden Effekt, der in den 2060er- bis 2080er-Jahren für Öl und Gas im Basisszenario deutlich wird, wenn sie beginnen, sich abzufachen. Öl erreicht seinen Höchststand und fällt, während die Wachstumsrate von Erdgas zu sinken beginnt.

Dabei geht es um Fragen wie:

- "Warum gleichen sich die Kurven für Gas und Öl an?"

Um diesen Punkt zu veranschaulichen: Siehe die Diagramme "Primärenergiebedarf" für Öl und Erdgas. Das Angebot an Öl und Gas wird knapp, was die Preise in die Höhe treibt und Investitionen in neue Kapazitäten einschränkt.

Die Annahmen für die verfügbaren Reserven von Kohle, Öl und Gas können in der Ansicht "Annahmen" überprüft und angepasst werden.



Nicht-CO2-Emissionen beeinflussen die Temperatur signifikant

Methan, N2O und die F-Gase werden über den Schieberegler Methan & Andere gesteuert. Die Anpassung dieses Reglers hat einen großen Einfluss auf die Temperatur. Dies impliziert signifikante Änderungen in der Viehhaltung und im Verbrauch, in

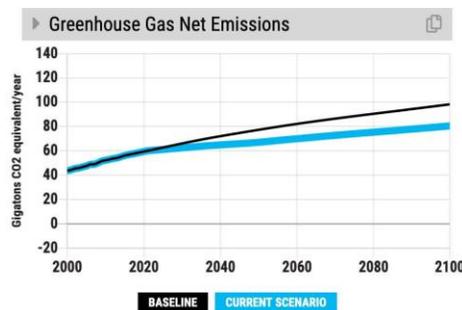
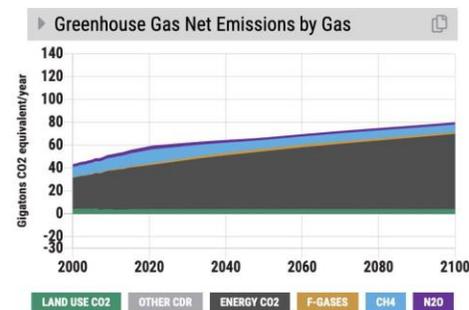
der Abfallwirtschaft, im Düngereinsatz und in der Industrie. Diese Emissionen machen derzeit etwa 28 % der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

Behandelt Fragen wie:

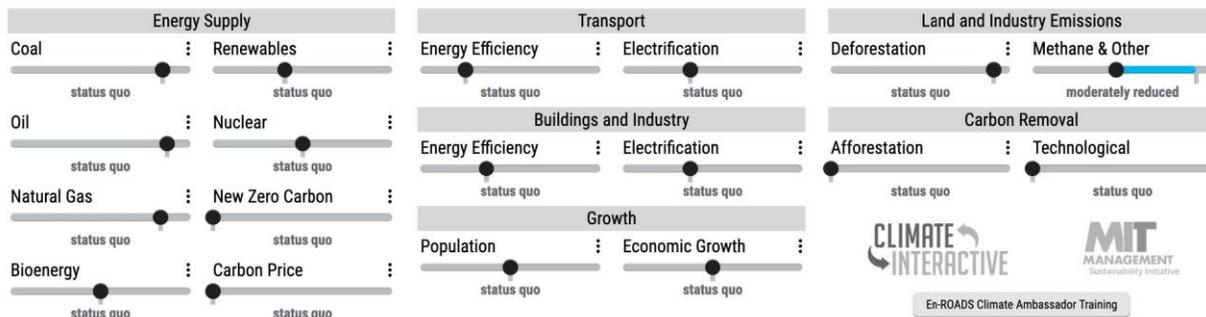
- "Wir haben viel im Energiebereich getan - warum haben wir die Klimakrise nicht gelöst?"

Um diesen Punkt zu veranschaulichen: Sehen Sie sich die Diagramme "Greenhouse Gas Net Emissions by Gas - Area" und "Greenhouse Gas Net Emissions" an und stellen Sie den Schieberegler für Methan & Andere ein. Siehe das Szenario unten - eine moderate Reduzierung der Emissionen von Methan und anderen Gasen führt zu einer starken Reduzierung der Temperatur im Jahr 2100.

1.5.2 2. Komplexe Wechselwirkungen zwischen konkurrierenden Energieangeboten und



+3.2°C
+5.8°F
Temperature Increase by 2100



CLIMATE INTERACTIVE

MIT MANAGEMENT Sustainability Initiative

En-ROADS Climate Ambassador Training

-nachfragen

Skaleneffekte und Lernen

Die Kosten für die Energieversorgung, z. B. mit erneuerbaren Energien, sinken mit zunehmender Erfahrung durch eine Lernrückkopplungsschleife, die auch als "Skaleneffekte" bezeichnet wird. Jede Verdopplung der kumulierten installierten Leistung erneuerbarer Energien senkt die Kosten um ca. 20 %, wodurch eine verstärkende Schleife entsteht (dies wird als "Fortschrittsquote" bezeichnet). Erhöhung der Kapazität

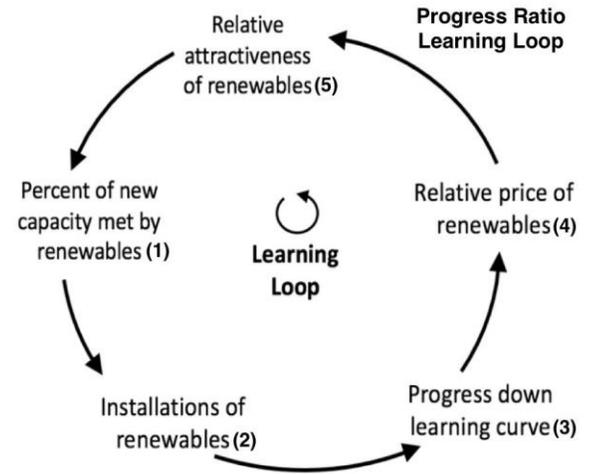
(1) und Installation (2) neuer Energiequellen führt zu einem erhöhten Lerneffekt (3), einem Preisrückgang (4), einer Steigerung der Attraktivität der erneuerbaren Energien (5) und damit zu noch mehr Kapazität und Installationen:

1.5. Hintergrund zur En-ROADS-Dynamik

Dabei geht es um Fragen wie:

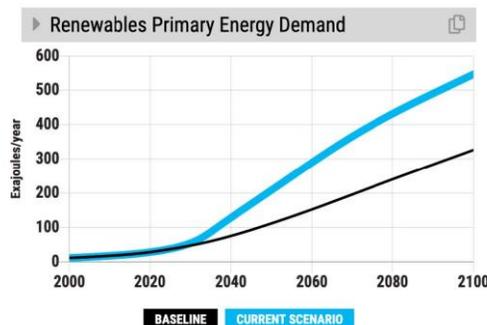
- "Warum sollten wir Hoffnung haben?"
- "Wie können wir uns einen Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft leisten?"
- "Sind die Kosten für erneuerbare Energien nicht unerschwinglich?"

Um diesen Punkt zu veranschaulichen: Betrachten Sie das Diagramm "Primärenergiebedarf für erneuerbare Energien" in einem Szenario, in dem erneuerbare Energien subventioniert werden. Sie löst ein anfängliches exponentielles Wachstum aus, das durch die oben gezeigte verstärkende Lernschleife angetrieben und aufrechterhalten wird.



Verzögerungen und Kapitalstockumschlag

Neue Energiequellen (z. B. erneuerbare Energien und neue kohlenstofffreie Technologien) brauchen Jahrzehnte (nicht Jahre), um mit Kohle, Öl und Gas weltweit konkurrieren zu können. Eine der Hauptursachen für diese Verzögerungen ist, dass neue Energieinfrastrukturen nur dann gebaut werden, wenn alte Infrastrukturen in den Ruhestand gehen oder ein Bedarf zur Deckung des erhöhten Energiebedarfs besteht. Nur etwa 6 % der weltweiten Energieinfrastruktur wird jedes Jahr ausgetauscht, da Infrastrukturen wie Kohlekraftwerke und Ölraffinerien 30 oder mehr Jahre lang genutzt werden können. Während also neue kohlenstofffreie Energiequellen den Großteil des Marktanteils des neuen Energiekapitals ausmachen mögen, wird es viele Jahre dauern, bis das alte Kapital umgeschlagen und in Rente geschickt wird. Dem Klima wird nur geholfen, wenn Kohle, Öl und Gas in den Ruhestand gehen, und in Ermangelung anderer Interventionen ist dieser Anteil relativ gering - etwa 3 % pro Jahr.



Dabei geht es um Fragen wie:

- "Warum hilft die Subventionierung von erneuerbaren Energien, Atomkraft oder einer neuen kohlenstofffreien Technologie nicht, mehr Erwärmung zu vermeiden?"

Diese Dynamik ist auch für die Steigerung der Energieeffizienz relevant, allerdings hat energieverbrauchendes Kapital wie Fahrzeuge, Gebäude und Industrie eine viel kürzere durchschnittliche Lebensdauer (10-15 Jahre). Man kann z. B. die Steigerung

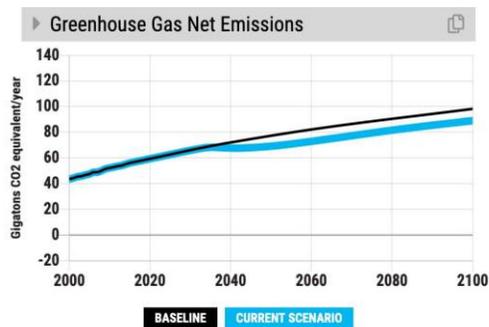
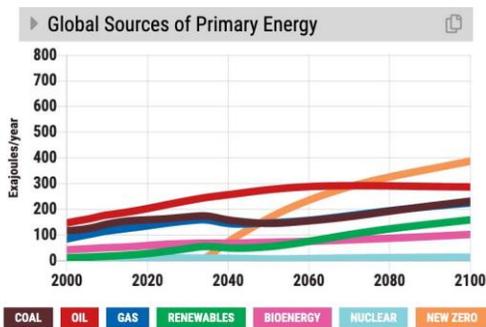
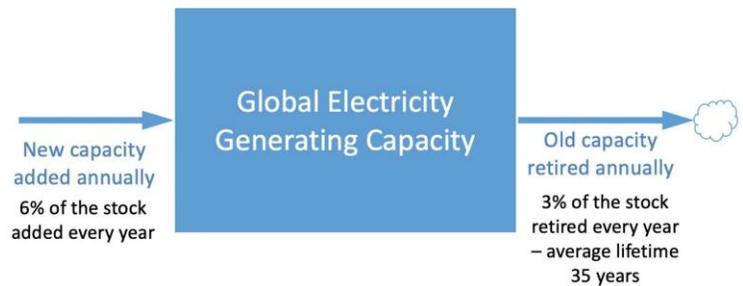
der Energieeffizienz von neuen Autos sofort fördern, aber die durchschnittliche Energieeffizienz aller Autos braucht Jahrzehnte, um sich zu verbessern, da es Zeit braucht, bis alle alten ineffizienten Autos von der Straße genommen werden.

Um diesen Punkt zu veranschaulichen: Bewegen Sie den Schieberegler "New Zero-Carbon" auf einen großen Durchbruch. Untersuchen Sie das Diagramm "Globale Quellen für Primärenergie" und stellen Sie fest, dass es, selbst wenn die kohlenstoffarmen Quellen wachsen, mehrere Jahrzehnte dauert, bis genügend fossile Brennstoffkapazitäten wegfallen, um eine große Wirkung zu erzielen. Beachten Sie, dass Kohle, Öl und Erdgas in den 2020er und 2030er Jahren stetig wachsen und es Zeit braucht, bis die Treibhausgasemissionen vom Baseline-Szenario abweichen.

Implikationen dieser Dynamik: Politiken, die lediglich Alternativen zu fossilen Brennstoffen fördern, brauchen mehrere Jahrzehnte, um die Kohlendioxid-Emissionen zu reduzieren - die bestehende Infrastruktur braucht eine lange Zeit, um sich zurückzuziehen. Um die Klimaziele zu erreichen, müssen also auch direkte Anreize für den Bau und die Nutzung von Infrastruktur für fossile Brennstoffe geschaffen werden.

Preis- und Nachfrageeffekte

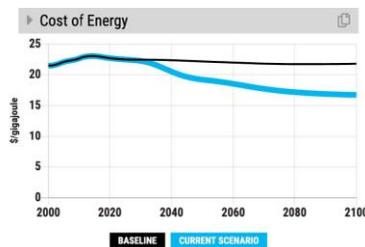
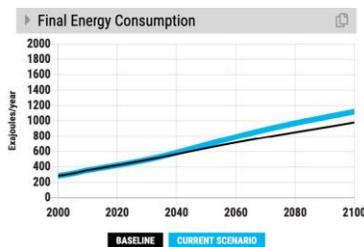
Slow Capital Stock Turnover



Die Energienachfrage sinkt, wenn die Energiepreise steigen, und die Nachfrage steigt, wenn die Preise fallen. Die erste Dynamik ist offensichtlich, wenn die Kohlenstoffpreise steigen. Die zweite, bekannt als Rebound-Effekt, tritt auf, wenn kohlenstofffreie Energien wie erneuerbare Energien oder eine neue Technologie entweder subventioniert werden oder einen Durchbruch bei der Kostenverbesserung erleben.

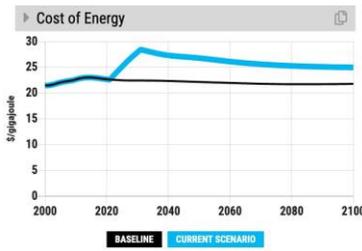
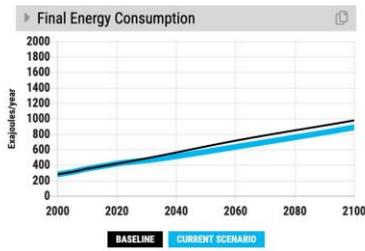
Wenn Sie kohlenstoffarme Energiequellen wie Erneuerbare Energien subventionieren, sehen Sie zu, wie der Endenergieverbrauch steigt. Günstige Wind- und Solarenergie, die sich auf der ganzen Welt ausbreitet, senkt die allgemeinen Energiepreise und steigert die Energienachfrage:

1.5. Hintergrund zur En-ROADS-Dynamik



Auf der anderen Seite führt die Einführung eines Kohlenstoffpreises dazu, dass die Energiekosten steigen und der Verbrauch sinkt:

Verdrängen oder Abquetschen des Ballons



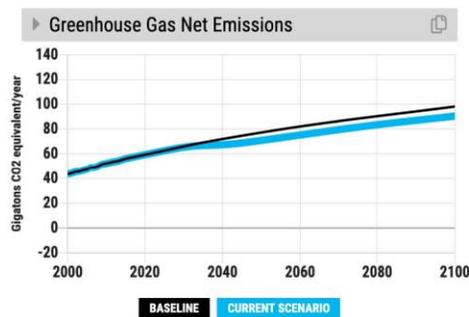
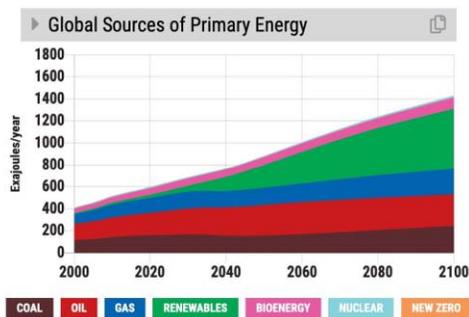
Viele gehen davon aus, dass, wenn die Welt mehrere langfristige kohlenstofffreie Energiequellen wie Kernkraft, Windkraft und Solarenergie fördert, ihr Beitrag zur Kohlenstoffreduzierung additiv wäre. Stattdessen konkurrieren sie tatsächlich. Mehr von der einen, weniger von der anderen.

Dabei geht es um Fragen wie:

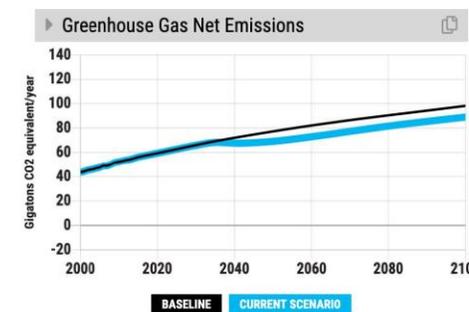
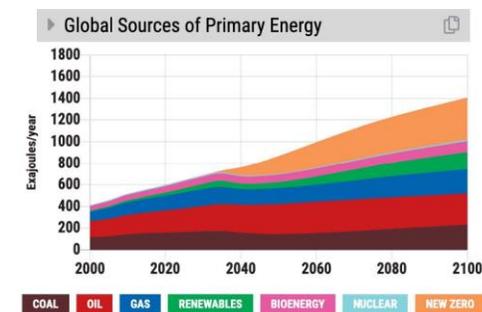
- "Warum hat es nicht geholfen, in diesem erneuerbar-dominierten Szenario einen Durchbruch für eine neue kohlenstofffreie Energieversorgung zu haben?"

Um diesen Punkt zu illustrieren: Sehen Sie sich die Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" in den drei Szenarien unten an. In der ersten Grafik werden nur die erneuerbaren Energien subventioniert, in der zweiten gibt es einen Durchbruch bei neuen kohlenstofffreien Technologien und in der dritten Grafik sehen wir sowohl eine Subventionierung der erneuerbaren Energien als auch einen neuen Durchbruch bei den kohlenstofffreien Technologien.

Im folgenden Szenario führt eine hohe Förderung der Erneuerbaren Energien zu einer Reduzierung der Temperatur um 0,1 Grad Celsius:



+3.5°C
+6.3°F
Temperature Increase by 2100

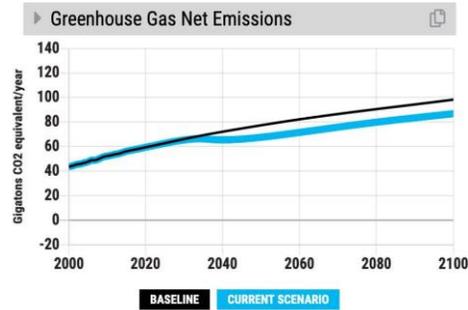
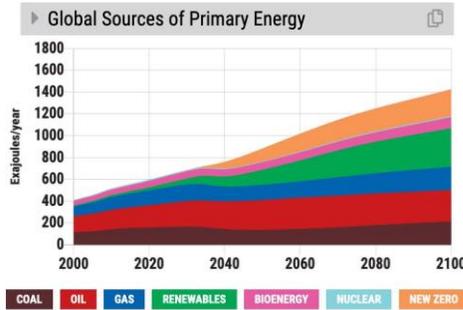


+3.4°C
+6.2°F
Temperature Increase by 2100

Ein großer Durchbruch bei New Zero-Carbon führt auch alleine zu einer Reduzierung um 0,2 Grad Celsius:

Kombiniert sehen wir statt einer additiven 0,3-Grad-Celsius-Reduktion nur eine 0,2-Grad-Reduktion der Temperatur, weil die Energieversorger miteinander um Marktanteile konkurrieren:

1.5.3 3. Systemdynamik des Klimas



+3.4°C
 +6.1°F
 Temperature Increase by 2100

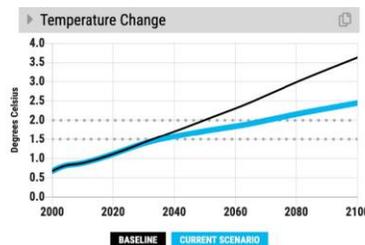
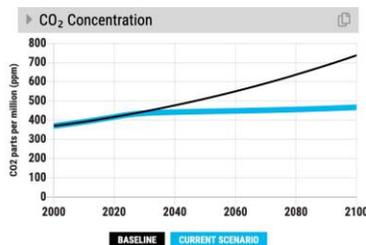
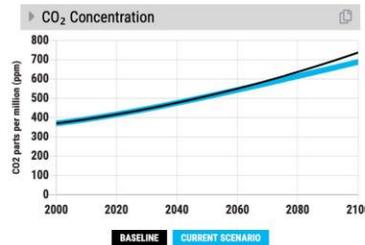
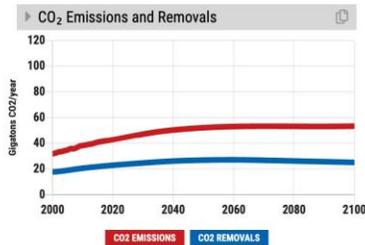
Badewannendynamik - Temperatur und CO₂-Konzentrationen scheinen nur schwach auf CO₂-Emissionen zu reagieren. Die Emissionen müssen signifikant sinken, um das Wachstum von Temperatur und CO₂-Konzentration nur geringfügig zu verändern. Diese kontraintuitive Dynamik ist ein wichtiges Merkmal des Kohlenstoff- und Klimasystems. Eine kurze Erklärung für diese Dynamik wäre die Tatsache, dass die Dynamik im Kohlenstoffkreislauf und im Klima zu langen Verzögerungen zwischen Emissionen und Temperatur führt.

Behandelt Fragen wie:

- "Die Emissionen haben sich stabilisiert, warum steigt dann die Temperatur oder die CO₂-Konzentration weiter an?"

Um diesen Punkt zu illustrieren: Sehen Sie sich die Diagramme "CO₂-Emissionen und -Entnahmen" und "CO₂-Konzentration" in einem Szenario an, in dem sich die CO₂-Emissionen stabilisieren. Obwohl sich die CO₂-Emissionen (unten in rot) abgemildert haben, steigen die CO₂-Konzentrationen (unten rechts in blau) weiter an:

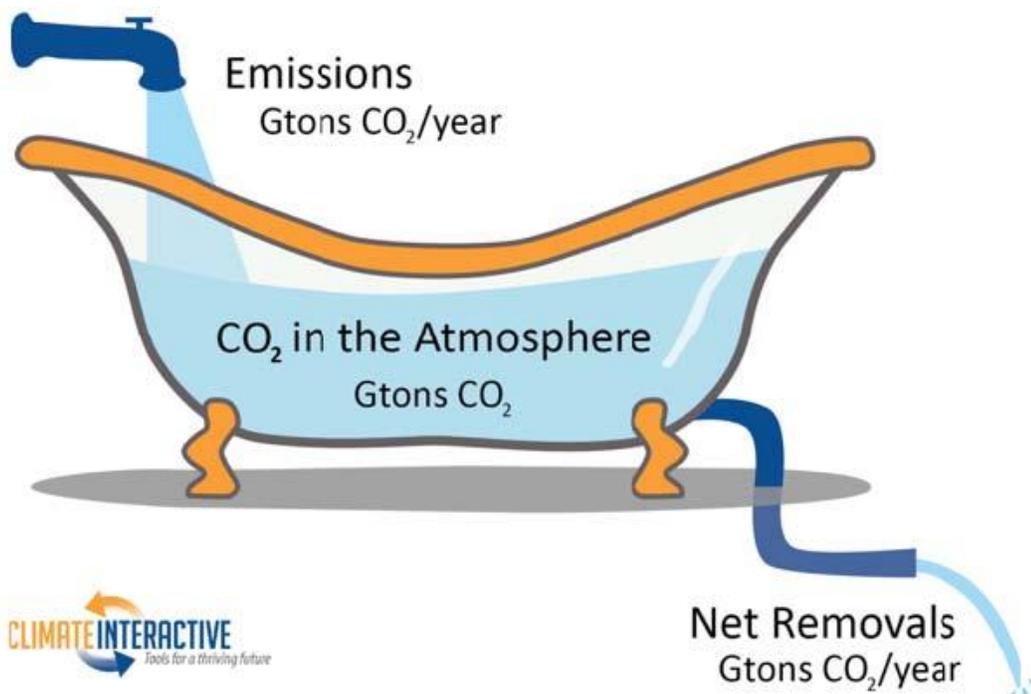
Auch in einem viel strengeren Szenario, in dem sich die CO₂-Konzentration stabilisiert, nimmt die Temperaturänderung weiter zu:



Wenn Sie mehr über Aktien, Bögen und das Badewannen-Framing unten verstehen möchten, schauen Sie sich unsere [Climate Leader](#) Lernreihe an.

1
-
5
-

Hintergrund zur En-ROADS-Dynamik



Overall framing by Dr. John Sterman, MIT Sloan



Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Entmutigen oder fördern Sie die Reduktion von Kohleabbau und deren Verbrennung in Kraftwerken. Kohle ist der schädlichste fossile Brennstoff in Bezug auf Kohlenstoffemissionen sowie Luftschadstoffe, die schwerwiegende gesundheitliche Auswirkungen haben. Sie ist jedoch weltweit eine dominierende Energiequelle, da sie relativ kostengünstig abgebaut und transportiert werden kann.

1.6.1 Beispiele

- Regierungsmaßnahmen, die Kraftwerke auslaufen lassen oder in irgendeiner Weise verteuern, wie z. B. Steuern auf Kohle.
- Finanzdienstleistungsindustrie (z. B. Banken) oder globale Entwicklungsinstitutionen (z. B. Weltbank), die den Zugang zu Kapital für neue Kohlebergbau-, Refining- und Kraftwerksinfrastruktur einschränken.

1.6.2 Große Meldungen

- Der Ausstieg aus der Kohle ist eine Strategie mit großer Hebelwirkung, um den zukünftigen Temperaturanstieg zu reduzieren. Er hält die Kohle im Boden, erhöht die Energiekosten und reduziert die Energienachfrage.

- Der Ausstieg aus der Kohle verbessert auch die öffentliche Gesundheit und spart medizinische Kosten durch die verbesserte Luftqualität.

1.6.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn Kohle entmuttert wird, indem sie besteuert wird, beobachten Sie, wie der braune Bereich der Kohle in der Grafik "Quellen der Primärenergie" nach unten geht. Sie ist eine der Energiequellen, die am empfindlichsten auf jede Kostenerhöhung reagiert. Im Gegensatz zu Öl kann sie oft durch Erdgas und erneuerbare Energien ersetzt werden.
- Auch die Besteuerung von Kohle reduziert die Energienachfrage (siehe Grafiken "Endenergieverbrauch" und "Energiekosten"). Wenn die Energiepreise höher sind, neigen die Menschen dazu, Energie effizienter zu nutzen und Energie zu sparen. Die Steuerpolitik muss jedoch mit Rücksicht auf arme und Arbeitergemeinschaften umgesetzt werden, die durch hohe Energiepreise geschädigt werden können.

1.6.4 Mögliche Co-Benefits der Ablehnung von Kohle

- Die Reduzierung der Luftschadstoffe aus der Kohleverbrennung verbessert die Luftqualität und die gesundheitlichen Folgen für die umliegenden Gemeinden.
- Weniger Kohleabbau reduziert die Schwermetallauswaschung und den Abfall aus den Minen, was die Wasserqualität verbessert und zum Schutz der Lebensräume von Wildtieren, der Artenvielfalt und der Ökosystemleistungen beiträgt.

1.6.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Die Besteuerung von Kohle kann die Energiekosten für Haushalte und Unternehmen erhöhen, die für ihren Energiebedarf auf Kohle angewiesen sind.
- Gemeinschaften mit niedrigem Einkommen leiden oft unter den schlechtesten gesundheitlichen Folgen, stellen aber die Mehrheit der Menschen, die Kohle produzieren. Es ist wichtig, diesen Menschen Wege zu neuen Arbeitsplätzen zu eröffnen.

1.6.6 Schieberegler-Einstellungen

Die folgende Tabelle hebt die Zahlenbereiche für die beschrifteten Eingangsstufen des Schiebereglers "Kohle" hervor. Jeder der Schieberegler für die Energieversorgung ist so eingestellt, dass er eine ähnliche prozentuale Kostensteigerung oder -senkung für jede Eingangsstufe reflektiert.

	sehr hoch besteuert	hoch beste uert	beste uert	Status quo	- subventio niert
Veränderung des Preises pro Tonne Steinkohleeinheit (t SKE)	+\$110 bis +\$40	+\$40 a +\$20 n	+\$20 a +\$6 n	+\$6 bis -\$6	-\$6 bis -\$20
Kostensteigerung oder -senkung	+200% bis +60%	+60% a +30% n	+30% a +10% n	+10% bis -10%	-10% bis -30%

1.6.7 Modellaufbau

Die Kosten für Kohle beeinflussen drei wichtige Entscheidungen bezüglich der Energieinfrastruktur:

1. Investitionen in neue Kapazitäten (ob neue Verarbeitungs- und Kraftwerke gebaut werden sollen oder nicht);
2. Nutzung der Kapazität (ob bestehende Anlagen betrieben werden sollen);
3. Stilllegung von Kapazitäten (ob Anlagen länger oder kürzer als der Durchschnitt von ~30 Jahren gehalten werden sollen).

1.6. Kohle

1.6.8 Fallbeispiele

Vereinigte Staaten: Würde man den gesamten Kohlestrom in den USA durch Solarstrom ersetzen, könnte man 52.000 Menschenleben pro Jahr retten - das ist mehr als die Zahl der Menschen, die heute in der Kohleindustrie beschäftigt sind.¹

Vereinigte Staaten: Die Gesamtkosten der Abhängigkeit von Kohle für die US-Wirtschaft werden auf 344 Mrd. \$ pro Jahr geschätzt. Von diesen Kosten entfallen 187 Mrd. \$ auf die Luftverschmutzung, 74,6 Mrd. \$ auf die Beeinträchtigung der öffentlichen Gesundheit in den Appalachen und 61,7 Mrd. \$ auf die Klimaschäden.²

Indien: Eine Erhöhung der Kohlekraftwerkskapazität um ein Gigawatt entspricht einem Anstieg der Kindersterblichkeit um fast 15 % in Gebieten in der Nähe von Kohlekraftwerken. Der Effekt war am größten bei älteren Kraftwerken, bei Kraftwerken in Gebieten mit relativ hoher Umweltverschmutzung und bei Kraftwerken, die eher heimische als importierte Kohle verbrennen.³

1.6.9 FAQs

Wie kann ich direkt eine tiefere Reduktion der Kohlenutzung erzwingen? Erwägen Sie die Auswahl des Schalters "Stoppen Sie den Bau neuer Kohleinfrastruktur" in der erweiterten Ansicht und ändern Sie den Schieberegler "% Reduktion der Kohlenutzung".

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Entmutigen oder mindern Sie das Bohren, die Wiederverwendung und den Verbrauch von Öl zur Energiegewinnung. Öl ist ein fossiler Brennstoff, der in Autos, Schiffen und Flugzeugen weit verbreitet ist und auch in der Industrie, zum Heizen und zur Stromerzeugung verwendet wird. Der Zugang zu Öl hat zu großen Konflikten geführt, und Ölverschmutzungen bedrohen Ökosysteme und die Wasserqualität.

1.7.1 Beispiele

- Regierungen, die Ölbohrungen und -explorationen einschränken, Subventionen streichen und Öl besteuern.
- Universitäten, Unternehmen und Einzelpersonen, die sich von den Ölfirmen trennen.
- Finanzdienstleistungsindustrie (z. B. Banken) oder globale Entwicklungsinstitutionen (z. B. Weltbank), die den Zugang zu Kapital für Exploration, Bohrung, Refining und Lieferung beschränken.

1.7.2 Große Meldung

- Wenn eine steile Ölsteuer die einzige Maßnahme ist, die umgesetzt wird, werden Sie keine dramatische Veränderung der Temperatur sehen, da die Nachfrage nach Kohle und Erdgas als Reaktion darauf steigt und jede große Reduzierung der Temperatur ausgleicht.

1.7.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn Öl durch Besteuerung entmutigt wird, beobachten Sie, wie der rote Bereich von Öl in der Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" nach unten geht.

¹ Prehoda, E. W., & Pearce, J. M. (2017). Potenziell gerettete Leben durch den Ersatz von Kohle durch solare Photovoltaik-Stromerzeugung in den USA. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 710-715. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.119>

² Epstein, P. R., Buonocore, J. J., Eckerle, K., Hendryx, M., Iii, B. M. S., Heinberg, R., . . . Glustrom, L. (2011). Vollkostenrechnung für den Lebenszyklus von Kohle. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 73-98. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05890.x>

³ Barrows, G., Garg, T., & Jha, A. (2019). The Health Costs of Coal-Fired Power Plants in India. SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3281904>

- Wenn Öl besteuert wird, beachten Sie, was als Reaktion darauf mit Kohle und Gas passiert. Solange es keine Beschränkungen für Kohle und Gas gibt, wird deren Nachfrage als Reaktion auf teures Öl steigen. Wir nennen dies das "Quetsch-den-Ballon"-Problem - wenn man die Emissionen fossiler Brennstoffe in einem Bereich drückt, steigen sie in einem anderen auf. Auch die erneuerbaren Energien werden leicht angekurbelt, aber die Auswirkungen sind vernachlässigbar. Die Einführung eines Kohlenstoffpreises ist eine gute Lösung für das "Squeeze-the-Balloon"-Problem, da es alle fossilen Brennstoffe zusammen betrifft.
- Beachten Sie, dass die Besteuerung von Öl zu einem Anstieg des Anteils der Elektrofahrzeuge am Fahrzeugbestand führt, da elektrisch betriebene Verkehrsmittel angesichts der höheren Ölpreise erschwinglicher werden. Dies wird in der Grafik "Elektrischer Anteil am Endenergie-Transport" dargestellt.

1.7.4 Potenzielle Co-Benefits von Discouraging Oil

- Eine Verringerung der Ölbohrungen könnte zu weniger Ölverschmutzungen führen und damit zum Schutz der Lebensräume von Wildtieren, der Artenvielfalt und der Ökosystemleistungen an den Förderstätten und entlang der Transportwege beitragen.
- Eine geringere wirtschaftliche Abhängigkeit vom Öl kann die nationale Sicherheit verbessern und die militärischen Kosten senken.

1.7.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Die Ölindustrie bietet viele gut bezahlte Arbeitsplätze für Menschen mit technischer Ausbildung. Es wird wichtig sein, diesen Menschen Wege zu neuen Arbeitsplätzen zu eröffnen.
- Ölkonzerne üben lokal und global eine enorme wirtschaftliche und politische Macht aus. Um Öl abzuschrecken, müssen bestimmte Schutzmaßnahmen der Industrie beseitigt werden.
- Es gibt eine Geschichte, in der Ölfabriken in marginalisierten Gemeinden angesiedelt sind und Unternehmen daran arbeiten, Umweltvorschriften zu umgehen oder zu begrenzen.

1.7.6 Schieberegler-Einstellungen

Die folgende Tabelle hebt die Zahlenbereiche für die beschrifteten Eingangsstufen des Schiebereglers Öl hervor. Jeder der Schieberegler für die Energieversorgung ist so eingestellt, dass er eine ähnliche prozentuale Kostensteigerung oder -senkung für jede Eingangsstufe reflektiert.

	sehr hoch besteuert	hoch beste uert	beste uert	Status quo	- subventio niert
Veränderung des Preises pro Barrel Öläquivalent (boi)	+\$100 bis +\$30	+\$30 a +\$15 n	+\$15 a +\$5 n	+\$5 bis -\$5	-\$5 bis -\$15
Kostensteigerung oder -senkung	+200% bis +60%	+60% a +30% n	+30% a +10% n	+10% bis -10%	-10% bis -30%

1.7.7 Modellaufbau

Die Kosten für Öl beeinflussen drei wichtige Entscheidungen bezüglich der Energieinfrastruktur:

1. Investitionen in neue Kapazitäten (unabhängig davon, ob neue Bohrungen und Refinerien gebaut werden oder nicht);
2. Nutzung der Kapazität (ob zur Ausführung bestehender Vorgänge);
3. Stilllegung von Kapazitäten (ob die Infrastruktur länger oder kürzer als der Durchschnitt von ~30 Jahren gehalten werden soll).

1.7.8 FAQs

Wie kann ich direkt eine tiefere Reduzierung des Ölverbrauchs erzwingen? Erwägen Sie die Auswahl des Schalters "Stoppen Sie den Bau neuer Öl-Infrastruktur" in der erweiterten Ansicht, und ändern Sie den Schieberegler "% Reduktion der Ölnutzung".

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Entmutigen oder mindern Sie das Bohren und Verbrennen von Erdgas zur Energiegewinnung. Erdgas ist ein fossiler Brennstoff, der für Strom, Heizung und Industrie verwendet wird. Bei der Verbrennung wird Kohlendioxid freigesetzt (wenn auch weniger als bei Kohle und Öl), und wenn es in die Luft entweicht, enthält es große Mengen Methan. Beim Bohren von Erdgas werden große Mengen an Wasser verbraucht, was zu Verunreinigungen führen kann.

1.8.1 Beispiele

- Regierungen setzen Gesetze gegen Fracking und Steuern auf Erdgas um.
- Finanzdienstleistungsindustrie (z. B. Banken) oder globale Entwicklungsinstitutionen (z. B. Weltbank), die den Zugang zu Kapital beschränken.

1.8.2 Große Meldung

- Mehr Erdgas ist keine effektive langfristige Strategie für das Klima - es ist weniger kohlenstoffintensiv als Kohle, aber seine Infrastruktur hat eine lange Lebensdauer, so dass es mit der Einführung von kohlenstoffärmeren Alternativen konkurriert, wenn diese sich ausbreiten.

1.8.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn Gas besteuert wird, sinkt die Primärenergienachfrage nach Erdgas, aber die Nachfrage nach kohlenstoffreicher Kohle und Öl steigt leicht an, wenn keine anderen Maßnahmen getroffen werden. Wir nennen dies das "Squeeze the Balloon"-Problem - die Verringerung der Emissionen fossiler Brennstoffe in einem Bereich führt dazu, dass sie in einem anderen aufsteigen. Die Einführung eines Kohlenstoffpreises ist eine gute Lösung für das "Squeeze-the-Balloon"-Problem, da er alle fossilen Brennstoffe zusammen anspricht.

1.8.4 Potenzielle Co-Benefits der Entmutigung von Erdgas

- Gasbohrungen sind wasserintensiv, daher kann eine Begrenzung der Förderung die Wassersicherheit und -qualität an der Quelle der Produktion verbessern und die Lebensräume von Wildtieren, die Artenvielfalt und die Ökosystemleistungen schützen.¹²
- Es gibt Bedenken über die Gesundheits- und Umweltauswirkungen des Gasbohrverfahrens, bekannt als Fracking, die vielerorts zu einem Verbot geführt haben.³⁴⁵

¹ Bamberger, M., & Oswald, R. E. (2012). Auswirkungen von Gasbohrungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier. *NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*, 22(1), 51-77. <https://doi.org/10.2190/NS.22.1.e>

² Ridlington, E., & Rumpel, J. (2013). Fracking by the Numbers: Key Impacts of Dirty Drilling at the State and National Level. *Environment America*. Abgerufen von https://environmentamerica.org/sites/environment/files/reports/EA_FrackingNumbers_scm.pdf

³ Gut, K. (2015, 12. Februar). These 4 Countries Have Banned Fracking ... Why Can't the U.S. Get On Board? Abgerufen von <https://www.onegreenplanet.org/environment/countries-except-united-states-that-have-banned-fracking/>

⁴ Food & Water Watch. (2019, August 12). Lokale Resolutionen gegen Fracking. Abgerufen von <https://www.foodandwaterwatch.org/insight/local-resolutions-against-fracking>.

⁵ Carpenter, D. O. (2016). Hydraulic Fracturing für Erdgas: Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt. *Reviews on Environmental Health*, 31(1). <https://doi.org/10.1515/reveh-2015-0055>

1.8.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Im Allgemeinen befindet sich die Erdgasförderung in entwickelten Ländern unverhältnismäßig oft in der Nähe von Gemeinden mit niedrigem Einkommen und Minderheiten.⁶⁷
- Es hat Fälle gegeben, in denen sich wohlhabende weiße Gemeinden erfolgreich gegen die Erschließung von Erdgas gewehrt haben und diese in einkommensschwache Gemeinden verlagert wurde, die überwiegend von farbigen Menschen bewohnt werden. Einkommensschwache Gemeinden haben oft weniger Möglichkeiten, Einfluss auf die Entwicklung zu nehmen.⁸⁹
- Es gibt nur wenige Daten über die Platzierung von Fracking- und Kraftwerksstandorten in Entwicklungsländern, doch Untersuchungen auf Makroebene zeigen, dass einkommensschwache Gemeinden und farbige Bevölkerungsgruppen unverhältnismäßig stark von den negativen Auswirkungen von Erdgasbohrungen und -verbrennung betroffen sind.¹⁰

1.8.6 Schieberegler-Einstellungen

Die folgende Tabelle hebt die Zahlenbereiche für die beschrifteten Eingangsstufen des Schiebereglers "Erdgas" hervor. Jeder der Schieberegler für die Energieversorgung ist so eingestellt, dass er eine ähnliche prozentuale Kostensteigerung oder -senkung für jede Eingangsstufe reflektiert.

	sehr hoch besteuert	hoch besteuert	besteuert	Status quo	subventioniert
Änderung des Preises pro tausend Kubikfuß (Mcf)	+\$5.00 bis +\$2.00	+\$2.00 a +\$1.00 n	+\$1.00 an +\$0.30	+\$0,30 bis -\$0,30	-\$0,30 bis -\$1,00
Kostensteigerung oder -senkung	+200% bis +60%	+60% a +30% n	+30% an +10%	+10% bis -10%	-10% bis -30%

1.8.7 Modellaufbau

Die Kosten für Erdgas beeinflussen drei wichtige Entscheidungen bezüglich der Energieinfrastruktur:

1. Investitionen in neue Kapazitäten (ob neue Verarbeitungs- und Kraftwerke gebaut werden sollen oder nicht);
2. Nutzung der Kapazität (ob bestehende Anlagen betrieben werden sollen);
3. Stilllegung von Kapazitäten (ob Anlagen länger oder kürzer als der Durchschnitt von ~30 Jahren gehalten werden sollen).

1.8.8 FAQs

Wie kann ich direkt eine tiefere Reduzierung des Erdgasverbrauchs erzwingen? Erwägen Sie die Auswahl des Schalters "Stoppen Sie den Bau neuer Erdgasinfrastruktur" in der erweiterten Ansicht und ändern Sie den Schieberegler "% Reduktion der Gasnutzung".

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

⁶ Clough, E. (2018). Umweltgerechtigkeit und Fracking: A review. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 3, 14-18. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.02.005>

⁷ Bienkowski, B. (2016, Februar 17). Fracking's Costs Fall Disproportionately on the Poor and Minorities in South Texas. *Inside Climate News*. <https://insideclimatenews.org/news/10022016/poor-minorities-carry-burden-fracking-waste-south-texas-eagle-ford-shale>

⁸ Julia, M. (2018, April 17). Die Eltern wollten kein Fracking in der Nähe ihrer Schule. So the oil company chose a poorer school, instead. *Mother Jones*. <https://www.motherjones.com/environment/2018/04/an-oil-company-faced-pushback-about-fracking-near-a-charter-soit-moved-next-to-a-low-income-public-school/>

⁹ Gislason, M., & Andersen, H. (2016). The Interacting Axes of Environmental, Health, and Social Justice Cumulative Impacts: A Case Study of the Blueberry River First Nations. *Healthcare*, 4(4), 78.

¹⁰ Perera, F. (2017). Pollution from Fossil-Fuel Combustion is the Leading Environmental Threat to Global Pediatric Health and Equity: Solutions Exist. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 16. <https://doi.org/10.3390/ijerph15010016>

Entmutigen oder mindern Sie die Verwendung von Bäumen, Waldabfällen und landwirtschaftlichen Nutzpflanzen zur Energieerzeugung. Bioenergie ist Energie, die durch die Verbrennung von lebendem organischem Material wie Holz, Algen oder landwirtschaftlichen Nutzpflanzen erzeugt wird. Es gibt eine Vielzahl von Bioenergiequellen, von denen einige nachhaltig sein können und andere wiederum schlechter sind als die Verbrennung von Kohle.

1.9.1 Beispiele

- Rücknahme staatlicher Anreize und/oder Zielvorgaben, um Land für den Anbau von Biokraftstoff-Rohstoffen umzuwandeln und die Entwicklung der Bioenergie voranzutreiben.
- Reduzierung der Forschung, Entwicklung und Investitionen in neue Technologien, die neue Formen von Biokraftstoffen produzieren können, sowie Fahrzeuge und Industrie, die diese Biokraftstoffe verwenden oder unterstützen können.

1.9.2 Große Nachricht

- Bioenergie ist keine Antwort auf den Klimawandel mit großer Hebelwirkung - sie nutzt zwar eine erneuerbare Ressource, stößt aber dennoch große Mengen an Kohlendioxid aus und stößt beim Ausbau auf Versorgungsgengpässe.

1.9.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn Bioenergie subventioniert oder besteuert wird, ändert sich die Temperatur nur sehr wenig. Änderungen bei der Bioenergie verschieben die Menge anderer Energiequellen, was z. B. mehr Kohle bedeuten kann, wenn Bioenergie besteuert wird, oder weniger erneuerbare Energien, wenn Bioenergie subventioniert wird.
- Bioenergie ist nur dann kohlenstofffrei, wenn der Rohstoff nachwächst, um den freigesetzten Kohlenstoff zu kompensieren. In einigen Gebieten werden Bäume für Bioenergie verwendet, die Jahrzehnte brauchen, um nachzuwachsen, um den bei der Verbrennung freigesetzten Kohlenstoff auszugleichen.

1.9.4 Potenzielle Co-Benefits der Entmutigung der Bioenergie

- Getreide und Ackerland werden für andere Nutzungen frei, z. B. für die Nahrungsmittelproduktion, wenn von Bioenergie abgeraten wird.
- Das Belassen von Biomassequellen, wie z.B. Wäldern, ermöglicht den Erhalt der Artenvielfalt.
- Eine Verringerung der Biomasseverbrennung kann die Luftqualität in Innenräumen und im Freien durch weniger Ruß und Feinstaub verbessern.
- Bioenergie kann die Entwaldung durch die Abhängigkeit von Holz für Brennstoffe oder durch die Ausweitung des Bioenergieanbaus beschleunigen, insbesondere in den Tropen. Weniger Abholzung hat viele Vorteile, darunter auch die zusätzliche Bindung von Kohlenstoff.

1.9.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Land, das für den Anbau von Bioenergiepflanzen genutzt wird, kann die Verfügbarkeit von Land für die Nahrungsmittelproduktion verringern und die Ernährungssicherheit gefährden.
- Der Lebensunterhalt der Landwirte kann durch sich verändernde Agrarmärkte stark beeinträchtigt werden, daher sollten Schritte unternommen werden, um Arbeiter und Landwirte bei der Umstellung auf die sich verändernde Nachfrage nach Nutzpflanzen zu unterstützen.

1.9.6 Schieberegler-Einstellungen

Die folgende Tabelle hebt die Zahlenbereiche für die beschrifteten Eingangsstufen des Schiebereglers "Bioenergie" hervor. Jeder der Schieberegler für die Energieversorgung ist so eingestellt, dass er eine ähnliche prozentuale Kostensteigerung oder -senkung für jede Eingangsstufe reflektiert.

	hoch beste uert	beste uert	Status quo	- subventio niert	hoch - subventionier t
Veränderung des Preises pro Barrel Öläquivalent (boe)	+\$30 a +\$15 n	+\$15 a +\$5 n	+\$5 bis -\$5	-\$5 bis -\$15	-\$15 bis -\$30
Kostensteigerung oder -senkung	+60% a +30% n	+30% a +10% n	+10% bis -10%	-10% bis -30%	-30% bis -60%

1.9.7 Modellaufbau

- Dieser Sektor verfolgt mehrere Stadien von Bioenergieanlagen oder Energieversorgungskapazitäten, einschließlich: Kapazitäten in der Entwicklung, im Bau und in der tatsächlichen Energieproduktion sowie die Verzögerungen zwischen den einzelnen Stadien.
- Zukünftige Modellierungen in diesem Sektor werden die Art und Weise, wie das Bioenergieangebot charakterisiert wird, weiter refinementieren und eine stärkere Verknüpfung mit der Menge an verfügbaren Flächen einschließen.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Ermutigen oder entmutigen Sie den Bau von Sonnenkollektoren, geothermischen Systemen und Windturbinen. Zu den erneuerbaren Energien gehören Wind, Sonne, Erdwärme, Wasserkraft und andere Technologien, die Energie mit geringen oder gar keinen Kohlendioxidemissionen erzeugen. Beachten Sie, dass Kern- und Bioenergie separat betrachtet werden.

1.10.1 Beispiele

- Regierungen bieten Steueranreize für Familien, die Solarpaneele auf ihren Dächern installieren.
- Landwirte und Landbesitzer, die die Installation von Windkraftanlagen auf ihrem Land erlauben.
- Forschung und Entwicklung für Verbesserungen der Technologien für erneuerbare Energien, um die Effizienz zu verbessern und/oder die Kosten zu senken.
- Unternehmen, die sich verpflichten, sich mit 100 % erneuerbarer Energie zu versorgen.

1.10.2 Große Meldung

- Die Subventionierung erneuerbarer Energien hilft, die Nachfrage nach Kohle und Gas zu begrenzen und die zukünftigen Temperaturen zu senken. Ohne andere Maßnahmen ist es jedoch nicht genug, um fossile Brennstoffe im Boden zu halten.

1.10.3 Wichtige Dynamiken

- Auswirkung. Wenn Sie erneuerbare Energien fördern, beobachten Sie, wie die Nachfrage nach erneuerbaren Energien (in grün) steigt und die Nachfrage nach Kohle (in braun) und Erdgas (in blau) in der Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" sinkt. Erneuerbare Energien

1.10. Erneuerbare Energien

Energie bereits im Baseline-Szenario stetig wächst, so dass die zusätzlichen Subventionen zwar zur Emissionsreduzierung beitragen, aber nur so viel.

- Rebound-Effekt. Darüber hinaus senken Subventionen für erneuerbare Energien die Energiekosten, was die Energienachfrage gegenüber dem, was sie sonst gewesen wäre, erhöht (die Menschen verbrauchen mehr Energie, wenn sie billig ist). Dieser Rebound-Effekt reduziert die positiven Auswirkungen der Förderung von erneuerbaren Energien etwas. Betrachten Sie diese Dynamik anhand der Grafik "Endenergieverbrauch".
- Verzögerungen. Es dauert eine gewisse Zeit, bis sich die Subventionen und die Förderung der erneuerbaren Energien in der installierten Kapazität niederschlagen. Subventionen werden schrittweise über 10 Jahre eingeführt. Beachten Sie daher in der Grafik "Erneuerbarer Endenergieverbrauch", dass sich das aktuelle Szenario nicht sofort von der Basislinie unterscheidet.

1.10.4 Potenzielle Co-Benefits der Förderung von erneuerbaren Energien

- Eine geringere Luft- und Wasserverschmutzung durch die Abkehr von fossilen Brennstoffen kann die öffentliche Gesundheit und die Produktivität der Arbeitnehmer verbessern und zu Einsparungen für Regierungen und Haushalte führen.
- Erneuerbare Energien können dazu beitragen, den Energiezugang bei Stromausfällen zu erweitern.
- Erneuerbare Energien bieten Möglichkeiten für hoch- und niedrigqualifizierte Beschäftigung.

1.10.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Obwohl die Preise für die Infrastruktur für erneuerbare Energien immer weiter sinken, haben viele einkommensschwache Gemeinden sowohl in Industrie- als auch in Entwicklungsländern weiterhin keinen Zugang zu dieser Technologie. Die Arbeit an einer gerechten Energiewende kann allen helfen, die Vorteile zu nutzen.¹
- In vielen Industrieländern beschränken sich die Förderprogramme für Solar- und Windkraftanlagen auf Hausbesitzer, die oft in höheren Einkommensschichten angesiedelt sind.

1.10.6 Schieberegler-Einstellungen

Die folgende Tabelle hebt die numerischen Bereiche für die beschrifteten Eingangsstufen des Schiebereglers "Erneuerbare Energien" hervor. Jeder der Schieberegler für die Energieversorgung ist so eingestellt, dass er eine ähnliche prozentuale Kostensteigerung oder -senkung für jede Eingangsstufe reflektiert.

	besteuert	Status quo	subventioniert	hoch - subventioniert
Änderung des Preises pro Kilowattstunde (kWh)	+\$0,02 bis +\$0,01	+\$0,01 bis -\$0,01	-\$0,01 bis -\$0,02	-\$0,02 bis -\$0,03
Kostensteigerung oder -senkung	+30% bis +10%	+10% bis -10%	-10% bis -30%	-30% bis -60%

1.10.7 Modellaufbau

Dieser Sektor verfolgt die Zeit, die Wind- und Solaranlagen benötigen, um verschiedene Stadien zu durchlaufen - Kapazitäten in der Entwicklung, im Bau und zur tatsächlichen Energieerzeugung.

Zu den wichtigsten Rückkopplungsschleifen im Bereich der erneuerbaren Energien gehören:

1. Überhitzung - die Kosten steigen, wenn die Nachfrage schneller wächst, als die Fertigungs- und Supportindustrie mithalten kann.

¹ Eisenberg, A. (2018). Just Transitions. *Southern California Law Review*, Vol. 92, No. 101, 2019. <https://ssrn.com/abstract=3281846>

1. Standortverfügbarkeit - die Effizienz sinkt und die Kosten steigen, wenn erneuerbare Energien an weniger optimalen Standorten eingesetzt werden (z. B. Solarenergie in regenreichen Klimazonen).
2. Lerneffekt - jede Verdoppelung der kumulierten Produktion senkt die Kosten um 20 % (auch bekannt als Fortschrittsquote). Die Kosten sinken, wenn Lieferketten, Geschäftsmodelle und Produktionsindustrien wachsen.

1.10.8 Fallbeispiele

Vereinigte Staaten: Durch den Ausbau von Wind- und Solarenergie wurden im Zeitraum 2007-2015 schätzungsweise 7.000 vorzeitige Todesfälle vermieden und 87,6 Mrd. \$ an Gesundheitskosten und Klimafolgen eingespart.²

Benin: Es wurde gezeigt, dass eine solarbetriebene Tropfbewässerung für Bäuerinnen die Gemüseproduktion und den Verbrauch im Haushalt erhöht, das Einkommensniveau steigert und die Ernährungsunsicherheit verringert.³

Global: Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der weltweiten Energieversorgung auf 65 % könnte bis 2050 6 Millionen Arbeitsplätze schaffen und der Weltwirtschaft 19 Billionen US-Dollar hinzufügen.⁴

1.10.9 FAQs

Warum verhindert die Förderung der erneuerbaren Energien mit einer hohen Subventionierung allein nicht viel zukünftige Erwärmung?

- Erneuerbare Energien reduzieren die CO₂-Emissionen nur dann, wenn sie fossile Brennstoffe verdrängen. In manchen Fällen decken die erneuerbaren Energien nur den neuen Energiebedarf und ersetzen nicht den durch Kohle und Gas gedeckten Bedarf.
- Zweitens gibt es einen Rebound-Effekt - um zu wachsen, werden die erneuerbaren Energien billiger gemacht. Der sinkende Energiepreis kurbelt die Nachfrage an und macht einen Teil des positiven Effekts wieder zunichte.

Wie kann ich die erneuerbaren Energien zu einem schnelleren Wachstum bringen?

- Entmutigen Sie Kohle und Öl, indem Sie sie individuell besteuern oder einen Kohlenstoffpreis festlegen.
- Passen Sie den Schieberegler "Kostenreduzierung bei F&E-Durchbruch bei erneuerbaren Energien" an, um einen plötzlichen Durchbruch zu simulieren, der die Kosten für erneuerbare Energien drastisch senken würde.

Wie gehen Sie mit der Verfügbarkeit und den Kosten der Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien um?

- Die Kosten für die Speicherung von erneuerbaren Energien werden in En-ROADS explizit modelliert. Da erneuerbare Energien einen bedeutenden Teil der Energieversorgung ausmachen, muss die Speicherung kosteneffizient sein, um einen weiteren Ausbau zu ermöglichen.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Fördern Sie den Bau von Kernkraftwerken oder raten Sie davon ab. Bei der Atomstromerzeugung wird kein Kohlendioxid freigesetzt, aber es entsteht schädlicher Atommüll.

² Millstein, D., Wiser, R., Bolinger, M., & Barbose, G. (2017). The climate and air-quality benefits of wind and solar power in the United States. *Nature Energy*, 2(9). <https://doi.org/10.1038/nenergy.2017.134>

³ Burney, J., Woltering, L., Burke, M., Naylor, R., & Pasternak, D. (2010). Solarbetriebene Tropfbewässerung verbessert die Ernährungssicherheit in der Sudano-Sahelzone. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1848-1853. <https://doi.org/10.1073/pnas.0909678107>

⁴ IEA/IRENA. (2017) Perspectives for the Energy Transition - Investment Needs for a Low-carbon Energy System. Paris/Abu Dhabi: IEA/IRENA. https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf

1.11. Nuklear

1.11.1 Beispiele

Entmutigend

- Öffentliche Informationskampagnen, um die Öffentlichkeit über die Risiken der Atomkraft aufzuklären.
- Politik zur Stilllegung bestehender Kernkraftwerke.

Ermutigung

- Die Politik der Regierung zielt auf den Umgang mit nuklearen Abfällen und die Senkung der Kosten der Kernkraft ab.
- Bemühungen von Unternehmen, die öffentliche Akzeptanz von Kernkraftwerken zu fördern.

1.11.2 Große Meldung

- Die Kernenergie ist kein großer Treiber für zukünftige Temperaturen und konkurriert mit dem Wachstum der erneuerbaren Energien und der neuen Null-Kohlenstoff-Technologie.
- Sie könnte Teil einer Reihe von Klimaschutzmaßnahmen sein, wenn man bereit ist, die Umweltkosten in Kauf zu nehmen - z. B. den Umgang mit Abfallstoffen und das Risiko von Strahlenschäden in der Nähe der Anlagen.

1.11.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn Sie die Kernenergie subventionieren, sehen Sie, wie die Kernenergie (hellblauer Bereich) wächst und Kohle (brauner Bereich) und Erdgas (dunkelblauer Bereich) in der Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" abnehmen. Die Kernenergie verdrängt einige fossile Energieträger, wodurch mehr Kohlenstoff im Boden verbleibt und die Temperatur geringfügig gesenkt wird.
- Die Kernenergie konkurriert mit allen verfügbaren Energiequellen. Beachten Sie also auch, was mit den erneuerbaren Energien (grüner Bereich) passiert, wenn die Kernenergie gefördert wird - sie nimmt ebenfalls ab.

1.11.4 Mögliche Co-Benefits der Entmutigung der Kernenergie

- Das Risiko einer Strahlenbelastung durch eine Kernschmelze oder gefährlichen Abfall wird reduziert.
- Kernenergie kann mehr Wasser als Kohle für die Stromerzeugung verbrauchen, so dass ein Ausstieg aus der Kernenergie die Wassersicherheit erhöhen und zum Schutz der Lebensräume von Wildtieren, der Artenvielfalt und der Ökosystemleistungen beitragen kann.¹
- Die Kernenergie wird mit Uran betrieben, das beim Abbau schädlich sein kann.

1.11.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Kernkraftwerke, Uranminen (die den Brennstoff für die Kernenergie liefern) und Abfalldeponien befinden sich oft in einkommensschwachen, marginalisierten Gemeinden, denen es oft an Ressourcen fehlt, um sich für strengere Umweltvorschriften und -aufsicht einzusetzen.²
- Der Uranabbau birgt erhebliche Gesundheitsrisiken für die Bergleute und die umliegenden Gemeinden durch Wasserverschmutzung und giftige Abfälle.

¹ Union of Concerned Scientists. (2013, Juli). How it Works: Water for Nuclear. <https://www.ucsusa.org/resources/water-nuclear>

² Kyne, D., & Bolin, B. (2016). Emerging Environmental Justice Issues in Nuclear Power and Radioactive Contamination. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(7), 700. <https://doi.org/10.3390/ijerph13070700>

1.11.6 Schieberegler-Einstellungen

Die folgende Tabelle hebt die numerischen Bereiche für die beschrifteten Eingangsstufen des Schiebereglers "Nuklear" hervor. Jeder der Schieberegler für die Energieversorgung ist so eingestellt, dass er eine ähnliche prozentuale Kostensteigerung oder -senkung für jede Eingangsstufe reflektiert.

	hoch besteuert	besteuert	Status quo	subventioniert	hoch - subventioniert
Änderung des Preises pro Kilowattstunde (kWh)	+\$0,07 bis +\$0,03	+\$0.03 an +\$0.01	+\$0,01 bis -\$0,01	-\$0,01 bis -\$0,03	-\$0,03 bis -\$0,07
Kostensteigerung oder -senkung	+60% bis +30%	+30% an +10%	+10% bis -10%	-10% bis -30%	-30% bis -60%

1.11.7 Modellaufbau

Dieser Sektor verfolgt mehrere Stadien von Kernkraftwerken bzw. Energieversorgungskapazitäten: Kapazitäten in der Entwicklung, im Bau und in der tatsächlichen Energieerzeugung, einschließlich der Verzögerungen zwischen den einzelnen Stadien.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Neue Null-Kohlenstoff

Entdecken Sie eine brandneue billige Stromquelle, die keine Treibhausgase ausstößt. Einige spekulieren, dass ein solcher Durchbruch die Kernfusion oder die Thorium-basierte Kernkraft sein könnte. Entscheiden Sie, wann der Durchbruch erfolgt, wie hoch die anfänglichen Kosten im Vergleich zu Kohle sind und wie lange die Verzögerungen bei der Kommerzialisierung und dem Scale-up wären.

1.12.1 Beispiele

- Forschung und Entwicklung oder andere Investitionen in neue Quellen der Energieversorgung wie Thorium-fission oder Kernfusion.
- Beachten Sie, dass dies keine neuen Technologien zur CO₂-Entfernung, zum Transport, zur Elektrifizierung oder zur Energie-Effizienz beinhaltet.

1.12.2 Große Meldung

- Der potenzielle Beitrag einer neuen Energieversorgungstechnologie wird durch die lange Zeitspanne, die neue Technologien benötigen, um sich durchzusetzen, stark eingeschränkt. Selbst unter optimalen Bedingungen würde es Jahrzehnte dauern, fossile Brennstoffe zu verdrängen und die Treibhausgasemissionen tatsächlich zu reduzieren.

1.12.3 Wichtige Dynamiken

- Beobachten Sie, wie der orangefarbene Bereich von "New Zero-Carbon" ansteigt, wenn im Diagramm "Globale Quellen für Primärenergie" ein Durchbruch für eine neue kohlenstofffreie Energieversorgung erfolgt. Beachten Sie, dass die Temperatur nur geringfügig sinkt. Dafür gibt es zwei Gründe:
 - Erstens, beachten Sie, dass es lange dauert, bis die neue Technologie wächst und ein großer Teil des globalen Energiemixes wird. Es gibt eine lange Verzögerung zwischen der Entdeckung der kohlenstofffreien Energietechnologie und ihrer Dominanz auf dem Markt - 10 Jahre für die Kommerzialisierung, mehrere Jahre für die Planung und den Bau, und dann wächst sie nur, wenn die bestehenden Kohle- und Gaskraftwerke (die eine Lebensdauer von 30 Jahren haben) in Rente gehen. Beobachten Sie, wie wenig Kohle (braun

1.12. Neu Null-Kohlenstoff

Bereich) und Erdgas (dunkelblauer Bereich) gehen vor 2040 zurück. Aus diesem Grund wird in diesem kritischen Zeitraum nur sehr wenig Kohlenstoff im Untergrund gehalten.

- Zweitens, schauen Sie sich die Grafik "Endenergieverbrauch" an. Der Grund, warum die neue kohlenstofffreie Technologie schnell wächst, ist, dass sie billiger ist als alle anderen Energielieferungen, so dass der Überfluss an preiswerter Energie die Nachfrage auf ein höheres Niveau hebt, als es sonst der Fall wäre.

1.12.4 Mögliche Co-Benefits eines Durchbruchs bei neuen kohlenstofffreien

- Ein Durchbruch bei einer neuen Energiequelle würde Arbeitsplätze entlang der Wertschöpfungskette von der Forschung und Entwicklung über den Bau bis hin zum Betrieb schaffen.
- Forschungsfortschritte in neuen Technologien können auch für andere Anwendungen nützlich sein.

1.12.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Es gibt unbekannte Konsequenzen und Risiken, die mit neuen Energiequellen verbunden sind, und oft können diese - Technologien am Ende in gefährdeten Gemeinden angesiedelt werden.

1.12.6 Schieberegler-Einstellungen

	Status quo	bahnbrechen d	großer Durchbruch
Jahr des Durchbruchs	kein Durchbruch	2022	2022
Zeit zur Kommerzialisierung		10 Jahre	10 Jahre
Anfangskosten im Vergleich zu Kohle		2	1

1.12.7 Modellaufbau

Der Weg zum Einsatz wird nach dem Erfolg der Technologie im Labor einige Zeit in Anspruch nehmen: Kommerzialisierung (auf 10 Jahre angesetzt, was in etwa der Zeit entspricht, die die Uran-basierte fission benötigte), Planung (2 Jahre) und Bau (5 Jahre). Dann muss die neue Energiequelle mit anderen Energiequellen konkurrieren.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Kohlenstoffpreis

Setzen Sie einen globalen Kohlenstoffpreis fest, der Kohle, Öl und Gas teurer macht, je nachdem wie viel Kohlendioxid sie freisetzen. Energieerzeuger geben zusätzliche Kosten häufig an ihre Kunden weiter, daher muss die Politik so gestaltet werden, dass die Auswirkungen auf die Ärmsten minimiert werden.

1.13.1 Beispiele

- Länder und Regionen, die Kohlenstoffsteuern einführen.
- Grassroots-Kampagnen, die öffentliche Unterstützung für die Besteuerung von Kohlenstoff erzeugen.

1.13.2 Große Nachricht

- Die Bepreisung von Kohlenstoff ist eine Strategie mit großer Hebelwirkung, da sie sowohl die Kohlenstoffintensität der Energieversorgung reduziert als auch den Gesamtenergiebedarf senkt.

1.13.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn der Kohlenstoffpreis erhöht wird, fällt auf, dass Kohle (braune Fläche) im Diagramm "Globale Quellen für Primärenergie" am stärksten abnimmt. Sie ist die kohlenstoffintensivste Energiequelle und reagiert daher am empfindlichsten auf einen Kohlenstoffpreis. Erdgas (dunkelblauer Bereich) nimmt ebenfalls ab, wenn auch in geringerem Maße. Öl (roter Bereich) nimmt nur leicht ab, obwohl es kohlenstoffintensiver ist als Gas, weil es nicht leicht durch andere Energiequellen ersetzt werden kann (z.B. kann man einen Diesel-LKW nicht mit Windkraft betreiben). Erneuerbare Energien (grüner Bereich) nehmen zu, da die relativen Kosten für Wind- und Solarenergie sie attraktiver machen.
- Genau wie die Besteuerung von Kohle erhöht ein signifikanter Kohlenstoffpreis die Energiekosten, was die Energienachfrage reduziert. Sehen Sie sich dies in der Grafik "Endenergieverbrauch" an und beachten Sie, dass das Current Scenario mit hohem Kohlenstoffpreis (blaue Linie) niedriger ist als die Baseline (schwarze Linie).

1.13.4 Mögliche Co-Benefits eines Kohlenstoffpreises

- Erneuerbare Energie wird relativ billiger, was Anreize für die Schaffung von Arbeitsplätzen in diesem Sektor schaffen kann.
- Die Verringerung des Einsatzes fossiler Brennstoffe verbessert die Luftqualität und erhöht die Einsparungen im Gesundheitswesen und die Produktivität der Mitarbeiter.
- Die Einnahmen aus der Kohlenstoffbepreisung können sozialen Programmen zugewiesen werden, die von allen genutzt werden können.

1.13.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Wenn die Kohlenstoffsteuer ein effektives Niveau erreicht, können Unternehmen versuchen, die Kosten auf die Kunden abzuwälzen, wobei die Armen am meisten gefährdet sind. Es können Richtlinien entwickelt werden, die diese Auswirkungen begrenzen.
- Arbeitnehmer, die in der fossilen Brennstoffindustrie beschäftigt sind, laufen Gefahr, ihren Arbeitsplatz zu verlieren, wenn die Unternehmen ihre Belegschaft als Reaktion auf höhere Produktionskosten verkleinern, daher sollten Pläne für den Übergang von Arbeitsplätzen vorhanden sein und der Schutz der Arbeitnehmer gewährleistet werden.
- Aufgrund der politischen Natur der Produktion fossiler Brennstoffe könnten Korruption und Rent-Seeking der Regierung die Möglichkeit schaffen, dass bestimmte Industrien den Kohlenstoffpreis aufgrund von Schlupflöchern oder Ausnahmen umgehen.

1.13.6 Schieberegler-Einstellungen

	Status quo	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch
Kohlenstoffpreis pro Tonne	kein Kohlenstoffpreis	\$0 bis \$20	\$20 bis \$60	\$60 bis \$100	\$100 bis \$250

1.13.7 Fallbeispiele

Nordosten der Vereinigten Staaten: Eine MIT-Studie aus dem Jahr 2016 untersuchte ein Szenario, in dem der Nordosten der USA ein Kohlenstoff-Cap-and-Trade-Programm einführt, und fand heraus, dass die jährlichen Gesundheitseinsparungen für die Region fünfmal größer sein könnten als die Kosten der Änderungen, die zur Erfüllung der Politik erforderlich sind.¹

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

¹Thompson, T. M., Rausch, S., Saari, R. K., & Selin, N. E. (2016). Air quality co-benefits of subnational carbon policies. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 66(10), 988-1002. <https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1192071>

1.13. Kohlenstoffpreis



Transport - Energie Effizienz

Erhöhen oder verringern Sie die Energieeffizienz von Fahrzeugen, Schifffahrt, Flugverkehr und Transportsystemen. Zur Energieeffizienz gehören Dinge wie Hybridautos, der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs und Möglichkeiten, wie Menschen sich mit weniger Energie fortbewegen können. Die Einführung energieeffizienter Praktiken, wie z. B. Radfahren und Gehen, kann die öffentliche Gesundheit verbessern und Geld sparen.

1.14.1 Beispiele

- Einzelpersonen, die ihr persönliches Verhalten ändern, um mehr zu Fuß zu gehen, mit dem Fahrrad zu fahren, öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen, Fahrgemeinschaften zu bilden, in dichteren Wohngebieten zu leben, effizientere Fahrzeuge zu kaufen, die Fahrten zu reduzieren oder Telearbeit zu leisten.
- Öffentliche oder unternehmerische Maßnahmen wie die Erhöhung der Parkgebühren, Investitionen in den öffentlichen Nahverkehr, Steuererleichterungen für sparsame Fahrzeuge, die Belohnung von Fahrgemeinschaften, der Bau von Fahrradwegen, die Schaffung von fußgängerfreundlichen Stadtgebieten mit hoher Dichte oder Leistungsstandards, die eine bestimmte Kraftstoffeffizienz vorschreiben.
- Forschung und Entwicklung von hocheffizienten Technologien für Schifffahrt, Fahrzeuge und Flugverkehr.

1.14.2 Wichtige Dynamiken

- Beobachten Sie, wie Öl (roter Bereich) in der Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" abnimmt, da die Welt die Effizienz des Transports erhöht. Es wird weniger Öl verbrannt, und der Verbrauch von Kohle und Gas sinkt, da der elektrobetriebene Transport immer effizienter wird.
- Sehen Sie sich die Grafik "Endenergieverbrauch" an, um den Rückgang des Energiebedarfs zu erkennen.
- Um einen weiteren Vorteil zu sehen, schauen Sie sich das Diagramm "Kosten der Energie" an. Weniger Nachfrage nach Energie bedeutet, dass die Preise niedriger sind.

1.14.3 Potenzielle Co-Benefits der Förderung von Energie-Effizienz

- Bessere Luftqualität als Ergebnis von weniger Verbrennung fossiler Brennstoffe erhöht die Einsparungen im Gesundheitswesen und die Produktivität der Arbeitnehmer.
- Bessere Kraftstoffeffizienz bedeutet, dass die Energiekosten niedriger sind.
- Massentransportmittel, wie Busse und Züge, können Verkehrsstaus und Lärm reduzieren.
- Eine verbesserte Infrastruktur für Radfahrer und Fußgänger erhöht die körperliche Aktivität und Sicherheit, was zu beträchtlichen Einsparungen bei der Gesundheit führt.

1.14.4 Überlegungen zum Eigenkapital

- In einigen Industrieländern, wie z. B. den USA, hat sich die fußgänger- und fahrradfreundliche Infrastruktur auf wohlhabende Gemeinden konzentriert und einkommensschwache Familien und farbige Menschen außen vor gelassen.¹
- Wenn sich die Möglichkeiten des öffentlichen Nahverkehrs verbessern oder die Betriebskosten durch die Nutzung kraftstoffsparender Fahrzeuge sinken, kann sich die soziale Gleichheit verbessern, da einkommensschwache Personen mehr Transportmöglichkeiten haben, um ihre Bedürfnisse zu erfüllen.

¹ Lusk, A. (2019, August 23). Stop Designing Bike-Friendly Cities Only for Wealthy White Cyclists. *City Lab*. <https://www.citylab.com/transportation/2019/02/bike-friendly-cities-should-be-designed-everyone/582409/>

1.14.5 Schieberegler-Einstellungen

Die Variable, die verändert wird, ist die jährliche Verbesserungsrate der Energieintensität von neuem Transportkapital wie Fahrzeugen, Zügen und Schiffen.

	entmutigt	Status quo	erhöht	stark erhöht
Jahresrate	-1% bis 0%	0 % bis +1 %	+1% bis +3%	+3% bis +5%

1.14.6 Modellaufbau

Die Erhöhung der Verbesserungsrate beim Energieverbrauch für neue Fahrzeuge und andere Infrastruktur hilft, die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im gesamten Transportsektor voranzutreiben. Es gibt eine gewisse Verzögerung, wie schnell sich dies beschleunigt, da der Energieverbrauch durch den Gesamtdurchschnitt des gesamten Kapitals (nicht nur der neuen Dinge) bestimmt wird. Die Modellstruktur verfolgt die gesamte Effizienz, die auch die Nachrüstung von bestehendem Kapital umfasst.

1.14.7 Fallbeispiele

New York City: Ein Programm, das Schüler unterstützt, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad zur Schule kommen, gab 10 Millionen Dollar aus und sparte 230 Millionen Dollar durch erhöhte körperliche Aktivität, verringerte Luftverschmutzung und geringere Verletzungsraten.²

Barcelona, Spanien: Würden 20 % der Autofahrten in Barcelona durch Fahrräder ersetzt, könnten 38 Menschenleben pro Jahr durch geringere Luftverschmutzung und mehr körperliche Aktivität gerettet und gleichzeitig 21.000 Tonnen CO2 pro Jahr eingespart werden.³

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Transport - Elektrifizierung

Erhöhen oder verringern Sie den Kauf von neuen Elektroautos, LKWs, Bussen, Zügen und Schiffen. Die Verwendung von Elektromotoren für den Transport hilft, die Treibhausgasemissionen und die Luftverschmutzung zu reduzieren, wenn der Strom aus kohlenstoffarmen Quellen wie Sonne und Wind stammt.

1.15.1 Beispiele

- Investitionen in die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge.
- Forschung und Entwicklung von Technologien für Fahrzeuge, Batterien und Ladevorgänge.
- Unternehmensverpflichtungen zum Verkauf von Elektrofahrzeugen.
- Programme, die Rabatte und Anreize für den Kauf von Elektroautos bieten.

² Muennig, P. A., Epstein, M., Li, G., & Dimaggio, C. (2014). The Cost-Effectiveness of New York City's Safe Routes to School Program. *American Journal of Public Health*, 104(7), 1294-1299. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.301868>

³ Rojas-Rueda, D., Nazelle, A. D., Teixidó, O., & Nieuwenhuijsen, M. (2012). Ersetzen von Autofahrten durch den Ausbau des Fahrrads und des öffentlichen Nahverkehrs im Großraum Barcelona: A health impact assessment study. *Environment International*, 49, 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.08.009>

1.15. Transport - Elektrifizierung

1.15.2 Große Nachricht

- Wenn die Welt von Kohle und Erdgas für die Stromerzeugung abhängig ist, ist der Nettoeffekt der Elektrifizierung nur eine geringe Veränderung der Emissionen und der Temperatur.
- Der Umstieg auf elektrische Verkehrsmittel hat die größten Auswirkungen auf das Klima, wenn die elektrischen Energiequellen kohlenstoffarm sind.

1.15.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn Sie die Transport Electrification erhöhen, gibt es zwei Hauptkräfte, die die zukünftige Temperatur beeinflussen:
- Die Gesamteffizienz ist für den elektrobetriebenen Verkehr größer als für Verbrennungsmotoren - im Allgemeinen wird für den Antrieb des Verkehrs mit Strom weniger Kraftstoff verbraucht als mit Öl.
- In der Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" geht der Ölverbrauch zurück, wenn wir den Verkehr elektrifizieren. Gleichzeitig steigt der Primärenergiebedarf an Kohle, erneuerbaren Energien und in geringerem Maße auch an Erdgas, um den steigenden Strombedarf zu decken.

1.15.4 Mögliche Co-Benefits der Förderung der Elektrifizierung

- Bessere Luftqualität durch weniger Verbrennungsmotoren erhöht die Einsparungen im Gesundheitswesen und die Produktivität der Mitarbeiter.
- Es entstehen Arbeitsplätze in der Herstellung und im Vertrieb von elektrischen Batterien und Motoren.

1.15.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Obwohl die Kosten sinken, sind Elektrofahrzeuge möglicherweise nicht für jeden erschwinglich oder verfügbar.
- Der Abbau von Lithium und Kupfer, zwei notwendigen Bestandteilen für die Batterien von Elektrofahrzeugen, kann wertvolle Ökosysteme schädigen und das Wohlergehen der Gemeinden in der Nähe der Abbaustätten bedrohen.
- Standorte von Elektroladestationen sind möglicherweise nicht zugänglich oder die Reichweite der Elektrobatterie ist in manchen Situationen unzureichend.

1.15.6 Schieberegler-Einstellungen

Die Variable, die geändert wird, ist die jährliche Wachstumsrate des Stromverbrauchs in neuen Transportmitteln wie Fahrzeugen, Zügen und Schiffen.

	entmutigt	Status quo	Anreizsystem	hohe Anreize
Jahresrate	-3% bis -1%	-1% bis +1%	+1% bis +3%	+3% bis +5%

1.15.7 Modellaufbau

Dieser Input zwingt das Wachstum der Elektrifizierung direkt in Richtung eines maximalen Prozentsatzes, im Gegensatz zu den Inputs für Energiequellen, die die finanzielle Attraktivität ändern, um das zukünftige Verhalten zu steuern.

Dieser Input beeinflusst die Klimaergebnisse über zwei Wege:

¹Lombrana, L. M. (2019, June 11). Saving the Planet With Electric Cars Means Strangling This Desert. *Bloomberg Green*. <https://www.bloomberg.com/news/features/2019-06-11/saving-the-planet-with-electric-cars-means-strangling-this-desert>.

1. Veränderter Energiebedarf. Der Wirkungsgrad bei der elektrischen Energienutzung ist höher als bei der direkten Verbrennung von Kohle, Öl und Gas.
2. Veränderung des Brennstoffmixes. Durch die zunehmende Elektrifizierung sinkt der Einsatz von Öl, dafür steigt der Einsatz von Kohle, Erdgas und erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung.

1.15.8 Fallbeispiele

Vereinigte Staaten: Eine Erhöhung der Kraftstoffverbrauchsstandards in den USA könnte den Verbrauchern jährlich zig Milliarden Dollar sparen, den Benzinverbrauch um zig Milliarden Gallonen pro Jahr reduzieren und bis 2030 über 300.000 Arbeitsplätze schaffen, während gleichzeitig die Treibhausgasemissionen um Millionen Tonnen pro Jahr reduziert werden.²

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Gebäude und Industrie - Energie-Effizienz

Erhöhen oder verringern Sie die Energieeffizienz von Gebäuden, Geräten und anderen Maschinen. Energieeffizienz - umfasst Dinge wie den Bau gut isolierter Häuser und die Reduzierung des Energieverbrauchs in Fabriken. Energieeffiziente Praktiken können durch einen geringeren Energiebedarf Geld sparen und gleichzeitig die Gesundheit der Menschen in diesen Gebäuden verbessern.

1.16.1 Beispiele

- Privatpersonen und Unternehmen isolieren Gebäude, kaufen energieeffiziente Technologien (Motoren, Beleuchtung, Geräte, Server, HLK-Systeme) und sparen Energie.
- Staatliche Maßnahmen wie Steuererleichterungen und Leistungsstandards, um Anreize für energieeffiziente Produkte und Praktiken zu schaffen.
- Forschung und Entwicklung im Bereich hocheffizienter Technologien.

1.16.2 Große Nachricht

- Die Energie-Effizienz von Gebäuden und Industrie ist ein großer Hebel. Sie führt zu einem geringeren Gesamtenergieverbrauch und damit zu einem geringeren Einsatz von Kohle, Öl und Gas. Außerdem spart sie Familien, Unternehmen und Gemeinden Geld.

1.16.3 Wichtige Dynamiken

- Da weniger Energie für Gebäude und Industrie verbraucht wird, beachten Sie, wie alle Energiequellen in der Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" zurückgehen - insbesondere Kohle und Gas, wenn sie die Hauptquellen für Strom sind. Da weniger fossile Brennstoffe verbrannt werden, sinken die CO₂-Emissionen und der globale Temperaturanstieg wird drastisch verringert.
- Verbesserungen bei der Energieintensität von neuem Kapital verringern auch den Energiebedarf. Erkunden Sie dies in der Grafik "Endenergieverbrauch", wo das Aktuelle Szenario (blaue Linie) niedriger ist als die Baseline (schwarze Linie).

² Bezdek, R. H., & Wendling, R. M. (2005). Potenzielle langfristige Auswirkungen von Änderungen der US-Kraftstoffnormen für Fahrzeuge. *Energy Policy*, 33(3), 407-419. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.08.015>

1.16.4 Potenzielle Co-Benefits der Förderung von Energie-Effizienz

- Erhöhte industrielle Effizienz und verringerter Energiebedarf können die Luftverschmutzung reduzieren, was die Einsparungen im Gesundheitswesen und die Produktivität der Mitarbeiter erhöht.
- Die Senkung der Stromrechnungen für Haushalte, Unternehmen und Regierungen erhöht die Energiesicherheit.
- Isolierte Häuser bleiben im Sommer kühler und im Winter wärmer, wenn Wetterereignisse und Netzüberlastungen Ausfälle verursachen.
- Die Nachrüstung von Gebäuden und Häusern, um effizienter zu sein, kann viele Arbeitsplätze schaffen.

1.16.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Die anfänglichen Kapitalkosten für Effizienzverbesserungen sind für einkommensschwache Personen und kleine Unternehmen möglicherweise nicht erschwinglich.
- Mancherorts richten sich die Maßnahmen an Immobilienbesitzer und hindern Mieter, die oft ein geringeres Einkommen haben, am Zugang zu den Vorteilen.

1.16.6 Schieberegler-Einstellungen

Die Variable, die verändert wird, ist die jährliche Verbesserungsrate der Energieintensität von neuem Kapital für Gebäude und Industrie.

	entmutigt	Status quo	erhöht	stark erhöht
Jahresrate	-1% bis 0%	0 % bis +1,5 %	+1,5 % bis +3 %	+3% bis +5%

1.16.7 Modellaufbau

Die Erhöhung der Verbesserungsrate bei der Energienutzung für Gebäude und Industrie senkt die Emissionen allmählich, da der Energieverbrauch durch den Gesamtdurchschnitt der gesamten Infrastruktur in diesem Bereich bestimmt wird, der durch diesen Eingriff verzögert wird, da Verbesserungen nur bei neuen Dingen eintreten und viele Gebäude und Industrieanlagen Jahrzehnte dauern.

1.16.8 Fallbeispiele

Global: Durch LEED-zertifizierte energieeffiziente Gebäude sparte eine Gruppe von sechs großen Volkswirtschaften 13,3 Milliarden Dollar an Energie-, Gesundheits- und Klimavorteilen und vermied den Ausstoß von Dutzenden von Luftschadstoffen.¹

Vereinigtes Königreich: Wenn das Vereinigte Königreich seine Energieausgaben für Haushalte durch Energiesparmaßnahmen um ein Viertel reduzieren würde, könnten die Haushalte 270 £ pro Jahr sparen. Der Nettogegenwartswert dieser Investition beträgt 7,5 Mrd. £, und die weiteren gesundheitlichen, wirtschaftlichen und energetischen Vorteile könnten 47 Mrd. £ erreichen.²

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

¹ P., M., X., C., J., B., J., C.-L., J., S., A., B., & J., A. (2018). Energieeinsparungen, Emissionsreduktionen und gesundheitliche Co-Benefits der Green-Building-Bewegung. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 28(4), 307-318. <https://doi.org/10.1038/s41370-017-0014-9>

² Rosenow, J., Eyre, N., Sorrell, S., & Guertler, P. (2017). Unlocking Britain's First Fuel: The potential for energy savings in UK housing. Abgerufen von https://www.e3g.org/docs/17_9_6_UKERC_CIED_briefing_final.pdf



Gebäude und Industrie -Elektrifikation

Erhöhen oder verringern Sie den Einsatz von Strom anstelle von Brennstoffen wie Öl oder Gas in Gebäuden, Geräten, Heizsystemen und anderen Maschinen. Der Einsatz von Elektromotoren trägt nur dann zur Emissionsreduzierung bei, wenn der Strom aus kohlenstoffarmen Quellen wie Sonne und Wind stammt.

1.17.1 Beispiele

- Zunehmendes öffentliches Interesse am Austausch von Öl- und Gasheizungen in Gebäuden durch elektrische Heizsysteme.
- Forschung und Entwicklung verschiedener Elektromotoren und Systeme, die es ermöglichen könnten, dass Wind und Sonne öl- und gasbetriebene Industrieanlagen ersetzen.

1.17.2 Große Nachricht

- Die Electrification von Gebäuden und Industrie kann helfen, insbesondere wenn erneuerbare Energien bereits gefördert oder fossile Brennstoffe benachteiligt werden.

1.17.3 Wichtige Dynamiken

- Wenn es mehr effiziente elektrische Systeme gibt, die Gebäude und Industrien mit Strom versorgen, beachten Sie, dass Erdgas (dunkelblauer Bereich) und Kohle (brauner Bereich) in der Grafik "Globale Quellen für Primärenergie" nach unten wandern.

1.17.4 Mögliche Co-Benefits der Förderung der Elektrifizierung

- Verbesserte Luftqualität an der Quelle erhöht die Einsparungen im Gesundheitswesen und die Produktivität der Mitarbeiter.
- Der Wegfall des Bedarfs an Erdgasleitungen zu den Gebäuden eliminiert auch die Risiken von Brand und Explosion.
- Die Lärmbelästigung durch Motoren, Generatoren und Öfen wird reduziert.
- Die Luftqualität für Personen, die in und um die Gebäude arbeiten/leben, wird verbessert, was zu Einsparungen im Gesundheitswesen und einer höheren Produktivität der Mitarbeiter führt.

1.17.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Die anfänglichen Kapitalkosten für die Umrüstung von Gebäuden und Heizungsanlagen auf vollelektrische Systeme sind für einkommensschwache Privatpersonen und kleine Unternehmen möglicherweise nicht tragbar.
- Die Belastung durch Luftverschmutzung in Haushalten ist innerhalb und zwischen den Ländern ungleich verteilt, wobei negative gesundheitliche Auswirkungen und Armut stark korreliert sind.¹

¹ World Health Organization. (2018, May 7). Household air pollution: Health impacts. <https://www.who.int/airpollution/household/health-impacts/de/>

1.17. Gebäude und Industrie -Elektrifizierung

1.17.6 Schieberegler-Einstellungen

Die Variable, die geändert wird, ist die jährliche Wachstumsrate des Stromverbrauchs in Gebäuden und in der Industrie.

	entmutigt	Status quo	Anreizsystem	hohe Anreize
Jahresrate	-3% bis -1%	-1% bis +1%	+1% bis +3%	+3% bis +5%

1.17.7 Modellaufbau

Dieser Input zwingt das Wachstum der Elektrifizierung direkt in Richtung eines maximalen Prozentsatzes, im Gegensatz zu den Inputs für Energiequellen, die die finanzielle Attraktivität ändern, um das zukünftige Verhalten zu steuern.

Dieser Input beeinflusst die Klimaergebnisse über zwei Wege:

1. Veränderter Energiebedarf. Der Wirkungsgrad bei der elektrischen Energienutzung ist höher als bei der direkten Verbrennung von Kohle, Öl und Gas.
2. Veränderung des Brennstoffmixes. Durch die zunehmende Elektrifizierung sinkt der Einsatz von Öl, dafür steigt der Einsatz von Kohle, Erdgas und erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Gehen Sie von einem höheren oder niedrigeren Bevölkerungswachstum aus. Die Bevölkerung ist ein Haupttreiber für den Anstieg der Treibhausgase; allerdings ist dies auch stark mit den Konsumgewohnheiten verbunden. Die Ausbildung von Frauen und der Zugang zu Familienplanung könnten den Wandel zu kleineren Familien weltweit beschleunigen.

1.18.1 Beispiele

- Unterschiedliche Annahmen für zukünftige Fertilitätsraten und Demografie.
- Größeres Empowerment von Frauen und Mädchen, was zu niedrigeren Fertilitätsraten führt.
- Verbesserte Aufklärung über und Zugang zu reproduktiven Gesundheitsdiensten.

1.18.2 Große Nachricht

- Entgegen der Meinung mancher Leute ist das Bevölkerungswachstum kein Allheilmittel gegen den Klimawandel.
- Entscheidungen über die Bevölkerungszahl und die Wahl der Familie sind sehr persönliche Entscheidungen, und Bemühungen, diese Entscheidungen zu verändern, haben in vielen Kulturen ethische Implikationen.

1.18.3 Wichtige Dynamiken

- Beobachten Sie, wie sich alle Energiequellen ändern, wenn Sie das Bevölkerungswachstum ändern.

1.18.4 Mögliche Co-Benefits eines geringeren Wachstums

- Ein geringeres Bevölkerungswachstum reduziert den globalen Ressourcenverbrauch.
- Die Gewährleistung eines sicheren Zugangs zu Familienplanung, reproduktiven Gesundheitsdiensten und Frauenbildung verbessert die Lebensqualität und das Einkommen von Frauen.

1.18.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Bevölkerungspolitische Maßnahmen sollten freiwillig sein und Frauen ermächtigen, die für sie besten Entscheidungen zu treffen.
- Ein höherer Prozentsatz farbiger Frauen lebt in Ländern mit starken geschlechtsspezifischen Ungleichheiten beim Zugang zu Bildung, voller wirtschaftlicher und politischer Teilhabe und angemessener Familienplanung. Die Reduzierung des Bevölkerungswachstums erfordert eine große Investition in diese besondere Gruppe.
- Es gibt eine Geschichte, in der farbige Frauen sowohl in Ländern mit hohem als auch mit niedrigem Einkommen zwangssterilisiert wurden, um Geburten zu verhindern; dies sollte niemals gefördert werden.¹²³⁴

1.18.6 Schieberegler-Einstellungen

Der Schieberegler reflektiert den 95%-Wahrscheinlichkeitsbereich der Abweichung der Bevölkerung vom mittleren Bevölkerungswachstumspfad der Vereinten Nationen. Die Variable, die verändert wird, betrifft die Weltbevölkerung bis zum Jahr 2100, in Milliarden von Menschen.

1.18.7 Modellaufbau

Die Bevölkerung wird mit dem Wirtschaftswachstum (BIP pro Kopf) multipliziert, um das gesamte globale BIP bzw. das Bruttoweltprodukt zu erhalten. Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

	geringstes Wachstum	geringes Wachstum	Status quo	hohes Wachstum	höchstes Wachstum
UN-Szenario	unteres Ende des 95%-Bereichs der UN		Mitte des 95%-Bereichs der UN		oberes Ende des 95%-Bereichs der UN
Bevölkerung im Jahr 2100	9,1 bis 9,5 Milliarden	9,5 bis 10,5 Milliarden	10,5 bis 11,4 Milliarden	11,4 bis 12,8 Milliarden	12,8 bis 13,2 Milliarden



Wirtschaftswachstum

Gehen Sie von einem höheren oder niedrigeren Wachstum der produzierten Güter und erbrachten Dienstleistungen aus. Das Wirtschaftswachstum wird im Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Person gemessen und ist ein wichtiger Treiber für den Energieverbrauch. Es gibt Alternativen zur Befriedigung der Bedürfnisse der Menschen durch wirtschaftliche Rahmenbedingungen, die nicht auf einem konstanten BIP-Wachstum basieren.

¹Bi, S. (2015). Zwangssterilisationen von HIV-positiven Frauen: A Global Ethics and Policy Failure. *AMA Journal of Ethics*, 17(10), 952-957. doi: 10.1001/journalofethics.2015.17.10.pfor2-1510

²White, H. (2014, May 28). Afrikanische Frauen wehren sich gegen Zwangssterilisationen. <https://www.lifesitenews.com/news/african-women-fight-back-against-forced-coerced-sterilizations>

³Nittle, N. K. (2020, Januar 9). U.S. Government's Role in Sterilizing Women of Color. <https://www.thoughtco.com/u-s-governments-role-sterilizing-women-of-color-2834600>

⁴Blakemore, E. (2016, August 25). The Little-Known History of the Forced Sterilization of Native American Women. *JSTOR Daily*. <https://daily.jstor.org/the-little-known-history-of-the-forced-sterilization-of-native-american-women/>

1.19. Wirtschaftswachstum

1.19.1 Beispiele

- Globale Bemühungen, den Überkonsum zu reduzieren und freiwillige Einfachheit anzustreben.
- Mögliche Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum durch die Folgen des Klimawandels.

1.19.2 Große Nachricht

- Ein langsames Wirtschaftswachstum wäre ein Ansatz mit großer Hebelwirkung, um künftige Temperaturerhöhungen zu vermeiden, allerdings gibt es viele Fragen dazu, wie dies geschehen könnte und auf eine Weise, die gerecht ist.

1.19.3 Wichtige Dynamiken

- Die Bevölkerung wird mit dem Pro-Kopf-BIP multipliziert, um das globale Gesamt-BIP, also das Bruttoweltprodukt, zu erhalten. Erhöhungen dieser Variable beschleunigen das exponentielle Wachstum des BIP, das wohl der wichtigste Treiber für zukünftige Kohlendioxidemissionen ist.
- Beobachten Sie, wie sich alle Energiequellen ändern, wenn Sie das Wirtschaftswachstum verändern.

1.19.4 Mögliche Co-Benefits eines geringeren Wachstums

- Der Fokus kann auf alternative Wohlstandsmaße verlagert werden, die das Wohlbefinden der Menschen steigern, wie z. B. das Bruttonationalglück.
- Eine stärkere Fokussierung auf Ressourcenschonung und weniger auf Materialverbrauch kann zu weniger Abfall führen.

1.19.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Wirtschaftswachstum ist ein wichtiger Faktor, um Menschen weltweit aus der Armut zu befreien. Allerdings sind in den letzten Jahrzehnten viele Gewinne aus dem Wirtschaftswachstum an die reichsten Menschen der Welt gegangen. Unabhängig davon muss die Politik auf die spezifischen lokalen und regionalen Gegebenheiten zugeschnitten sein.
- Wenn sich das BIP-Wachstum verlangsamt oder schrumpft, kann es zu höheren Haushaltsdefiziten kommen, die oft durch Sparmaßnahmen - Ausgabenkürzungen und Steuererhöhungen - ausgeglichen werden müssen. Diese Reformen können die Armen und die Arbeiterklasse schwer treffen und zum Verlust von Arbeitsplätzen und all den Ungerechtigkeiten führen, die mit dem Verlust der Lebensgrundlage einhergehen.¹

1.19.6

Schieberegler-Einstellungen

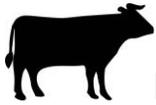
	low growth	status quo	high growth
Long-term GDP growth per year	0.5% to 1.2%	1.2% to 1.9%	1.9% to 2.5%

1.19.7 Modellaufbau

Während es in der realen Welt Rückkopplungen auf das Wirtschaftswachstum durch Energiepreise, verschiedene Steuern und die Auswirkungen des Klimawandels geben würde, beinhaltet das Modell diese Effekte nicht. Der Benutzer könnte solche Rückkopplungen erforschen, indem er diese Eingabe manuell ändert.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

¹ Ruckert, A., & Labonté, R. (2017). Gesundheitliche Ungleichheiten im Zeitalter der Austerität: The need for social protection policies. *Social Science & Medicine*, 187, 306-311. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.03.029>



Methan & andere Gase

Verringern oder erhöhen Sie die Treibhausgasemissionen von Methan, Distickstoffoxid und den F-Gasen. Methan wird aus Quellen wie Kühen, Landwirtschaft, Erdgasbohrungen und Abfall freigesetzt. Distickstoffoxid stammt aus Düngemitteln. Zu den F-Gasen gehören HFCs, PFCs und andere, die in der Industrie und bei Konsumgütern wie Klimaanlage verwendet werden.

1.20.1 Beispiele

- Verminderter Fleischkonsum.
- Modifizierte landwirtschaftliche Praktiken wie die verstärkte Vergärung von Gülle und die Verringerung des Düngereinsatzes.
- Verringertes Austreten von Methan aus der Öl- und Gasindustrie.
- Erhöhte Erfassung von Gasen, die von Landfills emittiert werden.
- Forschung und Entwicklung zur Substitution von F-Gasen in industriellen Prozessen.

1.20.2 Große Nachricht

- Die Verringerung von Methan, Lachgas und den F-Gasen hat eine große Hebelwirkung, obwohl viele Ansätze zur Verringerung dieser Emissionen mehr Forschung und Unterstützung benötigen, um sich auszuweiten.

1.20.3 Wichtige Dynamiken

- Methan-, N₂O- und F-Gas-Emissionen machen 30 % der aktuellen Treibhausgasemissionen aus und sind der Schlüssel zur Reduzierung, um den Klimawandel zu bekämpfen.

1.20.4 Mögliche Co-Benefits der Verringerung von Methan und anderen Gasen

- Es hat sich gezeigt, dass eine pflanzliche Ernährung gesünder für den Einzelnen ist und weniger Auswirkungen auf die Ökosysteme hat.
- Eine nachhaltige und pflanzenbasierte Landwirtschaft produziert mehr Nahrungsmittel mit weniger Ressourcen, was die Ernährungssicherheit erhöht.
- Die Reduzierung von Methanleckagen aus Erdgassystemen kann Geld sparen.
- Weniger Abfluss von stickstoffreichem Dünger kann die Wasserverschmutzung reduzieren, die Eutrophierung verringern und die Gesundheit der Meere verbessern.

1.20.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Viele kulturelle Werte sind mit bestimmten Nahrungsmitteln verbunden, was bedeutet, dass die Umstellung auf eine pflanzlichere Ernährung einen großen gesellschaftlichen Wandel erfordern könnte.
- Unbedacht umgesetzte Maßnahmen können die Ernährungssicherheit für bestimmte Personen und Gemeinschaften gefährden. Zum Beispiel sind Reisfelder, die viel Methan produzieren, in vielen Ländern ein wichtiges Grundnahrungsmittel.
- Die lokale Wirtschaft und Beschäftigung kann in Gemeinden bedroht sein, die derzeit auf industrielle, großflächige - Anbaumethoden als Haupteinnahmequelle angewiesen sind.

1.20. Methan & andere Gase

1.20.6 Schieberegler-Einstellungen

Die Variable, die geändert wird, ist die prozentuale Verringerung oder Erhöhung der maximalen Gesamtemissionen. Das Modell begrenzt, wie stark diese Emissionen reduziert werden können - 100 % maximale Reduktion bedeutet also nicht 100 % Gesamtemissionsreduktion -, da einige als unvermeidbar gelten, insbesondere die Emissionen aus Landwirtschaft, Landfills und Abwasser.

	hochd osiert	re an	mäßig gedämpft	re	Status quo	erhöht
Prozentuale Reduzierung oder Erhöhung der maximalen Wirkung	-100% -50%		-50 % bis -2 %		-2% bis 0%	0 % bis +10 %

1.20.7 Modellaufbau

Jedes Treibhausgas wird innerhalb von En-ROADS separat modelliert, was es ermöglicht, die Auswirkungen jedes Gases auf die globale Temperatur zu behandeln, ohne das globale Erwärmungspotenzial (GWP) und CO₂-Äquivalenz-Umrechnungen zu verwenden. Andere Treibhausgase als CO₂, die in Diagrammen mit den Einheiten CO_{2e} reflektiert werden, verwenden GWP100, um den Vergleich und die Berichterstattung aller Treibhausgase zusammen zu ermöglichen. Dies bedeutet, dass die kurzlebige, aber hochwirksame Natur von Treibhausgasen wie Methan erfasst wird.

1.20.8 Fallbeispiele

Carrboro, NC, USA: Die Teilnahme an einem Gemeinschaftsgartenprogramm in Carrboro, NC, zeigte Verbesserungen bei der Fettleibigkeit von Kindern und führte dazu, dass Familien mit Kindern im Programm täglich ein Drittel mehr Obst und Gemüse aßen.¹

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Verringern oder erhöhen Sie den Verlust von Wäldern für die landwirtschaftliche Nutzung und für Holzprodukte. Abholzung bedeutet oft, dass Wälder abgebrannt und abgeholzt werden, um Land für Nutzpflanzen wie Sojabohnen, Mais oder Palmöl zu gewinnen. Bemühungen zum Schutz der Wälder erhöhen die Artenvielfalt und können die Widerstandsfähigkeit von Gemeinschaften unterstützen.

1.21.1 Beispiele

- Regierungspolitik zur Erhaltung von Waldflächen und Beschränkung von Industrien wie Sojabohnen und/oder Palmöl.
- Verstärkte Unterstützung für indigene Landrechte.
- Öffentliche Unterstützung und Kampagnen zur Unterstützung der Landerhaltung.

¹Castro, D. C., Samuels, M., & Harman, A. E. (2013). Growing Healthy Kids. *American Journal of Preventive Medicine*, 44(3). <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.11.024>

1.21.2 Große Meldungen

- Bemühungen, die Entwaldung zu reduzieren, haben eine relativ geringe Hebelwirkung auf das Klima, da der Einfluss von CO₂-Emissionen aus dem Energiebereich so dominant ist. Dennoch ist das Stoppen der Entwaldung Teil einer mehrgleisigen Anstrengung, den Klimawandel zu bekämpfen.
- Der Schutz der Wälder ist aus vielen anderen Gründen als dem Klimaschutz hilfreich, einschließlich der Erhaltung der biologischen Vielfalt und dem Schutz des Landes der Ureinwohner.

1.21.3 Wichtige Dynamiken

- Eine starke Reduzierung der Abholzungsemissionen reduziert die Temperatur weniger, als die meisten Menschen schätzen würden. Sehen Sie sich das Diagramm "Greenhouse Gas Net Emissions by Gas - Area" an, um die Rolle von Landnutzung (Abholzung) CO₂ im Verhältnis zu allen anderen Emissionsquellen zu sehen.

1.21.4 Mögliche Co-Benefits der Verringerung der Entwaldung

- Wälder schützen die biologische Vielfalt und bieten Ökosystemleistungen und Nahrungsquellen.
- Waldschutz reduziert Erosion und verhindert Bodenverlust.
- Wälder bieten Lebensgrundlagen für Menschen (z.B. Sammeln von Ressourcen in kleinem Umfang und nachhaltige Forstwirtschaft), die verloren gehen können, wenn Land für andere Nutzungen umgewidmet wird.

1.21.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Bemühungen zum Schutz der Wälder haben manchmal den Zugang zu Land der indigenen Bevölkerung eingeschränkt, die seit Generationen nachhaltig auf dem Land lebt. Richtlinien sollten unter Einbeziehung der lokalen Interessenvertreter erstellt werden.¹²

1.21.6 Schieberegler-Einstellungen

	weitgehend reduziert	mäßig reduziert	Status quo	erhöht
Prozentuale Reduzierung oder Erhöhung pro Jahr	-10% bis -4%	-4% bis -1%	-1% bis 0%	0 % bis +1 %

1.21.7 Modellaufbau

Die Emissionen aus der Entwaldung bleiben auf dem Niveau des Baseline-Szenarios, um Trends zu reflektieren, die darauf hindeuten, dass die Entwaldung weltweit weiterhin unzureichend bekämpft wird.

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

¹ Salopek, P. (2019, Mai 16). Millionen Indigene stehen vor der Vertreibung aus ihren Waldheimen. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/culture/2019/05/millions-indigenous-people-face-eviction-from-forests/>

² Mwijuke, G. (2018, 12. Januar). Batwa in Uganda mired in extreme poverty. *Chwezitraveller*. <https://www.chwezitraveller.com/featured/batwa-ugandas-conservation-refugees-mired-in-extreme-poverty/>

1.21. Abholzung



Pflanzen Sie neue Wälder und stellen Sie alte Wälder wieder her. Wenn Bäume wachsen, ziehen sie Kohlenstoff aus der Luft, was die Konzentration von Kohlendioxid reduziert. Ohne Sorgfalt kann eine großflächige Aufforstung jedoch die Artenvielfalt und historische Landrechte gefährden.

1.22.1 Beispiele

- Staatliche Maßnahmen, Anreize und Finanzierung, um verfügbares Land zu identifizieren, Bäume zu pflanzen und Wälder zu verwalten.
- Unterstützung von Unternehmen, Landbesitzern und der Öffentlichkeit für großflächige Baumpflanzungen.

1.22.2 Große Nachricht

- Die Aufforstung hat das Potenzial, signifikante Mengen an Kohlendioxid aus der Atmosphäre zu ziehen, aber die Verfügbarkeit von Land und andere Effekte sollten berücksichtigt werden. Man bräuchte eine immense Menge an Land, um einen großen Einfluss auf die Temperaturveränderung zu haben.

1.22.3 Wichtige Dynamiken

- Das Wachsen von mehr Bäumen steigert die globale Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre, da die Photosynthese Kohlenstoff in Biomasse und Böden zieht. Beobachten Sie, wie die Temperatur infolgedessen leicht sinkt.
- Erkunden Sie die Grafik "Land für Kohlendioxid-Entfernung". Die Landfläche Indiens beträgt 300 Millionen Hektar. Würden wir also eine Fläche dieser Größe aufforsten, würden wir immer noch keine große Veränderung der Temperatur feststellen.

1.22.4 Mögliche Co-Benefits einer zunehmenden Aufforstung

- Neue Wälder können neue Ökosysteme schaffen und bestehende Lebensräume für Wildtiere, Artenvielfalt und Ökosystemleistungen schützen.
- Größere und gesündere Baumkronen in Städten reduzieren den städtischen Wärmeinseleffekt und den Energiebedarf für Heizung und Kühlung.
- Es werden Arbeitsplätze in der Baumpflanzung, -pflege und -wartung geschaffen.

1.22.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Bei der Aufforstung werden große Landflächen in Wälder umgewandelt. Dies kann manchmal zu Monokulturen von Bäumen führen, die alle das gleiche Alter haben, was nicht so sehr zu einer gesunden Artenvielfalt beiträgt wie natürliche Wälder.
- Große Landverschiebungen können den historischen Zugang zu Land gefährden, daher ist die Einbeziehung von einkommensschwachen und Minderheitengemeinschaften, einschließlich indigener Völker, in den Prozess der Politikentwicklung und -umsetzung unerlässlich.

1.22.6 Schieberegler-Einstellungen

Der Schieberegler Aufforstung ändert den Prozentsatz der verfügbaren Fläche, auf der neue Wälder wachsen. 100 % würde bedeuten, dass 700 Mha Land mit Wäldern bedeckt sind. 700 Mha entsprechen etwa 25 % der aktuellen Grünlandfläche, fast 10 % aller Flächen, die derzeit nicht bewaldet sind, und etwas mehr als die Differenz der Waldfläche von 1850 bis heute (d. h., es gibt heute 630 Mha weniger Waldfläche als 1850).

	Status quo	geringes Wachstum	mittleres Wachstum	hohes Wachstum
Verfügbare Fläche für Aufforstung in Prozent	0 % bis +15 %	+15% bis +40%	+40% bis +70%	+70% bis +100%

1.22.7 Modellaufbau

Die Kohlenstoffbindung von Wäldern ändert sich im Laufe der Zeit, wenn der Wald reift. Beachten Sie, dass der Netto-Kohlenstoffabbau anders ist als der Gesamtabbau durch den Kohlenstoffverlust in älteren oder ungesunden Wäldern.

Maximale Menge an verfügbarem Land: Bei einer Wachstumszeit von 80 Jahren für neue Wälder und einem Gesamtkohlenstoffverlust der Wälder von 2 %/Jahr wird mit 700 Mha ein jährlicher Entzug erreicht, der dem Mittelwert der Schätzungen des Aufforstungspotenzials aus dem Bericht "Greenhouse gas removal" der Royal Society von 2018 entspricht (Bereich von 3-20 in CO₂ GtonsCO₂/Jahr).

Für höhere Entnahmen kann man die "Aufforstungseinstellungen" innerhalb der Ansicht "Annahmen" anpassen. Um beispielsweise die Annahmen des Papiers von Bastin et al. aus dem Jahr 2019 zu untersuchen, erhöhen Sie den Schieberegler "Max available land for afforestation" unter Assumptions auf 900mha.

1.22.8 Fallbeispiele

New York City, USA: Eine Erhöhung der städtischen Baumdichte um 343 Bäume pro Quadratkilometer reduzierte nachweislich die Rate von Asthma bei Kindern in New York City um 29 %.¹

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.



Technologische Kohlendioxid-Entfernung

Holen Sie Kohlendioxid aus der Luft mit neuen Technologien, die den natürlichen Abbau verbessern oder den Kohlenstoff manuell abscheiden und speichern. Zu den Technologien zur Entfernung von Kohlendioxid (Carbon Dioxide Removal, CDR) gehören: direkte Abscheidung aus der Luft, Bioenergie mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BECCS), Biokohle und andere (aber nicht Kohle oder Gas CCS). CDR ist noch nicht weit verbreitet, und die meisten Ansätze stehen vor bedeutenden Hindernissen für den Einsatz.

1.23.1 Beispiele

- Fortschritte in verschiedenen CDR-Technologien durch Forschung und Entwicklung und staatliche Maßnahmen.
- Unterstützung von Unternehmen, Grundstückseigentümern und der Öffentlichkeit bei der Implementierung solcher Technologien.

¹Lovasi, G. S., Quinn, J. W., Neckerman, K. M., Perzanowski, M. S., & Rundle, A. (2008). Kinder, die in Gebieten mit mehr Straßenbäumen leben, haben eine geringere Prävalenz von Asthma. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 62(7), 647-649. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.2007.071894>

1.23. Technologische Kohlendioxid-Entfernung

1.23.2 Große Meldung

- Technological Carbon Removal hat das Potenzial, signifikante Mengen an Kohlendioxid aus der Atmosphäre zu ziehen.
- Die meisten dieser Technologien befinden sich noch in der Pilotphase und sind noch nicht in dem Umfang vorhanden, der für einen großflächigen Einsatz erforderlich wäre.

1.23.3 Wichtige Dynamiken

- Sehen Sie sich das Diagramm "Land für Kohlendioxid-Entfernung" an und notieren Sie die Gesamtmenge an Landfläche, die für alle Ansätze benötigt werden könnte.

1.23.4 Mögliche Co-Benefits des CDR-Wachstums

- Naturbasierte Kohlenstoffentfernungsansätze wie die landwirtschaftliche Bodensequestrierung können in einigen Fällen helfen, die Profits der Landbesitzer und Landwirte zu verbessern.
- Die Vergrößerung vieler Ansätze zur Kohlenstoffentfernung würde zu riesigen neuen Industrien und Unternehmen führen, die Arbeitsplätze schaffen würden.

1.23.5 Überlegungen zum Eigenkapital

- Ansätze wie BECCS benötigen große Flächen, die in manchen Fällen sonst für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden könnten.
- Viele der technologischen Ansätze zur Kohlenstoffentfernung sind noch nicht in großem Maßstab entwickelt worden und bergen unbekanntes Risiken und Konsequenzen für die Gemeinden, in denen sie eingesetzt werden.

1.23.6 Schieberegler-Einstellungen

	Status quo	geringes Wachstum	mittleres Wachstum	hohes Wachstum
Prozentsatz des maximalen Potenzials	0 % bis +10 %	+10% bis +40%	+40% bis +70%	+70% bis +100%

1.23.7 Modellaufbau

Die fünf enthaltenen Methoden zur CO₂-Entfernung werden unabhängig voneinander modelliert. Sie unterscheiden sich jeweils in ihrem maximalen Sequestrierungspotenzial, dem Jahr, in dem sie in Betrieb gehen könnten, wie lange es dauert, bis sie eingeführt werden, und der Kohlenstoffleckagerate im Laufe der Zeit (gespeicherter Kohlenstoff ist nicht immer dauerhaft).

Die Standardeinstellungen für das maximale Potenzial der technologischen Kohlenstoffentfernung ("% des maximalen Potenzials") stammen aus dem unteren Bereich des [Berichts "Greenhouse gas removal" der Royal Society von 2018](#) (Tabelle 2, Kapitel 2). Wenn man zum Beispiel den Biokohle-Schieberegler des Simulators auf "100 % des maximalen Potenzials" stellt, erhöht sich die Entfernung auf bis zu 2 Gt/Jahr, was dem Bereich des Berichts von 2-5 Gt/Jahr entnommen wurde. Für eine höhere Entfernung kann man die "Kohlendioxid-Entfernungs-Maximum"-Einstellungen innerhalb der "Annahmen"-Ansicht bis zum höchsten Ende des Bereichs aus demselben Bericht anpassen. Zum Beispiel kann das Biokohle-Maximum auf 5 Gt/Jahr erhöht werden.

1.23.8 FAQs

Warum sind Kohle- und Gas-Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS) hier nicht enthalten, und wie kann ich sie erhöhen? Wir denken bei Kohle- und Gas-CCS an die Reduzierung der CO₂-Emissionen aus Kohle und Gas, nicht tatsächlich an die Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre. Beides kann in der erweiterten Ansicht, die die Schieberegler Kohle und Erdgas unterstützt, geändert werden.

Wo kann ich mehr über die verschiedenen CDR-Typen erfahren? Folgen Sie den Links, um detaillierte Faktenblätter zu diesen CDR-Typen zu erhalten: [Agroforstwirtschaft & Aufforstung](#), [BECCS](#), [Biokohle](#), [Direct Air Capture](#), [Enhanced Mineralization](#) und [Agricultural Soil Carbon Sequestration](#).

Bitte besuchen Sie support.climateinteractive.org für weitere Anfragen und Unterstützung.

1.24 Versionsgeschichte des En-ROADS-Modells

1.24.1 Januar 2021 Freigabe

Änderungen an der Schnittstelle

Neu

- Übersetzung ins Türkische: Wir haben eine neue Übersetzung ins Türkische in dieser Version. Schauen Sie sich diese unter dem Menüpunkt Sprache an.
- Neue Grafik: Es wurde ein neues Diagramm hinzugefügt, "% Stromverbrauch aus kohlenstoffarmen Quellen". Sie finden es unter "Endenergieverbrauchsarten" im Menü "Diagramme".
- Alle Verweise auf die Kaufkraftparität wurden auf \$US 2017 korrigiert. Andere verschiedene Textbearbeitungen.

1.24.2 Freigabe Dezember 2020

Lesen Sie [weitere Details](#) über das Update. Sehen Sie sich einen [Videoüberblick](#) über die Details des Updates an.

Modell-Upgrade

Neu

- Aktualisierte Basislinie: Mehrere Modellanpassungen im Zusammenhang mit erneuerbaren Energiequellen, vorindustriellem Temperatur-Benchmarking und der Modellierung von Nicht-Treibhausgas-Forcings haben die Baseline-Temperatur im Jahr 2100 auf 3,6°C/6,5°F gesenkt.
- Erneuerbare Energien werden jetzt disaggregiert und explizit für Solar, Wind, Geothermie und andere erneuerbare Energien modelliert.
- Wir berücksichtigen auch die historischen Subventionen für erneuerbare Energien und die "weichen Kosten", die mit jedem erneuerbaren Typ verbunden sind. Diese weichen Kosten sind mit zunehmender Erfahrung gesunken.
- Die angegebene Temperaturänderung bezieht sich nun auf das 19. Jahrhundert.
- Die Anfangswärme wird nun aus der historischen Temperaturänderung im Jahr 1990 berechnet, die aus der Temperaturanomalie relativ zum 19. Jahrhundert aus GISS (2020) und Hadley (2020) entnommen und relativ zum Mittelwert des 18. Jahrhunderts angepasst wurde.
- Andere Forcings wurden von Meinshausen (2011) übernommen, um sie auf das 18. Jahrhundert zu beziehen. Natürliche Forcings lassen sich leichter abziehen, um anthropogene Forcings für die äquivalente CO₂-Konzentration zu erhalten.

1.24. En-ROADS Modell Versionsgeschichte

- Die ursprünglichen CO₂-, CH₄- und N₂O-Werte wurden aktualisiert, um die aktuellen Daten von GISS anstelle der C-ROADS-Werte von 1990 zu reflektieren.
- Verringerung der Überhitzungsanfälligkeit der Extraktion und Profitabilitätseffekte auf die Abgangsraten der Versorgungsquellen, um schnelle Änderungen der Bioenergienachfrage zu dämpfen.

Aktualisiert

- En-ROADS-Modell auf Version 2.7.35c

Änderungen an der Schnittstelle

Neu

- Neue Standard-Grafiken: Die Standardgrafiken wurden von "Globale Quellen der Primärenergie" und "Temperaturänderung" in "Globale Quellen der Primärenergie - Fläche" und "Treibhausgas-Nettoemissionen" geändert.
- Mehrere Diagramme im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien hinzugefügt: "Low Carbon Average Cost of Electricity Production by Source", "Low Carbon Marginal Cost of Electricity Production by Source" und "Renewables Capacity - Area".
- Die Ausdrücke "Business as usual" und "BAU" wurden in der gesamten Oberfläche, in den Diagrammen, Legenden und Beschreibungen in "Baseline" geändert.
- Umbenennung der "New Technology" Energieversorgung in "New Zero Carbon" Energieversorgung in der gesamten En-ROADS Schnittstelle.
- Der Schieberegler für die Bevölkerungseingabe wurde geändert, um "Milliarden Menschen im Jahr 2100" anstelle des Indexbereichs -1 bis +1 anzuzeigen.
- Die Eingaben für das Wirtschaftswachstum wurden von einer einzigen Eingabe auf "Langfristiges Wirtschaftswachstum", "Kurzfristiges Wirtschaftswachstum" und eine "Übergangszeit" für die Konvergenz des "Kurzfristigen Wirtschaftswachstums" mit der "Langfristigen Wirtschaftswachstumsrate" erweitert.

Festgelegt

- Das Startjahr für Eingabeschieberegler wurde auf 2021 geändert.
- Die Bereiche für die Schieberegler Steuer/Subvention wurden aktualisiert.
- Einige Diagrammbeschreibungen wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit überarbeitet.
- Das Maximum der Y-Achse wurde bei einigen Diagrammen angepasst, um die Daten bei unterschiedlichen Eingangskonfigurationen besser darzustellen.

1.24.3 Oktober 2020 Release

Modell-Upgrade

Aktualisiert

- En-ROADS-Modell auf Version 2.7.29b
- Die Darstellung "Neue Technologie" im Diagramm "Grenzkosten der Stromerzeugung" wurde korrigiert, wenn die erweiterten Schieberegler "Neue Technologie" angepasst werden.

Änderungen an der Schnittstelle

Festgelegt

- Oben im Bereich "Annahmen" wurde eine kurze Beschreibung hinzugefügt, um zu verdeutlichen, wie sich die Schieberegler relativ zu den Szenarien "Aktuell" und "Business as Usual" verhalten.
- Die Beschreibungen der Transport-Elektrifizierungsschieber wurden korrigiert, um die Erwähnung von Schiffen und Flugzeugen zu entfernen.

1.24.4 September 2020 Release

Zusätzlich zu den unten aufgeführten Details haben wir ein Video erstellt, in dem die wichtigsten neuen Funktionen vorgestellt werden. Sehen Sie es sich an: [September 2020 Release Video](#)

Änderungen an der Schnittstelle

Neu

- Spanisch: En-ROADS ist jetzt auch auf Spanisch verfügbar! Wir arbeiten daran, En-ROADS in noch mehr Sprachen zu bringen.
- Diagramme zur Luftverschmutzung: Es gibt zwei neue Diagramme im Menü "Diagramme > Auswirkungen", die die Luftverschmutzung (PM_{2,5}-Emissionen) aus dem Energiesektor zeigen. Außerdem wurden im Bereich "Annahmen" Schieberegler hinzugefügt, mit denen die Annahmen für die Emissionsfaktoren angepasst werden können.

Modell-Upgrade

Aktualisiert

- En-ROADS-Modell auf Version 2.7.29

Schiebereglerbezogene Änderungen

Aktualisiert

- Die Schieberegler-Einheiten für die Bevölkerung wurden so geändert, dass sie auf einer indexierten Skala von -1 bis 1 liegen, wobei "Status Quo" gleich Null ist.
- Die Einheiten des Schiebereglers für den Kohlenstoffpreis wurden korrigiert und lauten nun "\$/Tonne CO₂" statt "\$/Tonne".

Andere Schnittstellenänderungen

Aktualisiert

- Die Kaya-Ansicht wurde korrigiert, um "Kohlenstoffintensität der Endenergie" anstelle von "Kohlenstoffintensität der Primärenergie" anzuzeigen.
- Die Menüleiste wurde korrigiert, um die Auswahl von Untermenüpunkten auf dem iPad zu erleichtern.
- Tooltips auf dem iPad wurden korrigiert, so dass sie automatisch verschwinden.
- Ausrichtung der Schiebereglergriffe auf dem iPad korrigiert.

1.24. En-ROADS Modell Versionsgeschichte

- Das Vollbild-Layout auf dem iPad wurde korrigiert, so dass die Menüleiste nicht durch die von Safari bereitgestellten Steuerelemente verdeckt wird.
- Das große Diagrammfenster wird jetzt in der aktuellen Sprache angezeigt (statt standardmäßig in Englisch).
- Die Beschriftung der x-Achse in Kaya-Diagrammen wurde so korrigiert, dass sie sich auf großen Bildschirmen nicht überlappt.
- Die Graphen zeigen jetzt keine Tooltips mehr für Jahre außerhalb des angezeigten Bereichs.
- Die Kalibrierungsgraphen wurden entfernt (diese werden in einer kommenden Version durch verbesserte Graphen ersetzt).

1.24.5 August 2020 Freigabe

Änderungen an der Schnittstelle

Neu

- Portugiesisch: En-ROADS ist jetzt auf Portugiesisch verfügbar! Die Lokalisierung in weitere Sprachen ist in Arbeit, und wir hoffen, bald auch in Ihrer Muttersprache verfügbar zu sein.
- Erste iPad-Unterstützung: Sie können En-ROADS jetzt auf Ihrem iPad ausführen (in Safari oder Ihrem bevorzugten Browser)! In dieser Version ist die Benutzerfreundlichkeit auf iPad-Modellen, die in den letzten 3 Jahren veröffentlicht wurden, besser. In kommenden Versionen werden wir daran arbeiten, die Leistung zu verbessern und die Benutzerfreundlichkeit für alle iPad-Modelle zu refinieren.

Aktualisiert

- Die Leistung wurde in einer Reihe von Bereichen verbessert, so dass sich Schieberegler flüssiger und reaktionsschneller anfühlen sollten (und weitere Verbesserungen sind in Arbeit).
- Bei der Freigabe eines Szenarios wird die Präferenz des Benutzers für metrische gegenüber US-Einheiten erfasst und in der URL gespeichert.

Schiebereglerbezogene Änderungen

Festgelegt

- Die Beschreibung des Schiebereglers "Kohlenstoffpreis" wurde aktualisiert, um Bioenergie in die Liste der Auswirkungen aufzunehmen.
- Versehentliche Erwähnung der Abholzung in der Beschreibung des Schiebereglers "Andere Treibhausgase Startjahr" unter "Methan & andere Gase" entfernt.

1.24.6 Juli 2020 Freigabe

Diagramme

Festgelegt

- Die y-Achse des Diagramms "Grenzkosten der Stromerzeugung" wurde so korrigiert, dass sie sich dynamisch anpasst, um die Diagrammlinien im Blick zu behalten.
- Die Grafik "Erneuerbare Energien Primärenergiebedarf" wurde korrigiert, um neben den erneuerbaren Energien auch die Wasserkraft zu berücksichtigen.

Änderungen am Schieberegler behoben

- Verbesserte Beschreibungen für die Schieberegler "Jahr, in dem keine neue Infrastruktur gebaut wird" für Kohle, Öl und Erdgas.

Andere Schnittstellenänderungen

Aktualisiert

- Die E-Mail-Freigabe von Szenarien wurde verbessert, indem eine Vorschau der zu versendenden Nachricht angezeigt wird und eine benutzerdefinierte Notiz in das freigegebene Szenario eingefügt werden kann.
- Der Begrüßungsbildschirm wurde geändert, um Feedback und Fragen an support.climateinteractive.org zu richten.
- Der Link "Allgemeine FAQs" unter dem Menü "Hilfe" wurde geändert, um auf die Wissensdatenbank auf der Support-Site zu verweisen.

1.24.7 Mai 2020 Freigabe

Modell-Upgrade aktualisiert

- En-ROADS-Modell auf Version 2.7.19
- Fügen Sie der Menüschnittfläche "Szenario freigeben" die E-Mail-Freigabe Ihres aktuellen Szenarios hinzu.
- Aktualisieren Sie das BIP mit Daten der Weltbank von 2018.

Festgelegt

- Kleinere Änderungen an den Beschreibungstexten

1.24.8 April 2020 Freigabe

Modell-Upgrade aktualisiert

- En-ROADS-Modell auf Version 2.7.14
- Link zu "Verwendungen für En-ROADS" im Menü Hilfe hinzugefügt
- Menüsteuerung für Schieberegler "Richtlinien zurücksetzen" und "Annahmen zurücksetzen" unter dem Menü "Simulation" hinzufügen; Wortlaut von "Zurücksetzen" in "Richtlinien & Annahmen zurücksetzen" geändert.

Diagramme

- Wenn Sie von metrischen Einheiten zu US-Einheiten wechseln, wechselt das Diagramm "Land für Kohlendioxid-Entfernung" von "Millionen Hektar" zu "Millionen Acres".

1.24. En-ROADS Modell Versionsgeschichte

Festgelegt

- Die Position der Symbole in der oberen Symbolleiste wurde verbessert, um versehentliche Klicks auf das Symbol "Richtlinien & Annahmen zurücksetzen" (früher: "Schieberegler zurücksetzen"-Symbol) zu vermeiden.
- Die Funktion "Großes Diagramm" wurde korrigiert, so dass die Diagramme im Remote-Fenster die richtige Größe haben.
- Bearbeitungen der Beschreibungstexte für die Schieberegler "Kohleabscheidung & -speicherung (CCS) (Steuer/Subvention)", "Gasabscheidung & -speicherung (CCS) (Steuer/Subvention)" und die Gesamtbeschreibung für Nuklear in den erweiterten Ansichten.

1.24.9 März 2020 Freigabe

Zusammen mit den unten aufgeführten Details haben wir ein cooles Video erstellt, das die wichtigen Funktionserweiterungen und Änderungen am Modellverhalten hervorhebt.

Sehen Sie es sich an: [März 2020 Release Video](#)

Modell-Upgrade

Aktualisiert

- En-ROADS-Modell auf Version 2.7.11
- Aktualisierte die Gleichung für die Energieintensität von neuem Kapital, um besser auf Preiseffekte zu reagieren
- BAU-Verbesserungsrate der Emissionsintensität und jährliche Verbesserungsrate der Emissionsintensität für F-Gase wurden angepasst, um SSP2-Basistrajektorien zu reflektieren
- Die Einstellungen für CH₄- und N₂O-Emissionen aus Landwirtschaft und Abfall wurden ebenfalls leicht aktualisiert

Diagramme

Festgelegt

- Hinzufügen von "Hydro"-Daten zum Diagramm "Durchschnittliche Kosten der Stromerzeugung" und Korrigieren des Namens von "Renew/Hydro" zu "Renewables"
- Mehrere fehlende Verwandte Diagramme in einigen erweiterten Ansichten korrigiert
- Variable im Diagramm "Grenzkosten der erneuerbaren Energien" korrigiert
- Tippfehler in Beschreibungen für N₂O- und CH₄-Diagramme korrigiert (Megatonnen wurde auf 1x10⁶ korrigiert)
- Die Beschriftung der y-Achse in der Grafik "CO₂-Emissionen" wurde auf Gigatonnen CO₂/Jahr korrigiert

Aktualisiert

- Die Beschreibung für das Diagramm "CH₄-Emissionen" wurde bearbeitet und die gezeichnete Variable korrigiert, um die anthropogenen CH₄-Emissionen anzuzeigen
- Geänderte Beschreibung des Diagramms "Speicherkosten" zur besseren Übersichtlichkeit
- Die Beschreibung für das Diagramm "Kumulative CO₂-Emissionen" wurde bearbeitet
- Der Name des Diagramms wurde von "Brennstoffproduktionskosten" in "Brennstoffproduktionskosten nach Quelle" geändert, damit er mit den Titeln der anderen Diagramme in der Kategorie "Finanzen" übereinstimmt, die nach Energiequelle aufgeschlüsselt sind

- Treibhausgas-Nettoemissionen nach Gasfläche" zu den zugehörigen Diagrammen für Entwaldung hinzugefügt

Schiebereglerbezogene Änderungen

Festgelegt

- Beschreibung des Schiebereglers "New Tech" aktualisiert, damit sie mit den Einstellungen des Schiebereglers übereinstimmt
- Eine fehlende Beschreibung für den Schieberegler "Kohle-CCS-F&E-Durchbruchskostenreduzierung" wurde hinzugefügt.
- Beschreibung bearbeiten für Schieberegler, "% Reduktion des Kohleeinsatzes"

Aktualisiert

- Bearbeiten Sie die Namen der Schieberegler, die sich auf den endgültigen Kohlenstoffpreis beziehen, und entfernen Sie das Wort "Ziel", so dass es jetzt ist:
 - Endgültiger Kohlenstoffpreis (früher, Endgültiger Kohlenstoffpreis final target)
 - Jahr bis zum Erreichen des endgültigen Kohlenstoffpreises (vorher Jahr bis zum Erreichen des endgültigen Kohlenstoffpreisesziels)
 - Jahre bis zum Erreichen des endgültigen Kohlenstoffpreises (früher: Jahre bis zum Erreichen des endgültigen Kohlenstoffpreisesziels)
- Schieberegler für "Methanemissionen aus biologischer Aktivität", "Einfluss der Temperatur auf Methanemissionen aus Permafrost und Clathraten" und "Temperaturschwelle für Permafrost und Clathrate" wieder hinzugefügt

Andere Schnittstellenänderungen

Neu

- Sie können eine große Kopie von jedem der Diagramme erstellen, um sie auf zusätzlichen Bildschirmen oder Monitoren zu verwenden. Die Diagrammausgaben in den Kopien bleiben mit den Änderungen der Steuereingangsschieber verbunden. Diese Diagramme werden im Menü "Ansicht" als "Großes linkes Diagramm" und "Großes rechtes Diagramm" aufgerufen. Sie können mehrere Kopien von linken oder rechten Diagrammen auswählen.

Demnächst

- Die Lokalisierung in viele Sprachen ist in Arbeit! Wir hoffen, bald in Ihrer Muttersprache zu erscheinen!