

Global lernen

Anregungen für die schulische und außerschulische
Bildungsarbeit mit Jugendlichen

Besonders geeignet für die Fächer:
**Geografie, Politik, Ethik,
Sozial- und Naturwissenschaften**

Brisant

**ab 16
Jahre**



Wasserstoff – der Retter in der Klimakrise?

Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2045 klimaneutral zu werden. Bis zum Jahr 2050 möchte die Europäische Union klimaneutral sein. Damit versuchen beide, ihren Beitrag zu den im Pariser Abkommen vereinbarten Klimazielen zu leisten. Aktuell bezieht Deutschland ca. 41 % seines Stroms aus erneuerbaren Energien, aber nur ca. 20 % des gesamten Endenergiebedarfs wird aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen (Umweltbundesamt (UBA), 2021). Deutschland ist damit von seinem Ziel der Klimaneutralität noch weit entfernt.

Wie kann es gelingen, bis spätestens 2045 klimaneutral zu werden? Die wichtigsten Schritte sind, die erneuerbaren Energien so schnell wie möglich auszubauen und sparsam mit ihnen umzugehen. Doch möglicherweise reichen die Flächen in Deutschland nicht aus, um den gesamten Energiebedarf mit erneuerbaren Energien zu decken. Auch spielt der Zeitfaktor eine Rolle. Es gibt außerdem Sektoren wie den Flugverkehr oder die Stahl-

und Chemieindustrie, die sich nicht elektrifizieren lassen. Damit zeichnet sich ab, dass Deutschland Wasserstoff nutzen muss, um seine Energieversorgung zu gewährleisten und seine Klimaziele einzuhalten. Dieser muss klimaneutral gewonnen werden. Nur so leisten wir unseren Beitrag, die globale Erwärmung auf max. 2°C, möglichst aber 1,5°C zu begrenzen.

Wie gelangt Deutschland nun schnell an ausreichende Mengen Wasserstoff? Eine Möglichkeit ist, ihn aus Nachbarländern oder aus Ländern des Globalen Südens zu importieren. Aber ist das ökonomisch sinnvoll und welche Folgen hätte es, Wasserstoffgroßprojekte in Ländern umzusetzen, die über wenig Wasser und erneuerbare Energien verfügen? Wie ließen sich Wasserstoffimporte sozial gerecht und ökologisch nachhaltig gestalten? Oder wäre es nicht zielführender, unseren Verbrauch stark zu senken, um Wasserstoffimporte zu vermeiden? Diesen und anderen Fragen geht das vorliegende Global lernen Brisant nach.

Aufgaben zum Einstieg:

- Assoziiert gemeinsam, was ihr mit Wasserstoff verbindet und zeichnet eine Mindmap.
- Recherchiere, in welchen Sektoren Wasserstoff als Energieträger eingesetzt werden kann. Stelle die Nutzungsmöglichkeiten grafisch dar und trage sie in der Klasse zusammen.

Energieaufwand der Wasserstoffproduktion

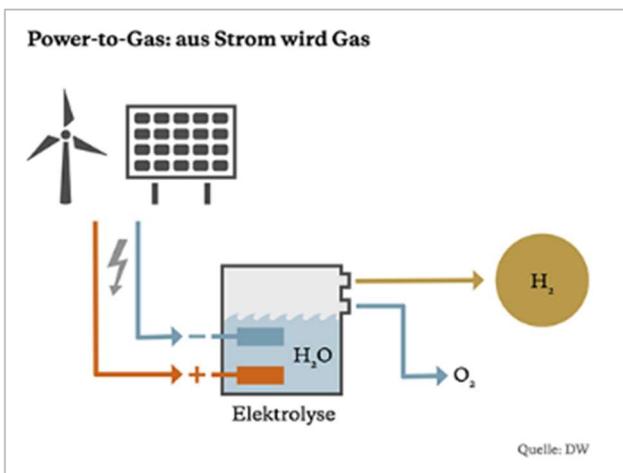
Wasserstoff kann in vielen Sektoren eingesetzt werden. Das ist technisch möglich. Jedoch ist der breite Einsatz nicht sinnvoll, da mehr Treibhausgasemissionen reduziert werden können, wenn Strom aus erneuerbaren Energie direkt genutzt und nicht erst in Wasserstoff umgewandelt werden muss. Bei der Elektrolyse gehen laut der Internationalen Energieagentur (IEA) je nach Verfahren 20 bis 40 % der Energie verloren. Hinzu kommen die Energieverluste durch die weitere Verarbeitung für den Transport. Vor diesem Hintergrund sollte es das oberste Ziel sein, erneuerbare Energien und erneuerbaren Strom direkt und ohne die Verluste durch die Umwandlung in Wasserstoff zu nutzen.

Aufgabe

- In welchen der oben recherchierten Sektoren fallen dir zum Wasserstoff klimafreundlichen Alternativen ein, die gut auf der Basis von Strom aus erneuerbaren Energien funktionieren? Ergänze sie und nenne Beispiele.

Chemische Gewinnung von Wasserstoff

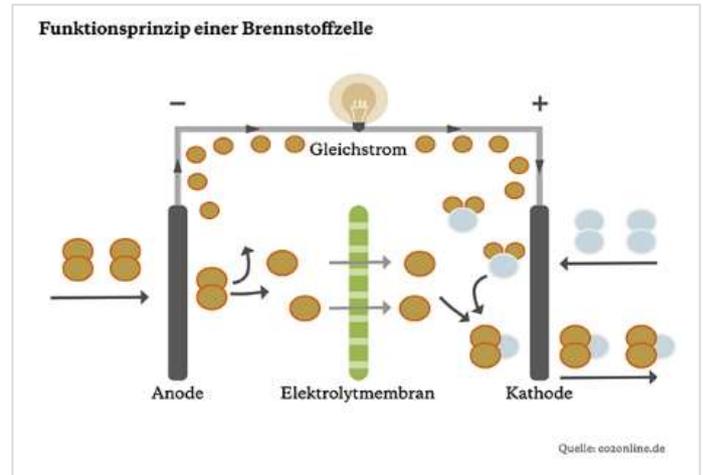
Wasserstoff ist das am häufigsten vorkommende Element des Universums. Er kommt selten in Reinform vor, sondern ist meist gebunden, z. B. in Form von Wasser. Es gibt mehrere Verfahren, um Wasserstoff herzustellen. Eines davon ist die Elektrolyse. Hier werden aus Wasser und unter Einsatz von Strom Wasserstoff und Sauerstoff hergestellt.



Umgekehrt wird Energie frei, wenn der gewonnene Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser reagiert, z. B. in einer Brennstoffzelle.

Aufgabe

- Zeichne ein, wie die Brennstoffzelle funktioniert. Schaue dazu das Video „Wie funktioniert die Brennstoffzelle?!“ von Simpleclub.



Wasserstoffgewinnung in großem Stil

Wasserstoff kann auf ganz unterschiedliche Weise hergestellt werden. Es gibt:

- Grauer Wasserstoff**, der aus Kohle oder Erdgas gewonnen wird. Hierbei entsteht Kohlendioxid. Bis zu 20 % der Energie gehen bei der Umwandlung verloren.
- Blauer Wasserstoff**, der aus Kohle oder Erdgas gewonnen wird. Das dabei entstehende Kohlendioxid wird in der Erde gelagert, z. B. durch Carbon Capture and Storage (CCS). Bei der Lagerung geht viel Kohlendioxid verloren, auch fehlen Lagerkapazitäten.
- Türkiser Wasserstoff**, der aus Methan gewonnen wird. Hierbei entsteht fester Kohlenstoff, dieser soll in Bindung gebracht oder gelagert werden. Allerdings fehlt dazu ausreichend gesicherte Forschung.
- Pinker Wasserstoff**, der aus Atomkraft hergestellt wird. Hier ist die Frage der Endlagerung offen und die möglichen Schäden bei einem Unfall sind groß.
- Grüner Wasserstoff**, der aus erneuerbaren Energien produziert wird.

Es ist hilfreich, dieses Farbspektrum einmal gesehen zu haben, um die unterschiedlichen Arten der Wasserstoffgewinnung einordnen und ihre Klimarelevanz beurteilen zu können. Für den Weg in eine klimaneutrale Zukunft kommt ausschließlich grüner Wasserstoff in Frage, denn sämtliche andersfarbigen Wasserstoffe disqualifizieren sich durch die Nutzung fossiler Rohstoffe und den damit verbundenen Treibhausgasemissionen.

Aufgabe

→ Begründe für jede Art der Wasserstoffgewinnung, ob und warum sie geeignet ist, das Ziel der Klimaneutralität Deutschlands bis 2045 zu erreichen? Beachte dabei den Ausgangsstoff, die Verfahren, die Risiken und die politischen Vereinbarungen der Bundesregierung wie den Kohle- oder auch den Atomausstieg.

Import von Wasserstoff

Der für eine Klimaneutralität benötigte Wasserstoff wird aller Voraussicht nach nicht komplett in Deutschland gewonnen werden können. Daher wird der überwiegende Teil aus dem Ausland importiert werden müssen. Um Klimaneutralität zu erreichen, muss der importierte Wasserstoff „grüner“ Wasserstoff sein. Er kann sowohl aus der EU stammen als auch aus anderen Ländern der Welt. So sieht es auch die Wasserstoffstrategie der Bundesregierung vor. Dafür muss Wasserstoff transportfähig gemacht werden. Für kürzere Distanzen wie die innerhalb Europas kann Wasserstoff in Pipelines transportiert werden. Allerdings ist deren Bau kostenintensiv. Für weitere Distanzen wie aus afrikanischen Ländern muss Wasserstoff für den Transport verflüssigt oder in ein Trägermedium wie Ammoniak umgewandelt werden, um dann per Schiff transportiert zu werden. Das ist aufwendig und nicht ungefährlich, denn Ammoniak ist giftig und explosiv. Somit zeichnet sich ab, dass neben der Herstellung auch der Transport großer Mengen Wasserstoff über lange Strecken eine Herausforderung darstellt.

Vor diesem Hintergrund müssen wir fragen, inwiefern es sinnvoll ist, Wasserstoff aus anderen Ländern und insbesondere aus Ländern des Globalen Südens zu importieren. Welche Folgen hat ein Wasserstoffimport in großem Stil für die Menschen in den Exportländern? Und welche Ziele und Bedürfnisse haben sie? Sehen die Menschen und die jeweiligen Regierungen den Wasserstoffexport oder vielmehr die flächendeckende Versorgung mit Energie aus erneuerbaren Energien als relevant an?

Aufgabe

→ Positioniert euch im Raum zu folgenden Aussagen:

1. Die Klimaneutralität Deutschlands ist mir ein wichtiges Anliegen.

2. Um Klimaneutralität zu erlangen, müssen wir in Deutschland Wasserstoff für die Energieversorgung nutzen.
3. Die Herstellung von Wasserstoff ist energieintensiv und teuer, wir sollten ihn sparsam einsetzen.
4. Ich bin dafür, die in Deutschland benötigte Energie auch hier zu produzieren.
5. Wasserstoffimporte lösen all unsere Energie- und Emissionsprobleme.
6. Durch Wasserstoffimporte aus Ländern des Globalen Südens verlagern wir unsere Emissionen.
7. Wir sollten Wasserstoff nur aus EU-Ländern importieren.
8. Für die Länder des Globalen Südens stellt der Handel mit Wasserstoff eine Chance dar, mehr Einnahmen zu generieren.
9. Der Handel mit Wasserstoff fördert die Verständigung.
10. Der Wasserstoffexport bremst in Ländern des Globalen Südens die Energiewende.
11. Wenn wir Energie sparen, müssen wir weniger Wasserstoff importieren.

Begründet eure Positionierungen.

Materialhinweis

→ **Nationale Wasserstoffstrategie, 2020**

Chancen und Risiken des Wasserstoffimports aus Ländern des Globalen Südens

Chancen

Deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen investieren sehr viel Geld, um die Wasserstoffproduktion in Ländern wie Chile oder Südafrika voran zu treiben. Auch die Regierungen dieser Länder und dortige Unternehmen oder Organisationen setzen stark auf eine Produktion, die ermöglicht, dass Wasserstoff exportiert werden kann.



In Anlehnung an einem Beitrag aus dem Deutschlandfunk „Hauptsache Energie“, 14. März 2022:

„Deutschland braucht Wasserstoff. Der soll u. a. aus Chile kommen und in nicht allzu ferner Zukunft Benzin und Diesel ersetzen. Die deutschen Unternehmen Porsche und Siemens Energy engagieren sich bereits in Patagonien, einer der windigsten Regionen der Welt. Chile will Exportweltmeister von grünem Wasserstoff werden, und zwar bereits 2030. Etwa 30 Kilometer nördlich von Punta Arenas haben die Bauarbeiten der Pilotanlage von Siemens Energy und Porsche begonnen. Generaldirektor Rodrigo Delmastro ist stolz auf das Projekt, in dem aus Windenergie durch Elektrolyse Wasserstoff



und durch weitere Prozesse Benzin hergestellt wird. Abnehmer dafür ist der Autokonzern Porsche. Laut einer Studie der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), die das chilenische Energieministerium berät, kann die Wasserstoffwirtschaft in Chile bis 2050 mindestens 94.000 Arbeitsplätze schaffen. Der GIZ zufolge hat Chile das Potenzial, die Hälfte des Bedarfs an grünem Wasserstoff von einem Industrieland wie Deutschland zu decken.“

Der amtierende chilenische Präsident führt die Politik der vorherigen Regierung fort und setzt darauf, dass vor allem staatliche Unternehmen zu fairen und nachhaltigen Konditionen an der grünen Wasserstoffproduktion beteiligt werden.

Aufgabe

→ Lies den Text durch. Was motiviert die deutschen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, in den Wasserstoffimport aus Ländern des Globalen Südens zu investieren? Und welche Vorteile sehen die Regierungen in Ländern wie Chile, Wasserstoff zu exportieren? Tragt die Punkte in der Klasse zusammen.

Risiken

Auf die Frage, welche Risiken sie für die Wasserstoffproduktion in großem Stil und für den Export sehen, antwortet Trusha

Reddy von der Organisation Womin African Alliance aus Südafrika, einer Partnerorganisation von Brot für die Welt. Trusha Reddy ist zuständig für Geschlechter-, Energie- und Klimagerechtigkeit:

„Wir halten die Vertreibung zahlreicher Gemeinden und dass ihnen kein Zugang zu Strom ermöglicht wird, für ein großes Risiko. Auch befürchten wir, dass sich unser Land durch die Exportprojekte neu verschuldet. Wir sehen, dass es zu enormen Schäden des Ökosystems und zu Klimaschäden kommen wird, wenn die Energie, die für die Produktion von Wasserstoff genutzt wird, aus Gas oder anderen fossilen Energieträgern gewonnen wird.“

Francesca de Gasparis von der Organisation safcei (Southern African Faith Communities' Environment Institute), Südafrika, antwortet auf die Frage (redaktionell verändert):

„Momentan sehe ich keinerlei Vorteile der Wasserstoffproduktion in großem Stil. Während die Treibhausgasemissionen in Europa dadurch niedriger werden, bietet die Wasserstoffproduktion für Südafrika keinerlei Möglichkeiten, die hohen Emissionen zu reduzieren. Die vorliegenden Pläne zur Wasserstoffproduktion sehen nicht vor, der lokalen Bevölkerung einen Zugang zu sauberer und bezahlbarer Energie zu ermöglichen. Deutschland sollte erst die eigenen Treibhausgasemissionen reduzieren und dann in Projekte zum Wasserstoffexport investieren, wenn die lokale Bevölkerung mit erneuerbaren Energien versorgt ist.“

Aufgaben

- Lies dir die Zitate durch. Welche Risiken des Wasserstoffexports entnimmst du den Aussagen? Ergänze sie um eigene Punkte und tragt auch die Risiken in der Klasse zusammen.
- Überwiegen die Chancen oder die Risiken? Zu welchem Schluss kommt ihr?



Der Nationale Wasserstoffrat setzt sich dafür ein, dass Importprojekte von erneuerbarem Wasserstoff nachhaltig gestaltet werden. Im Folgenden sind die Chancen und Risiken des Wasserstoffimports aus Ländern des Globalen Südens aufgelistet, in Anlehnung an die Formulierung des Rates.

Chancen

Lokale Wertschöpfung und Arbeitsplätze: Durch die Produktion von Wasserstoff wird die lokale Wertschöpfung gefördert, Arbeitsplätze geschaffen, lokale Akteure gestärkt. Die Wasserstoffwirtschaft kann einen Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung und zum Wohlstand in den Produktionsländern leisten.

Kompetenzgewinn nutzbar machen: Die Erfahrungen, Kompetenzen und Erkenntnisse aus den Wasserstoffexport-Projekten können hilfreich sein, um nationale Projekte in den Ländern des Globalen Südens selbst anzuschieben.

Ausländische Direktinvestitionen: Durch große, international finanzierte Wasserstoffprojekte fließen ausländische Investitionen in die Länder.

Beschleunigung des Erneuerbare-Energien-Ausbaus: Durch die grünen Wasserstoffprojekte wird die Möglichkeit befördert, selbst aus der Nutzung fossiler Energien auszuweichen, da für die Projekte die erneuerbaren Energien notwendigerweise ausgebaut werden müssen.

Verbesserter Energiezugang: Unter anderem durch den beschleunigten Ausbau von erneuerbaren Energien und die Verbreitung des entsprechenden Know-hows bei deren Produktion und Nutzung kann mit geringer zusätzlicher Förderung der Zugang zu Energie für die lokale Bevölkerung ermöglicht werden.

Deckung lokaler Wasserstoffnachfrage: Zum Beispiel zur Dekarbonisierung lokaler Industrie (inklusive Düngemittelherstellung), in relevanten Mobilitätssektoren oder zur Nutzung als saisonaler Speicher kann Wasserstoff in den Exportländern eingesetzt werden.

Risiken

Verlängerung der Nutzung fossiler Kraftwerke und steigende Treibhausgasemissionen: Wenn die Energie, die für den Wasserstoffexport genutzt wird, aus fossilen Quellen kommt, wird sich auch die lokale Nutzung von Strom aus bestehenden fossilen Quellen verlängern und die Treibhausgasemissionen werden ansteigen. Werden erneuerbare Energien installiert und dann ausschließlich für die Wasserstoffproduktion genutzt, bleiben die Treibhausgasemissionen weiterhin hoch, da der Energiebedarf vor Ort weiterhin durch Kohlekraftwerke gedeckt wird.

Wasserknappheit: Die Elektrolyse benötigt Süßwasser. Dieses ist in zahlreichen Ländern des Globalen Südens knapp. Durch den Klimawandel kann sich die Wasserknappheit noch verstärken. Die Entsalzung von Meerwasser für die Aufbereitung führt zu Rückständen (Sole). Hier gilt es, frühzeitig sinnvolle ökologische Konzepte für deren Verwendung zu entwickeln.

Beeinträchtigung von Ökosystemen: Auch Großprojekte der erneuerbaren Energien (z. B. Großstaudämme, aber auch große Windparks) können lokale Ökosysteme zerstören.

Landnutzungskonflikte: Die Produktion von erneuerbaren Energien oder grünem Wasserstoff benötigen große Flächen. Bei Großprojekten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist es bisher zu Landnutzungskonflikten gekommen, z. B. Zwangsumsiedlungen und Enteignungen.

Korruption: Großprojekte sind besonders häufig von Korruption betroffen. Dadurch wird eine sozial und ökologisch verträgliche Umsetzung von Projekten verhindert.

Energiearmut: Mit der Investition in Exportprojekte für die Erzeugung von grünem Wasserstoff wird nicht automatisch die Energieversorgung der lokalen Bevölkerung verbessert. Es besteht das Risiko, dass der neu produzierte erneuerbare Strom rein für den Export zu Verfügung steht und die unzureichende Stromversorgung in den Ländern des Globalen Südens zementiert wird.

..... 

Aufgaben

- Führt eine fiktive Debatte in einem potenziellen Wasserstoff-exportland des Globalen Südens. Bildet dafür zwei Teams. Ein Team repräsentiert die führende Partei, die sich sehr für die Produktion und den Export von Wasserstoff in großen Stil einsetzt. Das zweite Team repräsentiert die Oppositionspartei, die gegen den massiven Export ist. Greift die hier genannten Chancen und Risiken auf und leitet die Argumente daraus ab, die für eure Position wichtig sind. Welche Partei hat euch warum überzeugt?
- Formuliert ein Wahlprogramm einer Partei, die sich für einen nachhaltigen Wasserstoffexport stark macht.

Brot für die Welt setzt sich für die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien für Importprojekte von Wasserstoff ein. Sie sind im Positionspapier des nationalen Wasserstoffrates nachzulesen unter → www.wasserstoffrat.de

Klimafreundliche Mobilität

Verbrennungsmotoren, die mit fossilen Kraftstoffen fahren, tragen nicht zur Erreichung der Klimaziele bei. Daher benötigen wir alternative Antriebsformen. Nach Angaben des Umweltbundesamtes kann grüner Wasserstoff dazu beitragen, den Verkehr klimafreundlicher zu gestalten. Betrachtet man den Individualverkehr genauer, so wird schnell klar, dass Wasserstoffmotoren keine effiziente klimafreundliche Alternative darstellen, da die Kraftstoffgewinnung enorm energieintensiv ist. Pro gefahrenem Kilometer ist der Stromverbrauch zwei- bis dreimal höher als beim Elektrofahrzeug. Wasserstoff sollte daher im Verkehr nur in den Bereichen eingesetzt werden, in denen eine direkte Nutzung von erneuerbarem Strom nicht möglich ist. Das betrifft den Schiffsverkehr oder den internationalen Flugverkehr.

Aufgaben

- Zwar schneiden Elektroautos aus Sicht des Klimaschutzes im Vergleich mit Verbrennungs- oder Wasserstoffmotoren besser ab, doch auch diese verursachen in der Produktion viele Emissionen und verbrauchen kostbare Ressourcen. Welche Konsequenzen ziehst du aus der Tatsache, dass es keine umweltfreundlichen Autos gibt?
- Teile deine Erkenntnisse mit der Gruppe. Gestalte ein kurzes Video für eine klimafreundliche Mobilität.



Nach Angaben des Umweltbundesamtes lagen die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen 1993 bei ca. 16 %. 2020 lagen sie bei knapp 20 % der Gesamtemissionen.

Aufgaben

- Welche Faktoren tragen dazu bei, dass die Treibhausgasemissionen durch Verkehr, trotz effizienterer Technik, immer noch sehr hoch sind?
- 95 % der Verkehrsemissionen stammen aus dem Straßenverkehr. Überlegt, was gesellschaftlich verändert werden müsste, um den Verkehr durch Autos, Busse oder Lastwagen zu verringern? Welchen Beitrag könnt ihr leisten?

Aktiv werden

Energie sparen

Die Energie, die nicht gebraucht wird, muss auch nicht als Wasserstoff produziert und importiert werden. Überlegt euch jeder*r eine Aktivität, bei der ihr Energie spart und macht als Klasse eine Challenge, die Veränderung über einen Zeitraum von 4 Wochen umzusetzen. Wertet dann gemeinsam aus, wie es euch damit erging. Wie gelingt Energie sparen am besten?

Praxisprojekte kennen lernen

Informiert euch über Wasserstoffprojekte in eurer Region. Macht eine Exkursion dorthin oder ladet Expert*innen ein, die euch mehr zu dem Thema berichten können. Überlegt im Vorfeld, was genau ihr von ihnen wissen möchtet und überlegt euch entsprechende Fragen.

Politisches Engagement

Engagiert euch bei einer der politisch aktiven Jugendverbände, die sich für Klimaschutz einsetzen. Bringt das Thema Wasserstoff dort ein und werdet gesellschaftlich aktiv. Eine Möglichkeit dafür ist die Brot für die Welt Jugend unter → www.brot-fuer-die-welt.de/jugend/. Oder informiert euch über den ökologischen Handabdruck, welche Initiativen es im Bereich nachhaltige Mobilität gibt → www.handabdruck.eu und setzt ein ganz konkretes Projekt um, das klimafreundliche Mobilität fördert.

Weiterführende Informationen

#12 Wasserstoff: Lösung oder Irrweg für die Klimakrise?
Das ist eine gute Frage, von Volker Quaschnig
→ www.youtube.com/watch?v=icxIPGcTIX8

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021):
Klimaneutrales Deutschland 2045

Impressum

Herausgeber Brot für die Welt

Evangelisches Werk für Diakonie und Entwicklung e.V.
Caroline-Michaelis-Straße 1, 10115 Berlin
www.brot-fuer-die-welt.de

Redaktion Birgit Eichmann, Jaime Fernandez, Kornelia Freier, Dr. Joachim Fünfgelt, Christina Schug

V.i.S.d.P. Lars Bedurke

Fotos Shutterstock, S. 1 Africa Studio, S. 3 Juan Roballo, S. 4 oben Repsol und unten abriendomundo, S. 6 Christian Schwier

Grafiken Katrin Schierloh

Kontakt für Anregungen und Rückfragen Sigrun Beutler,
bildung@brot-fuer-die-welt.de