

# BODENATLAS

Daten und Fakten über eine lebenswichtige Ressource

2024



ÖSTERREICHISCHE AUSGABE

HEINRICH  
BÖLL  
STIFTUNG



# IMPRESSUM

Der **BODENATLAS 2024** ist ein Kooperationsprojekt von Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V., TMG – Think Tank for Sustainability, TMG Research gGmbH und der Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000.


## Inhaltliche Leitung:

Lena Luig (Projektleitung) und Inka Dewitz, Heinrich-Böll-Stiftung  
Tobias Witte und Daniela Wannemacher, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.  
Larissa Stiem-Bhatia und Jes Weigelt, TMG – Think Tank for Sustainability, TMG Research gGmbH  
Österreichische Beiträge: Dominik Linhard, GLOBAL 2000

## Deutsche Ausgabe:

Projektmanagement, Grafikrecherche: Martin Eimermacher  
Art-Direktion und Herstellung: STOCKMAR+WALTER Kommunikationsdesign  
Textchefin: Carina Book  
Dokumentation und Schlussredaktion: Carina Book, Judith Höppner

## Österreichische Ausgabe:

Projektmanagement, Grafikrecherche: Dietmar Bartz **Atlas**  **Manufaktur**  
Art-Direktion und Herstellung: Ellen Stockmar  
Dokumentation und Schlussredaktion: Andreas Kaizik, Sandra Thiele (Infotext GbR)

Mit Originalbeiträgen von Axel Anlauf, Lena Bassermann, Michael Berger, David Betge, Silke Bollmohr, Jan Brunner, Inka Dewitz, Kathrin Hartmann, Roman Herre, Heike Holdinghausen, Frederike Klümper, Elisa Kollenda, Gesine Langlotz, Dominik Linhard, Lena Luig, Matthias Meißner, Anne Neuber, Nikola Patzel, André Prescher-Spiridion, Maja-Catrin Riecher, Victor Castillo Sánchez, María José Sanz Sánchez, Sophie Scherger, Sarah Schneider, Larissa Stiem-Bhatia, Gideon Tups, Daniela Wannemacher, Jes Weigelt, Birgit Wilhelm, Tobias Witte und Johann Zaller

Die Beiträge geben nicht notwendigerweise die Ansicht aller beteiligten Partnerorganisationen wieder. Die Flächenfarben der Landkarten zeigen die Erhebungsgebiete der Statistik an und treffen keine Aussage über eine politische Zugehörigkeit.

Titel: © STOCKMAR+WALTER Kommunikationsdesign

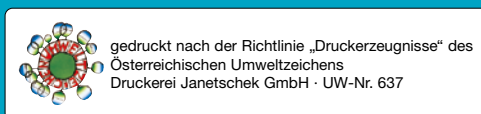
V. i. S. d. P.: Annette Maennel, Heinrich-Böll-Stiftung

1. Auflage, Januar 2024

## Österreichische Ausgabe:

Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000  
Geschäftsführung Agnes Zauner und René Fischer

Druck: Druckerei Janetschek GmbH, 3860 Heidenreichstein. Ausgezeichnet mit dem Österreichischen Umweltzeichen „Schadstoffarme Druckerzeugnisse“, UW-Nr. 637. Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.



Dieses Werk mit Ausnahme des Titelbilds steht unter der Creative-Commons-Lizenz „Namensnennung 4.0 international“ (CC BY 4.0). Der Text der Lizenz ist unter <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode> abrufbar. Eine Zusammenfassung (kein Ersatz) ist unter <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> nachzulesen. Sie können die einzelnen Infografiken dieses Atlas für eigene Zwecke nutzen, wenn der Urhebernachweis *Bodenatlas, Eimermacher/stockmarpluswalter*, CC BY 4.0 in der Nähe der Grafik steht (bei Bearbeitungen: *Bodenatlas, Eimermacher/stockmarpluswalter (M)*, CC BY 4.0.).



**Download: [www.global2000.at/publikationen/bodenatlas](http://www.global2000.at/publikationen/bodenatlas)**



# **BODENATLAS**

Daten und Fakten über eine lebenswichtige Ressource

**ÖSTERREICHISCHE AUSGABE  
2024**

# INHALT

## 02 IMPRESSUM

## 06 VORWORT

## 08 12 KURZE LEKTIONEN ÜBER BÖDEN

### 10 ÖKOSYSTEM BODEN DIE GRUNDLAGE DES LEBENS

Nachdem sich auf dem Planeten Erde der Ur-Ozean gebildet hatte, entstand im Wasser das Leben. Erst nach Milliarden Jahren der Evolution im Wasser und nur einem Hauch von Leben auf den Ur-Kontinenten bekam die Biosphäre vor rund 450 Millionen Jahren endlich richtig Boden unter die Füße. Ohne Boden und seine unschätzbar wertvollen Eigenschaften ist unser Dasein nicht denkbar.

### 12 KLIMAAANPASSUNG BÖDEN ALS WASSERSPEICHER

Die Klimakrise ist in Deutschland immer intensiver zu spüren. Starkregen und Überschwemmungen werden in Zukunft noch öfter auftreten. Gesunde Böden können die Auswirkungen von Extremwetterereignissen zumindest abpuffern. Bodenschutz ist deshalb unverzichtbar – wird jedoch nach wie vor vernachlässigt.

### 14 BODENDEGRADATION VERLIERT DER MENSCH DEN BODEN UNTER DEN FÜSSEN?

Böden sind mehr als der Dreck unter unseren Füßen – gesunde Böden sind die Grundlage unserer Existenz. Doch sie sind bedroht: Weltweit verschlechtert sich ihr Zustand. Vor allem landwirtschaftliche Flächen sind betroffen. Die Politik reagiert darauf zu zögerlich.

### 16 DESERTIFIKATION DIE WÜSTE VOR UNSERER HAUSTÜR

In Deutschland wird Wüste oft mit Afrika oder Asien in Verbindung gebracht. Auf diese Regionen ist sie jedoch nicht beschränkt: Intensive Landwirtschaft und Klimakrise tragen dazu bei, dass Böden auch in Europa derart

degradieren, dass man von Wüstenbildung spricht. Nicht nur in Südeuropa – selbst Länder mit gemäßigttem und feuchtem Klima wie Ungarn und Bulgarien sind betroffen.

### 18 EUROPÄISCHE UNION BODENSCHUTZ? IMMER NOCH VERNACHLÄSSIGT

Der Schutz von Klima, Wasser, Luft und Artenvielfalt ist durch die Europäische Union (EU) gesetzlich verankert – teilweise schon seit Jahrzehnten. Umfassender Bodenschutz hingegen ist bislang nicht EU-weit in Rechtsform gegossen. Bisherige Versuche wurden torpediert, Projekte blieben zahnlos.

### 20 KONZERNMACHT WER PROFITIERT

Übermäßiger Einsatz von Mineraldünger ist schlecht für den Boden, Pestizide schädigen Bodenlebewesen – und Stickstoffdünger befeuern die Klimakrise. Doch all das spült Großkonzernen viel Geld in die Kassen. Mit ihrer Lobbyarbeit üben sie großen Einfluss auf die Politik aus – und behindern dadurch den nötigen Wandel.

### 22 STICKSTOFFDÜNGER GLOBALE ABHÄNGIGKEITEN

Synthetische Dünger schädigen das Klima – die industrielle Landwirtschaft ist jedoch stark an sie gebunden. Wegen der gestiegenen Preise für Dünger sind auch Lebensmittel deutlich teurer geworden. Besonders betroffen sind afrikanische Länder, in denen Ernährungsrisiken auf Schuldenrisiken treffen.

### 24 LANDGRABBING DIE JAGD AUF BÖDEN

Für Investor\*innen aus der ganzen Welt sind Böden zu einer krisensicheren Geldanlage geworden. Was Wenigen Profite sichert, hat für die lokale Bevölkerung oft Vertreibung und Armut zur Folge. Auch Deutschland ist an dieser Landnahme beteiligt.

### 26 RAUMORDNUNG IN ÖSTERREICH ZERSIEDELT UND VERSIEGELT

Höherer Landverbrauch, höhere Preise und höhere Temperaturen sind die Folgen, wenn immer mehr Flächen für Gebäude, Industrie und Straßenbau in Anspruch genommen werden. Diese Fehlentwicklung zu beenden ist eine gewaltige Aufgabe.

### 28 KLIMAPOLITIK BENÖTIGTER, BEGEHRTER, UMKÄMPFTER BODEN

Böden spielen eine große Rolle für Klimaschutzmaßnahmen: als Kohlenstoffspeicher, als

Fläche zur Aufforstung und für die Erzeugung klimaneutralen Treibstoffs. Doch solche landintensiven Projekte können zu Konflikten führen. Eine Lösung für diesen globalen Landnutzungswandel ist nicht in Sicht.

### **30 WALDBODEN IN ÖSTERREICH HEIMAT DER UNSICHTBAREN**

Das Ökosystem Wald, das die Hälfte Österreichs bedeckt, ist der größte heimische Klimaschützer. Doch der Waldboden als Kohlenstoffspeicher ist bedroht.

### **32 HUMUSZERTIFIKATE FLUCH ODER SEGEN?**

Weil Böden mehr Kohlenstoff als Wälder speichern, werden sie zunehmend als Klimaschutzinstrument diskutiert. Der Verkauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten soll den Aufbau von Kohlenstoff in Böden fördern. In der Realität droht er jedoch Emissionsreduktionen zu untergraben.

### **34 NATURSCHUTZ BIODIVERSITÄT IST UNSERE LEBENSVERSICHERUNG**

Boden ist knapp. Er wird nicht nur für Siedlungen, Industrie, Infrastruktur und Landwirtschaft genutzt. Platz braucht auch die Natur: Auf begrenzter Fläche muss daher nachhaltige Bodennutzung mit Klima- und Umweltschutz einhergehen.

### **36 GESCHICHTE DER MODERNEN BODENNUTZUNG WIEGE DER GEGENWART**

Im 16. Jahrhundert löst sich in Europa langsam die feudale Agrarstruktur auf: Viele Bäuer\*innen werden enteignet und Böden fortan anders bewirtschaftet. Diese Entwicklung geht einher mit enormen Produktivitätssteigerungen, aber auch mit ökologischen Problemen und Gewalt.

### **38 GESUNDHEIT ARTENREICHER BODEN, GESUNDER DARM**

Das Wohlbefinden des Menschen hängt eng mit Tieren, Pflanzen, Umwelt zusammen. Unser Körper braucht Mineralstoffe und nützliche Mikroben aus dem Boden – je größer die Vielfalt im Boden, desto besser für uns. Für eine gesunde Ernährung braucht es also auch gesunde Böden.

### **40 PESTIZIDE IN ÖSTERREICH MYTHEN MIT NEBENWIRKUNGEN**

Die derzeitigen Anwendungen von synthetischen Pestiziden sind übertrieben, unverantwortlich und nicht nachhaltig. Die Stoffe landen in Böden, im Wasser und in der Luft.

### **42 AGRARÖKOLOGIE EINE SYSTEMISCHE ANTWORT**

Landwirtschaft und Bodennutzung sind eng mit der Klimakrise und dem Artensterben verbunden. Gleichzeitig steigt die Zahl der Hungernden und Fehlernährten seit 2017 wieder kontinuierlich. Angesichts dieser Krisen rückt Agrarökologie als systemischer Ansatz in den Fokus, auch als Alternative zur energie- und ressourcenintensiven industriellen Landwirtschaft.

### **44 ALTERNATIVEN WIE BODENSCHUTZ GELINGEN KANN**

Viele landwirtschaftliche Böden sind übernutzt, von Erosion betroffen oder kontaminiert mit Schadstoffen. Doch das muss nicht so sein: Es gibt vielversprechende Methoden, um Böden zu verbessern, zu schützen und nachhaltig zu nutzen.

### **46 ERNÄHRUNG DER BLICK ÜBER DEN TELLERRAND**

Ein großer Teil der landwirtschaftlich genutzten Böden wird für den Anbau von Futtermitteln verwendet. Eine Ernährung, die stärker auf pflanzlichen Produkten basiert, kann dabei helfen, diese Flächen anderweitig zu nutzen und so Umwelt und Klima zu schonen. Und häufig ist sie auch gesünder.

### **48 BODENLOSE LANDWIRTSCHAFT REVOLUTION ODER ILLUSION?**

Mit der Methode des Vertical Indoor Farming sollen Nahrungsmittel das ganze Jahr produziert werden – unabhängig von Wetter und Jahreszeit. Die Hoffnung: Platz, Wasser, Dünger und Pestizide zu sparen und Klima und Böden zu schonen. Sie können aber nur ein Teil der notwendigen Transformation der Landwirtschaft sein.

### **50 MENSCHENRECHTE RECHT UND REALITÄT**

Gerechter Zugang zu Land und fruchtbaren Böden ist eine wesentliche Voraussetzung für die Einhaltung von Menschenrechten wie dem Recht auf Nahrung. Obwohl zahlreiche Erklärungen das Recht auf Land beinhalten und von den meisten Staaten ratifiziert wurden, enden Landkonflikte auf der ganzen Welt oft tödlich.

### **52 ZUM NACHLESEN AUTOR\*INNEN, QUELLEN VON DATEN, KARTEN UND GRAFIKEN**

# VORWORT

**M**it diesem Atlas wollen wir auf eine Ressource aufmerksam machen, die bei der Bewältigung vieler globaler Krisen eine Schlüssel-funktion innehat: unsere Böden. Weltweit hungern immer mehr Menschen. Das Ziel, den Hunger bis 2030 zu überwinden, ist in weite Ferne gerückt. Menschen in ländlichen Regionen sind besonders betroffen. Für sie ist der Zugang zu gesunden, fruchtbaren Böden ein zentraler Faktor, um sich aus Hunger und Armut zu befreien.

Böden sind außerdem sehr wichtig für Klimaschutz und Klimaanpassung. Werden sie nicht nachhaltig bewirtschaftet, setzen sie große Mengen klimaschädlicher Treibhausgase frei. Besonders problematisch ist dabei die Trockenlegung von Mooren: 2021 wurden etwa in Deutschland mehr Treibhausgase aus der Nutzung entwässerter Moore freigesetzt als durch die deutsche Industrie. Eine nachhaltige Nutzung von Böden trägt hingegen dazu bei, dass sie mehr Wasser speichern können. Das ist wichtig, um uns an die Klimakrise anzupassen: In Trockenzeiten, die durch den Klimawandel zunehmen, können Böden das gespeicherte Wasser den Pflanzen zur Verfügung stellen. Intakte Böden sind auch ein Garant für den Erhalt der biologischen Vielfalt. Unter einem Hektar Land leben 15 Tonnen Bodenlebewesen. Das entspricht dem Gewicht von 20 Kühen.

Böden sind nicht nur lebenswichtig, sondern auch eine begrenzte Ressource: Durch das Bevölkerungswachstum steht jedem Menschen im Durchschnitt immer weniger fruchtbarer Boden zur Verfügung. Die verfügbare Menge an fruchtbaren Böden wird durch den unzureichenden Schutz wichtiger Bodenfunktionen weiter reduziert. Weltweit gelten 25 Prozent der Böden als degradiert, das heißt, ihre lebensnotwendigen Funktionen sind stark ein-

“ Böden sind eine lebenswichtige und knappe Ressource. Und in vielen Fällen umkämpft

geschränkt. Die Böden in Spanien, Südfrankreich und Italien sind durch vermehrte Trockenheit von Versteppung bedroht, wie wir sie sonst mit der Wüstenbildung auf anderen Kontinenten in Verbindung bringen.

Durch den einseitigen Fokus auf Mineraldünger können sehr saure Böden in manchen von Hunger besonders betroffenen Weltregionen bestimmte Nährstoffe wie Phosphor nicht mehr richtig aufnehmen. Ohne diese wichtigen Nährstoffe sind die Böden nicht fruchtbar, was zwangsläufig zu einer geringeren Nahrungsmittelproduktion führt.

Als lebenswichtige und knappe Ressource sind Böden vielfach auch umkämpft. Das weltweite Wachstum der Städte führt zu immer mehr Bodenversiegelung. Häufig sind besonders fruchtbare Böden betroffen, da sie der Grund für die ersten menschlichen Ansiedelungen waren. In Österreich werden jeden Tag noch immer durchschnittlich 11,5 Hektar Boden neu in Anspruch genommen, und fast die Hälfte davon wird versiegelt. Im Rahmen des Klima- und Biodiversitätsschutzes werden weltweit gigantische Flächen benötigt, um Kohlenstoff zu speichern und natürliche Lebensräume wiederherzustellen. Ohne faire Verfahren zum Ausgleich von Interessen und den Schutz von Landrechten, insbesondere für vulnerable Gruppen, sind Landnutzungskonflikte vorprogrammiert.

Investitionen in landwirtschaftliche Böden durch Kapitalgesellschaften erschweren es neuen und kleineren landwirtschaftlichen Betrieben, Land zu er-

werben oder zu pachten. In vielen Teilen der Welt ist die ungerechte Landverteilung eine zentrale Ursache für Armut und Hunger. In Afrika, Asien und Lateinamerika entwirrt „Landgrabbing“ – die großflächige Aneignung von Boden durch finanzstarke Unternehmen und staatliche Eliten – lokale Gemeinschaften. Erschreckender Ausdruck dieser Konflikte: Zwischen 2012 und 2022 wurden über 1.900 Morde an Menschenrechtsverteidiger\*innen dokumentiert, die sich für eine gerechte Landverteilung und Umweltschutz eingesetzt haben.

Vor diesem Hintergrund halten wir es für zentral, dass wir uns im Jahr 2024 verstärkt der lebenswichtigen Ressource Boden zuwenden. National wie international müssen wir neue Wege zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung von Böden finden. Österreich und Deutschland haben auf dem Nachhaltigkeitsgipfel der Vereinten Nationen im Jahr 2015 in New York die Agenda 2030 mit verabschiedet. Eines der dort beschlossenen Nachhaltigkeitsziele lautet, den neu entstehenden Verlust an fruchtbaren Böden auszugleichen. Damit soll zumindest der Status quo erhalten werden.

Nachhaltige Bodennutzung darf kein Lippenbekenntnis bleiben, sondern muss konkret durchgesetzt werden, beispielsweise durch verbindliche Definitionen und strengere Kontrollen der „guten fachlichen Praxis“ in der Landwirtschaft. Bodenverbessernde Maßnahmen müssen gezielt gefördert werden, um den Boden gesund und für nachfolgende Generationen zu erhalten. Der Boden muss gleichrangig mit den gesetzlich verankerten Schutzgütern Wasser und Luft behandelt werden. Das gilt auch für die EU: Sie braucht ein eigenständiges europäisches Bodenschutzrecht und darf sich nicht nur auf ein Gesetz für das Monitoring des Bodens beschränken. Auch die anstehende Reformrunde der Gemeinsamen



## Bodenschutz wird bislang häufig vernachlässigt. Es braucht dringend regulatorische Rahmen

Agrarpolitik (GAP) muss dem Bodenschutz endlich mehr Gewicht verleihen. Wie bei anderen begrenzten, nicht erneuerbaren Ressourcen brauchen wir auch beim Boden eine effizientere, nachhaltige Nutzung.

Global gilt es, den laufenden Wettbewerb um Landflächen für die landwirtschaftliche Nutzung oder den Klimaschutz zu regulieren. Sonst werden die Landkonflikte im nächsten Jahrzehnt dramatisch an Intensität zunehmen. Schließlich muss die Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung, die in diesem Jahr ihren dreißigsten Geburtstag feiert, systematisch gefördert werden.

Böden sind unsere Lebensgrundlage. Und doch stehen sie – noch – selten im Rampenlicht der gesellschaftlichen und politischen Debatte. Mit dem Bodenatlas 2024 wollen wir dazu beitragen, dass sich das ändert. Denn wie bei der Biodiversitätskrise gilt auch hier: Es ist weitaus günstiger, die weitere Schädigung von Böden zu vermeiden, als ihre lebenswichtigen Funktionen mit hohem Aufwand wiederherzustellen.

Lassen Sie uns das Gemeinschaftswerk Bodenschutz angehen.

**Agnes Zauner**  
GLOBAL 2000

**Dr. Imme Scholz**  
Heinrich-Böll-Stiftung



# ÜBER BÖDEN

1 Der Boden ist **DER ARTENREICHSTE LEBENSRAUM** der Erde. Er ist von unschätzbarem Wert – und für uns überlebenswichtig

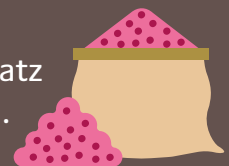
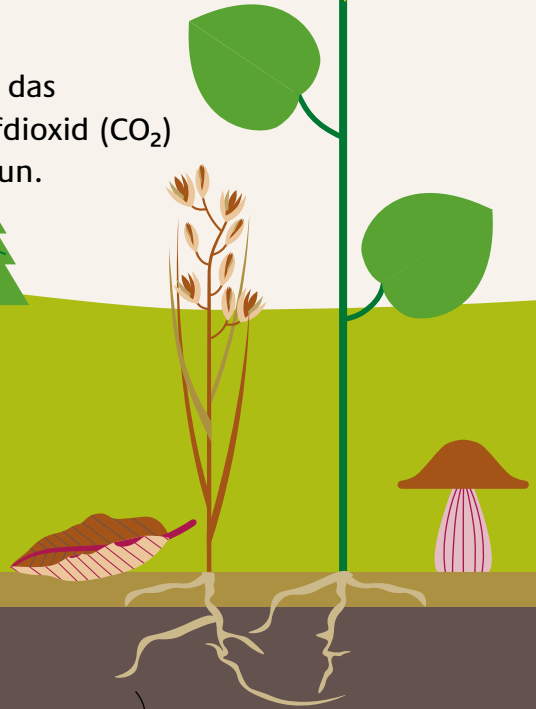
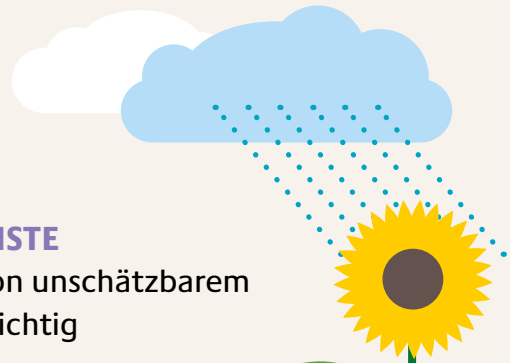
2 Gesunde Böden **SPEICHERN** das **TREIBHAUSGAS** Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) – noch mehr, als es Wälder tun.

3 Böden sind **NATÜRLICHE WASSERSPEICHER**. Sie können Auswirkungen der Klimakrise wie Trockenheit, Starkregen und Überschwemmungen abmildern.

4 In der Europäischen Union gelten mittlerweile mehr als **60 PROZENT DER BÖDEN** als **GESCHÄDIGT**.

5 In Österreich schrumpft das Ackerland. Die Bau- und Verkehrsflächen wachsen immer weiter, **DIE HÄLFTE DAVON WIRD VERSIEGELT**.

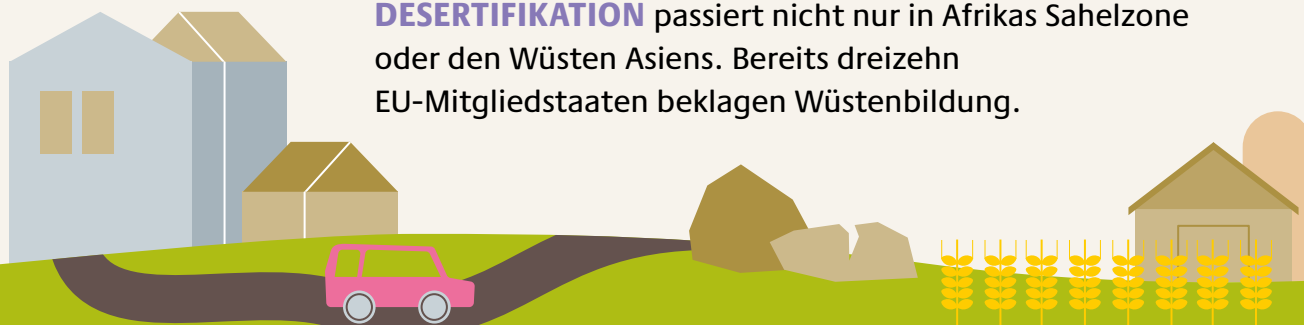
6 Die industrielle Landwirtschaft trägt oft zum **VERLUST FRUCHTBAREN BODENS** bei. Monokulturen, einseitige Düngung und der Einsatz chemischer Pestizide schädigen das Bodenleben.





7 Ein großer Teil der knappen landwirtschaftlichen Böden wird aktuell für den Anbau von **FUTTERMITTELN UND DIE TIERHALTUNG** genutzt. Eine Ernährung, die stärker auf pflanzlichen Produkten basiert, kann Flächen sparen.

8 Getrieben von Klimakrise und industrieller Landwirtschaft trocknen Böden in Europa massiv aus. Diese **DESERTIFIKATION** passiert nicht nur in Afrikas Sahelzone oder den Wüsten Asiens. Bereits dreizehn EU-Mitgliedstaaten beklagen Wüstenbildung.



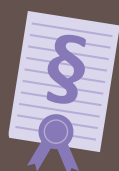
9 Es gibt **LANDWIRTSCHAFTLICHE PRAKTIKEN, UM BÖDEN ZU SCHÜTZEN** und nachhaltiger zu nutzen. Diese müssen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU und der nationalen Bodenschutzgesetze stärker gefördert werden.



10 Weltweit bewirtschaftet 1 Prozent der Betriebe mehr als 70 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzflächen. Für Investor\*innen sind Böden eine lukrative **GELDANLAGE**.



11 Im Namen des Klimaschutzes wird Land akquiriert. Dieses Land wird häufig bereits genutzt. Der **SCHUTZ VON LANDRECHTEN** muss daher integraler Bestandteil zukünftiger Klimapolitik sein.



12 Seit 2012 wurden bei Landkonflikten mehr als 1.900 Menschen getötet. Ein gerechter Zugang zu fruchtbarem Boden ist entscheidend für die **WAHRUNG DER MENSCHENRECHTE** wie des Rechts auf Nahrung.

# DIE GRUNDLAGE DES LEBENS

Nachdem sich auf dem Planeten Erde der Ur-Ozean gebildet hatte, entstand im Wasser das Leben. Erst nach Milliarden Jahren der Evolution im Wasser und nur einem Hauch von Leben auf den Ur-Kontinenten bekam die Biosphäre vor rund 450 Millionen Jahren endlich richtig Boden unter die Füße. Ohne Boden und seine unschätzbar wertvollen Eigenschaften ist unser Dasein nicht denkbar.

**D**er Boden ist ein faszinierend artenreicher Lebensraum. Mindestens ein Viertel aller Lebewesen der Erde bewohnen Böden. Und all diese Arten von Leben sind auch notwendig, um Böden aufzubauen und zu erhalten. Evolutionär hat sich das Zusammenspiel von Pflanzen und Pilzen, Tieren und Mikroorganismen wie Einzellern, Bakterien oder Archaeen über hunderte Millionen Jahre entwickelt.

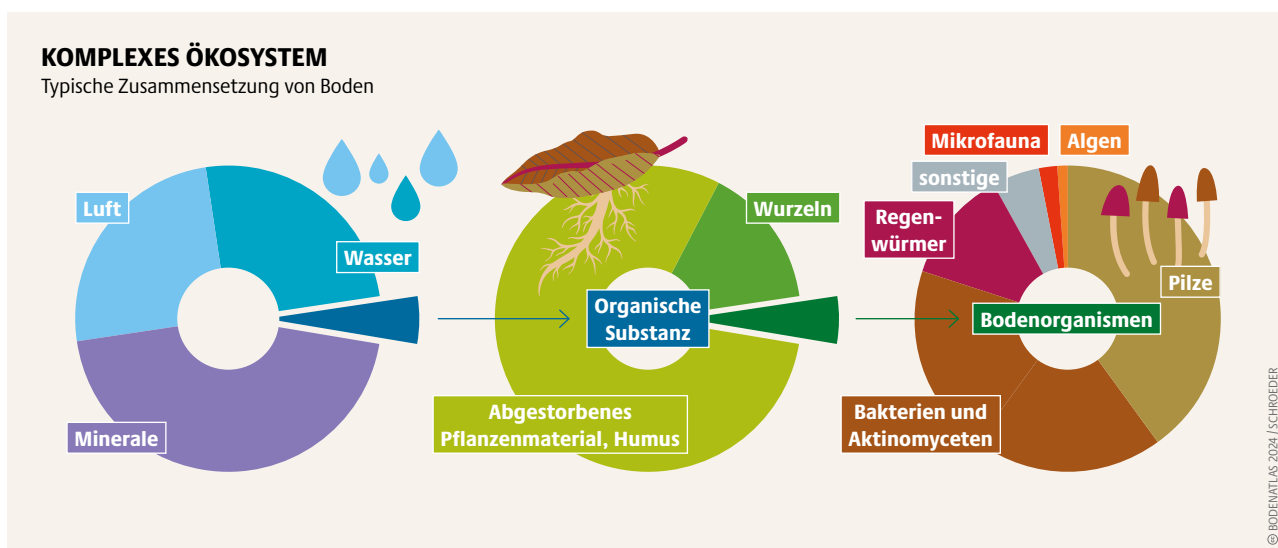
Böden bestehen meist aus Wasser und Luft, verwittertem mineralischen Ausgangsmaterial und organischer Substanz – insbesondere aus abgestorbenen Pflanzen- und Tierresten. Diese mehr oder weniger stark zersetzten, flüssigen oder festen organischen Stoffe bilden den Humus, versorgen den Boden mit wichtigen Nährstoffen und dienen als Energieträger für Bodenlebewesen. Die meisten Lebensprozesse im Boden werden über die Photosynthese der Pflanzen mit Sonnenenergie angetrieben. Der Humus – eine dunkle

Substanz im Boden – ist für die Lebensprozesse zentral: Er gestaltet die Bodenqualität, indem er Wasser speichert, Nährstoffe bereitstellt und die Bodenstruktur fördert, was Pflanzen ein gesundes Wachstum ermöglicht. Humus entsteht dank größeren und kleineren Bodenbewohnern wie Regenwürmern und Mikroorganismen, die organisches Material ab- und umbauen. Das Zusammenspiel von Böden und Pflanzen ist Produkt und Grundlage des Lebens auf der Erde zugleich.

Jeder Eingriff in den Boden verändert die Struktur und Funktion der natürlichen Boden-Pflanzen-Systeme. Am radikalsten wirkt die vollständige Bodenzerstörung bei Flächenversiegelung durch Straßen- oder Gebäudebau. Die Technisierung in der Forst- und Landwirtschaft mit immer schwereren Maschinen, synthetischen Düngern, Pestiziden und die Fixierung auf Ertragssteigerungen werden seit den 1950er Jahren ausgehend von den USA und Europa in vielen Regionen der Welt politisch gefördert. Es folgen der Verlust von Bodenstruktur und Humusabbau sowie der Schwund der Biodiversität.

Seit Beginn des Ackerbaus vor etwa 12.000 Jahren haben sich Menschen damit beschäftigt, die Fruchtbarkeit ihrer Äcker zu erhalten oder sogar zu verbessern. Mist aus der Viehhaltung diente als Dünger, stickstoffbindende Pflanzen wie Linsen und Erbsen wurden angebaut, Brachejahre eingehalten oder längere Wiederbewal-

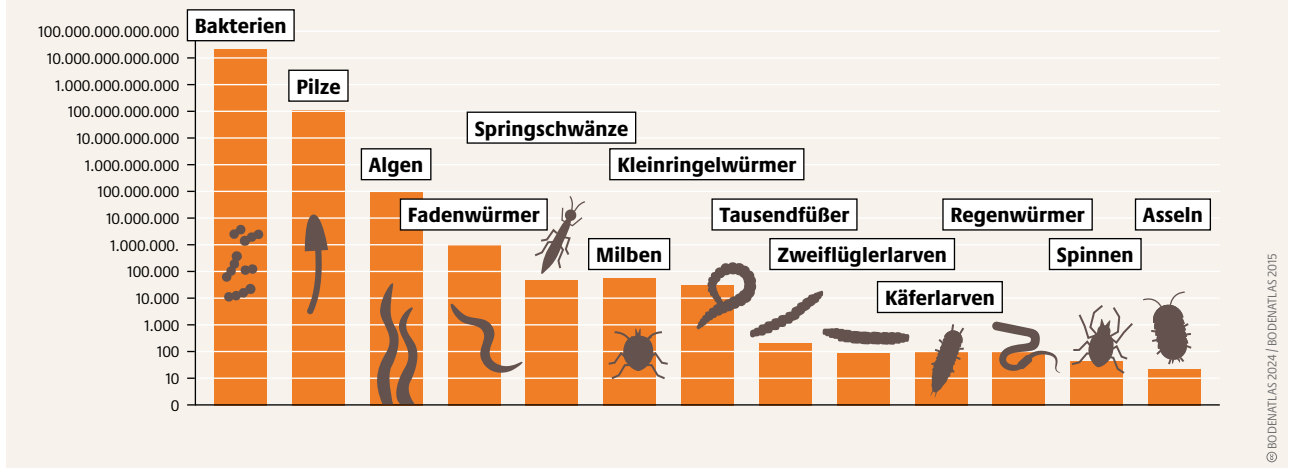
In Nordeuropa haben sich viele heutige Typen des Bodens seit der letzten Eiszeit geformt. Seine Zustände sind stark durch menschlichen Eingriff geprägt



© BODENATLAS 2024 / SCHROEDER

## COWORKING-SPACE

Zahl ausgewählter Lebewesen im obersten Kubikmeter eines Bodens



dungen zugelassen. Später wurden komplexe Fruchtfolgen mit großen Anteilen von Klee entwickelt. Weitere Maßnahmen zur Förderung von Biodiversität und Humusaufbau im Boden sind eine möglichst ständige Bodenbedeckung, eine an den Boden angepasste Menge von Tieren pro Fläche und eine hohe Pflanzenvielfalt.

Durch ihr Zusammenspiel sind Böden und Pflanzen ein entscheidender Faktor bei der Regulierung von Klima und Temperatur in globaler, regionaler und lokaler Dimension. Dieses Zusammenspiel beeinflusst über die organische Substanz auch die Bodenfruchtbarkeit. Böden weltweit haben bereits 50 bis 80 Prozent ihres Humusgehalts durch Ackerbau und Übernutzung verloren – und ohne Gegenmaßnahmen werden sie noch mehr verlieren. Trotzdem ist im Boden immer noch mehr Kohlenstoff gespeichert als in der gesamten oberirdischen Pflanzenmasse, also auch den Wäldern. Boden-Pflanzen-Systeme steuern zudem globale, regionale und lokale Wasserkreisläufe. Mit Blick auf den Regenwald wird oft von einer Regenmacherfunktion gesprochen. Das bedeutet, dass die Bäume durch Verdunstung den regionalen Wasserkreislauf fördern und zusätzlich durch an die Luft abgegebene Aerosole das Abregnen etwa vom Meer herkommender Feuchtigkeit verstärken. Aber nicht nur in den Tropen, auch in Deutschland beeinflusst die Gestalt des Agrarlandes mit, wie viel Regen und Tau in einer Region fällt oder ausbleibt – und wie rasch Böden und Landstriche austrocknen. Ganze Großlandschaften Deutschlands, nicht nur in Brandenburg, Niederbayern oder Niedersachsen, brauchen neue Landschaftsgestaltungen, um in Zukunft noch ackerfähig zu bleiben und der Klima-

Die nördlichen und östlichen Bundesländer haben den größten Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche. Spitzenreiter: Schleswig-Holstein mit 68 Prozent

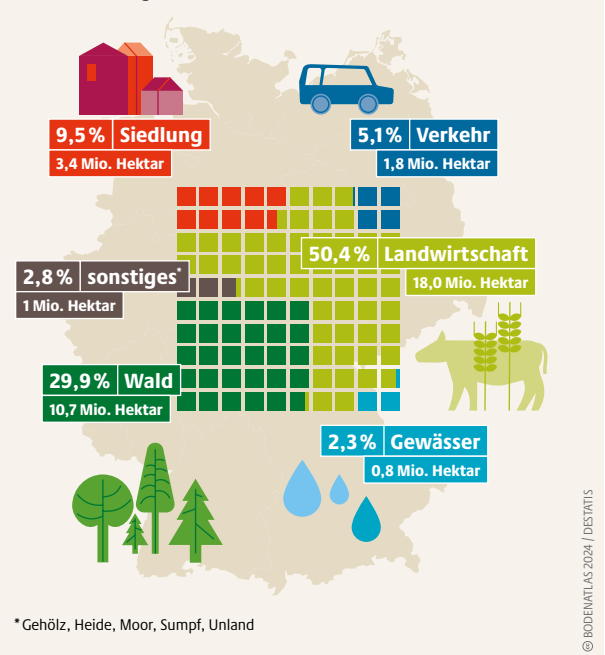
Aufbau und Erhalt von Böden sind arbeitsteilige Prozesse. Große und kleine Lebewesen zerkleinern abgestorbene Materialien und wandeln sie um

und Biodiversitätskrise zu begegnen, die unsere Lebensgrundlage bedroht.

Lebendige Böden sind Träger des Lebens auf der Erde. Viele Formen der Bodennutzung sind jedoch nicht nachhaltig. In Deutschland, Europa und der Welt wird Bodenschutz häufig vernachlässigt: Es ist an der Zeit, dass er mehr wertgeschätzt, in der Landwirtschaft priorisiert und in der Bau- und Verkehrsplanung stärker berücksichtigt wird. ●

## WAS AUF BODEN STATTFINDET

Flächennutzung in Deutschland, 2022



# BÖDEN ALS WASSERSPEICHER

Die Klimakrise ist in Deutschland immer intensiver zu spüren. Starkregen und Überschwemmungen werden in Zukunft noch öfter auftreten. Gesunde Böden können die Auswirkungen von Extremwetterereignissen zumindest abpuffern. Bodenschutz ist deshalb unverzichtbar – wird jedoch nach wie vor vernachlässigt.

**G**esunde Böden mit einer ausgeglichenen Porenstruktur nehmen wie ein Schwamm Wasser auf und geben es bei Bedarf wieder ab. Außerdem reinigen Böden Wasser, indem sie Schadstoffe filtern und so die Grundwasserqualität halten oder sogar verbessern können. Bodenlebewesen wie Pilze und Bakterien bauen bestimmte Schadstoffe ab und wandeln sie in ungiftige Verbindungen um. All diese Aufgaben können Böden vor allem bei bodenschonender Nutzung gut erfüllen.

Ohne Wasserspeicherung in Böden wäre Landwirtschaft kaum vorstellbar. Rund 80 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen weltweit werden nicht künstlich bewässert, sondern im Regenfeldbau bewirtschaftet. Insbesondere dort spielt die Wasserspeicherfähigkeit von Böden eine wichtige Rolle, denn sie hilft Feldfrüchten dabei, Trockenperioden zu überstehen. Damit möglichst viel Regenwasser in Böden versickert und den Pflanzen zur Verfügung steht, ist der Schutz

und die nachhaltige Nutzung von Böden unerlässlich. Werden Böden von schweren Maschinen verdichtet, versickert weniger Wasser, und es kann bei starken Regenfällen zu lokalen Überschwemmungen kommen. Bodendecker wie Klee oder Lupinen sorgen dafür, dass Böden bei Starkregen nicht weggespült werden und dass bei Hitze weniger Wasser verdunstet. In Bergregionen reduzieren Terrassen – künstliche Geländestufen an Hängen – den oberflächlichen Wasserabfluss und verbessern Wasserrückhaltung.

Auch durch Versiegelungen und Bebauung für Infrastruktur, Industrie, Wohnungen funktionieren Böden immer schlechter als Wasserspeicher. Eine hohe Versiegelung in Städten führt dazu, dass das meiste Regenwasser über die Kanalisation abgeleitet wird. Bei Starkregen kann dies zur Überlastung der Kanalsysteme führen – die Folgen sind überschwemmte Straßen und überflutete Keller. Zwar hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, den Flächenverbrauch durch Versiegelung zu senken: auf unter 30 Hektar pro Tag bis 2030 und auf Netto-Null bis 2050. Bis dahin ist es jedoch ein weiter Weg. Aktuell werden in Deutschland immer noch etwa 55 Hektar für Siedlungsbau oder Verkehrsflächen umgewidmet – täglich! Pro Jahr entspricht das einer Fläche größer als Potsdam.

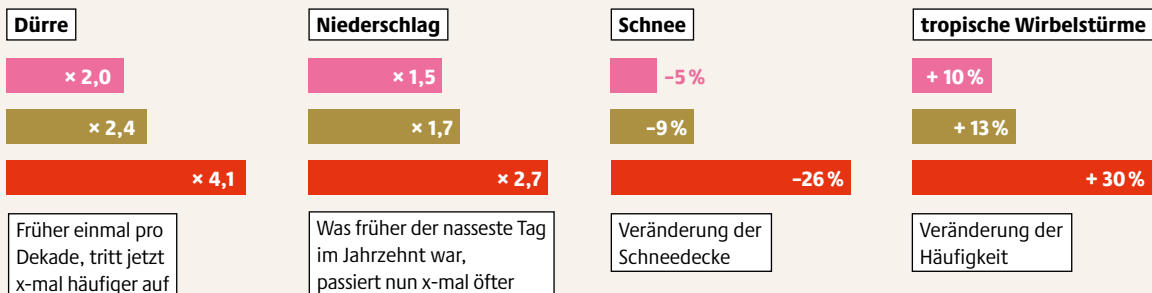
Angesichts der Klimakrise steigt die Bedeutung nachhaltiger Stadtentwicklung. Ein Vorreiter ist Ko-

**Zukünftig werden noch mehr Menschen unter Dürre und Ernteaussfällen leiden. Gesunde Böden müssen geschützt, geschädigte restauriert werden**

## DAS BLÜHT DER WELT, WENN ...

Klimaextreme, die mit dem globalen Temperaturanstieg zunehmen, je Szenario im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter

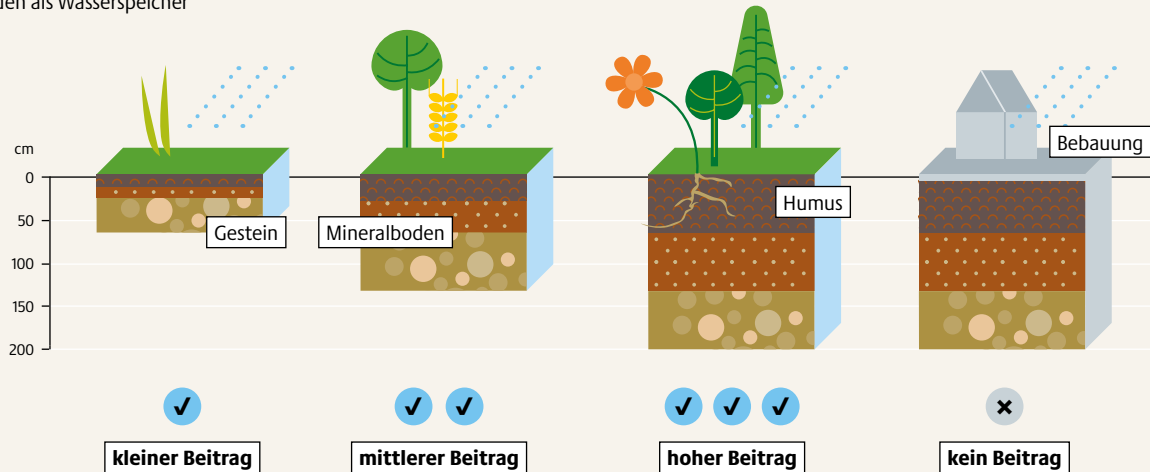
■ +1,5°C ■ +2°C ■ +4°C



© BODENATLAS 2024 / IPCC

## BEITRÄGE ZU GRUNDWASSER, HOCHWASSERSCHUTZ UND VIELEM MEHR

Böden als Wasserspeicher



© BODENATLAS 2024 / UBA

penhagen. Die Stadt hat mehrere Überflutungen im letzten Jahrzehnt zum Anlass genommen, sich zu einer sogenannten Schwammstadt weiterzuentwickeln. Zentral dabei war die Begrünung und Entsiegelung von ausgebauten und asphaltierten Flächen. Unversiegelte Böden sind für den Hochwasserschutz unentbehrlich: Während Starkniederschlägen nehmen sie Wasser auf und verringern so den Druck auf umliegende Gebiete. Natürliche Überflutungsflächen und Feuchtgebiete wie Feuchtwiesen und Moore dienen als natürlicher Hochwasserschutz. Durch menschlichen Eingriff sind sie jedoch arg in Mitleidenschaft gezogen worden. Über 90 Prozent der Moore in Deutschland sind entwässert; circa 70 Prozent dieser Flächen werden landwirtschaftlich genutzt.

Um Boden als lebenswichtigen, natürlichen Wasserspeicher zu schützen, braucht es rechtsverbindliche Ziele für die nachhaltige Nutzung, den Schutz und die Regeneration von Böden. Ein großes Potenzial liegt in der Landwirtschaft, die die Hälfte der Fläche Deutschlands nutzt. Beispielsweise könnten die Gelder der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union zielgerichtet eingesetzt werden, um die Umstellung auf bodenschonendere Nutzung attraktiver zu gestalten. Darüber hinaus hat das Bundesumweltministerium mit dem Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz einen ersten wichtigen Schritt in Richtung Klima- und Bodenschutz unternommen. Die Wiedervernässung von trockengelegten Mooren und Grünflächenmanagement in Städten stehen im Mittelpunkt. Wie sehr die Bundesregierung jedoch ihren

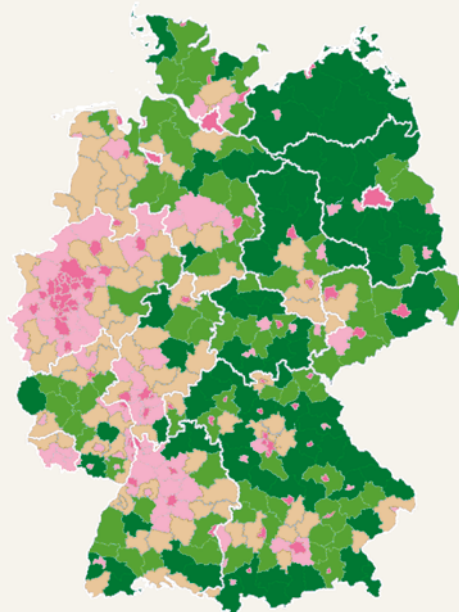
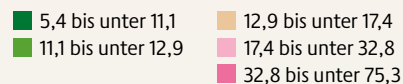
**77 Fußballfelder: Die Fläche für Straßen, Häuser und sonstige Bebauung wächst in Deutschland jeden Tag um 55 Hektar**

**Gut entwickelte, tiefe Böden können besonders viel Regenwasser speichern. Ins Grundwasser gelangt es durch versickern**

Klimazielen hinterherhinkt, zeigt das Beispiel Moore. Im Sinne des Pariser Klimaabkommens müssten in Deutschland jährlich 50.000 Hektar Moore wiedervernässt werden – tatsächlich wiedervernässt werden jedes Jahr jedoch lediglich 2.000 Hektar. ●

## GEWALTIGER BODENFRASS

Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche, 2021, in Prozent



© BODENATLAS 2024 / DESTATIS

# VERLIERT DER MENSCH DEN BODEN UNTER DEN FÜSSEN?

Böden sind mehr als der Dreck unter unseren Füßen – gesunde Böden sind die Grundlage unserer Existenz. Doch sie sind bedroht: Weltweit verschlechtert sich ihr Zustand. Vor allem landwirtschaftliche Flächen sind betroffen. Die Politik reagiert darauf zu zögerlich.

**B**öden speichern und reinigen Wasser, bieten Lebensraum für große und kleine Organismen, sind Nährstofflieferanten und Heimat für Pflanzen. Auch binden sie enorme Mengen Kohlenstoff, dienen als Rohstoffquelle, kultur- und landschaftsgeschichtliches Archiv und nicht zuletzt als Fundament menschlicher Siedlungen und Infrastruktur. Doch die Ökosystemleistungen, die der Boden uns bietet, sind bedroht. Insbesondere durch landwirtschaftliche Nutzung ist der Boden immer größerem Druck ausgesetzt. Weltweit nimmt Bodendegradation seit Jahrzehnten zu. Degradation leitet sich ab aus dem lateinischen Wort für „herabsetzen“. Bezogen auf Böden meint es die Verminderung oder den vollständigen Verlust ihrer Struktur und zentralen Funktionen.

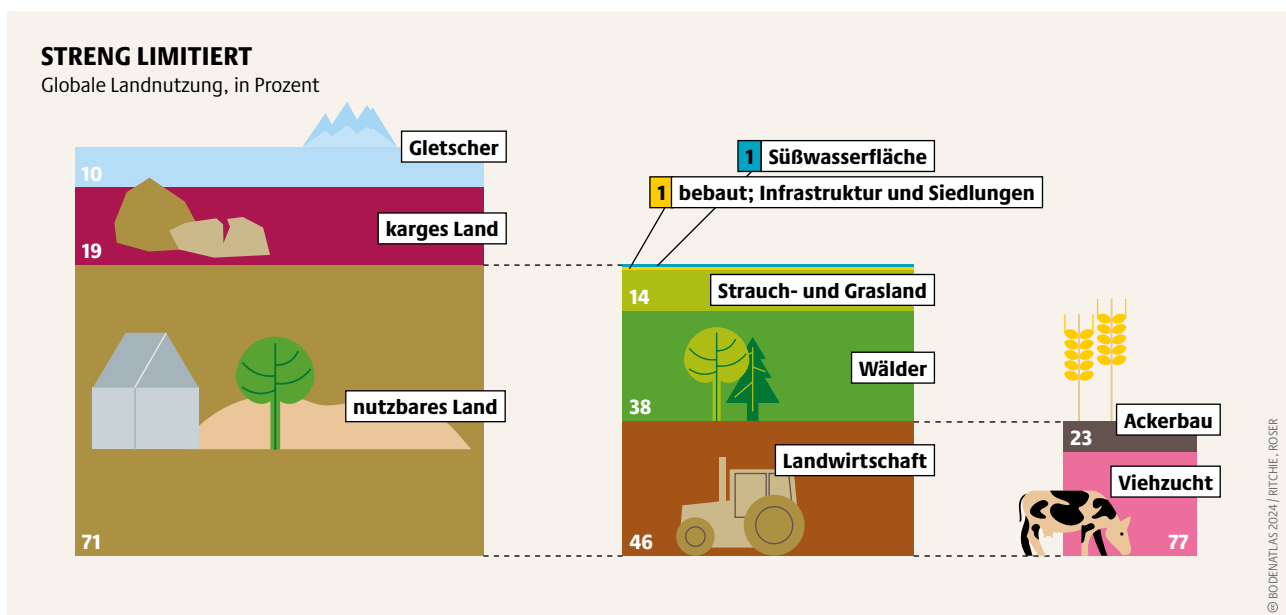
Bodendegradation ist prinzipiell ein natürlicher Prozess. Wenn das Ausmaß jedoch die Kapazitäten des

Bodens überschreitet, sich zu regenerieren, ist die Ursache in der Regel menschlicher Eingriff.

Degradation tritt in verschiedenen Formen auf, zum Beispiel als Verlust von Nährstoffen und organischer Substanz beziehungsweise Humus, als Versalzung, Versauerung, Kontamination mit Schadstoffen oder Verdichtung. Flächenversiegelung und der Verlust von biologischer Vielfalt im Boden sind weitere Formen der Degradation. Die extremste Form von Bodendegradation ist Desertifikation – das Entstehen unfruchtbarer, wortwörtlich wüster Landschaften. Weltweit ist circa ein Viertel der globalen, eisfreien Landfläche von menschlich verursachter Degradation betroffen. Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ist die Situation noch dramatischer: mehr als ein Drittel sind degradiert.

Die häufigste Ursache von Bodendegradation auf landwirtschaftlichen Flächen ist Erosion, ausgelöst durch Wind oder Wasser. In der Europäischen Union (EU) erodieren jedes Jahr fast eine Milliarde Tonnen Boden. Das entspricht einem Meter Boden der Grundfläche Berlins – und übersteigt die Bodenneubildungsrate deutlich. Von den landwirtschaftlichen Flächen

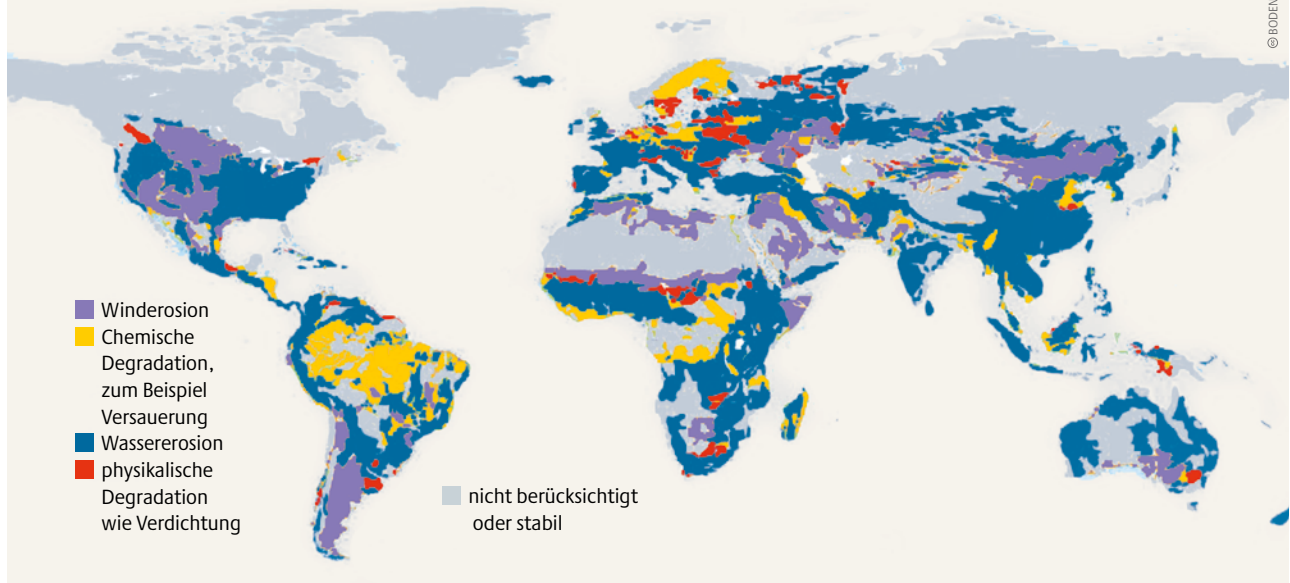
Nur ein begrenzter Teil der Erde kann für Landwirtschaft genutzt werden. Durch zunehmende Bodendegradation wird diese Fläche noch kleiner





## DIE WELT VERLIERT

Verbreitung unterschiedlicher Formen der Bodendegradation, 2016



in Deutschland weisen mehr als ein Drittel eine mittlere bis hohe Erosionsgefährdung auf. Wassererosion betrifft dabei eher die Hanglagen in Mittel- und Süddeutschland, Winderosion die offenen, häufig sandigen Flächen Norddeutschlands.

Viele Faktoren verursachen und begünstigen Bodendegradation. Anfällig für Degradation sind zum Beispiel kahle Böden ohne Pflanzenbedeckung: Der obere Bodenhorizont wird nach und nach durch Wind oder Wasser abgetragen. Dadurch geht wertvoller Humus verloren. Dies hat nicht nur negative Folgen für die landwirtschaftliche Produktion, sondern führt auch dazu, dass weniger Kohlenstoff gespeichert und mehr des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt wird. Humus und feine, mineralische Partikel sind außerdem wichtig, damit Boden Wasser filtern und speichern kann.

Wird Boden schonend bewirtschaftet, erhält das die Bodenfunktionen und damit auch die Ertragsfähigkeit. Die Leitfäden zur „guten fachlichen Praxis“ (GfP) von Behörden und Fachverbänden enthalten Handlungsempfehlungen für die Landwirtschaft, zum Beispiel für Düngung, Pestizideinsatz und Erosionskontrolle. Die GfP ist zwar im Bundesbodenschutzgesetz enthalten. Eine verbindliche Definition, geschweige denn eine Kontrolle der im Gesetz vorgeschriebenen Vorsorgepflicht zur Vermeidung schädlicher Bodenveränderungen gibt es aber nicht. Daher sollte die anstehende Novellierung des Gesetzes hier klarere Vorgaben machen.

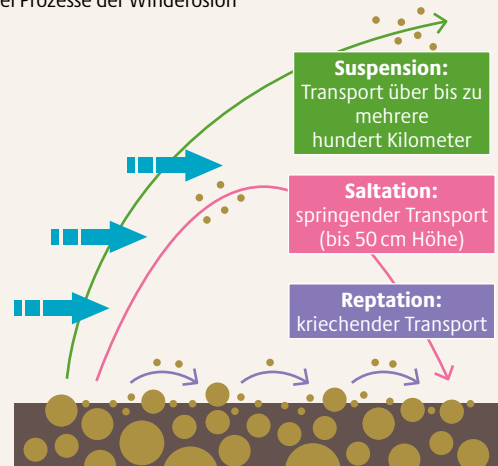
Die offenen Agrarflächen Norddeutschlands sind besonders von Winderosion bedroht. Sie mindert Bodenqualität und langfristig die Ernte

Degradation entzieht Menschen vor allem in ländlichen Regionen, wo viele von Landwirtschaft abhängig sind, den Boden ihrer Existenz

Auch auf europäischer Ebene darf Bodenschutz nicht länger kleingehalten werden. Aktuell schrumpft das als umfassendes Bodenschutzgesetz angekündigte EU Soil Health Law zu einem Gesetz zusammen, das nur noch auf bloßes Monitoring des Zustands der Böden abzielt. Das ist fatal: Es ist in unser aller Interesse, gesunde Böden zu erhalten und Degradation zu minimieren. Es bedarf eines sehr großen Aufwands, um Boden zu regenerieren – anstatt ihn mit Füßen zu treten, sollten wir ihn ganz besonders wertschätzen. ●

### VOM WINDE VERWEHT

Drei Prozesse der Winderosion





# DIE WÜSTE VOR UNSERER HAUSTÜR

In Deutschland wird Wüste oft mit Afrika oder Asien in Verbindung gebracht. Auf diese Regionen ist sie jedoch nicht beschränkt: Intensive Landwirtschaft und Klimakrise tragen dazu bei, dass Böden auch in Europa derart degradieren, dass man von Wüstenbildung spricht. Nicht nur in Südeuropa – selbst Länder mit gemäßigtem und feuchtem Klima wie Ungarn und Bulgarien sind betroffen.

**W**üstenbildung tritt in Trockengebieten auf – in Regionen, die durch dauerhafte Wasserknappheit geprägt sind. Je nach Definition machen Trockengebiete mehr als 40 Prozent der weltweiten Landfläche aus. Auch in der Europäischen

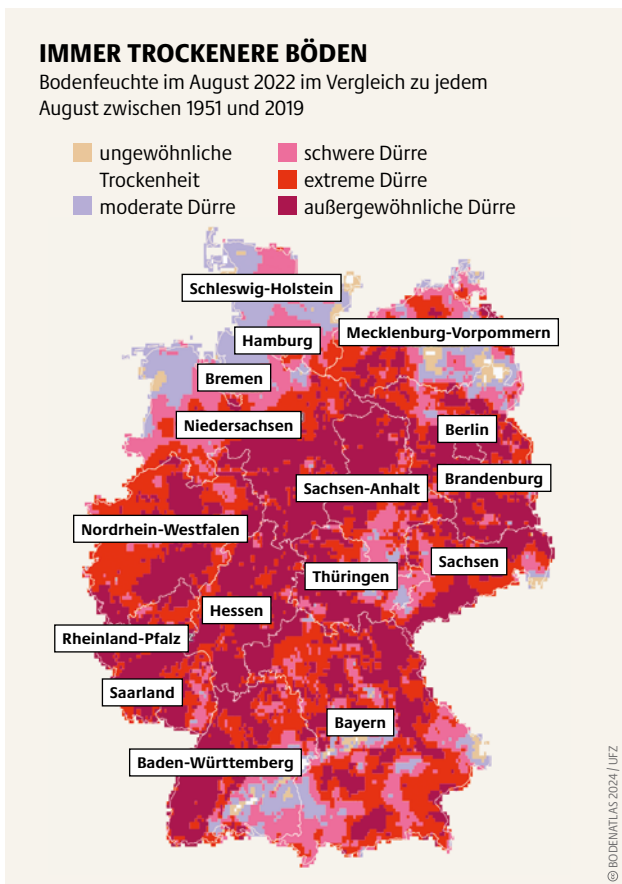
Union (EU) trocknen Böden aus. Dreizehn EU-Mitgliedstaaten, nicht nur im Mittelmeerraum, sondern auch in Mittel- und Osteuropa, geben mittlerweile an, von Wüstenbildung betroffen zu sein. Insgesamt sind 23 Prozent des Gebiets der EU moderat und 8 Prozent hoch bis sehr hoch empfindlich gegenüber Wüstenbildung. Zu den betroffenen Ländern gehören unter anderem Ungarn, Bulgarien, Spanien und Italien.

Eine der Ursachen ist die Intensivierung der Landwirtschaft. Zum Beispiel in Spanien wird immer mehr Wasser für den Anbau von Obst und Gemüse für den europäischen Markt genutzt: Zwischen 2010 und 2016 hat der Grundwasserverbrauch für die Bewässerung hochprofitabler Produkte wie Erdbeeren, Salat oder Brokkoli um mehr als das Fünffache zugenommen – von 4 Prozent auf 22 Prozent. Die Übernutzung der Wasserressourcen, die Senkung des Grundwasserspiegels und die Verschlechterung der Wasserqualität durch die übermäßige Düngierzufuhr tragen zur Wüstenbildung bei.

Bislang wird in Deutschland Wüstenbildung gemeinhin nicht als Problem wahrgenommen. Jedoch sind auch hierzulande mindestens ein Fünftel der landwirtschaftlichen Flächen von sehr starker Boden-erosion betroffen. Erosion durch Wind findet hauptsächlich in Norddeutschland statt und entsteht durch das Zusammenspiel von flacher Topographie, sandigen bis lehmigen Böden und ausgedehnten landwirtschaftlichen Flächen. In hügeligen Landschaften wiederum wird Boden eher von Starkregen abgetragen. Wird diese Entwicklung nicht gestoppt, könnte sie – verstärkt durch die Klimakrise – dazu führen, dass auch Böden in Deutschland großflächig austrocknen und stärker von Wüstenbildung bedroht werden.

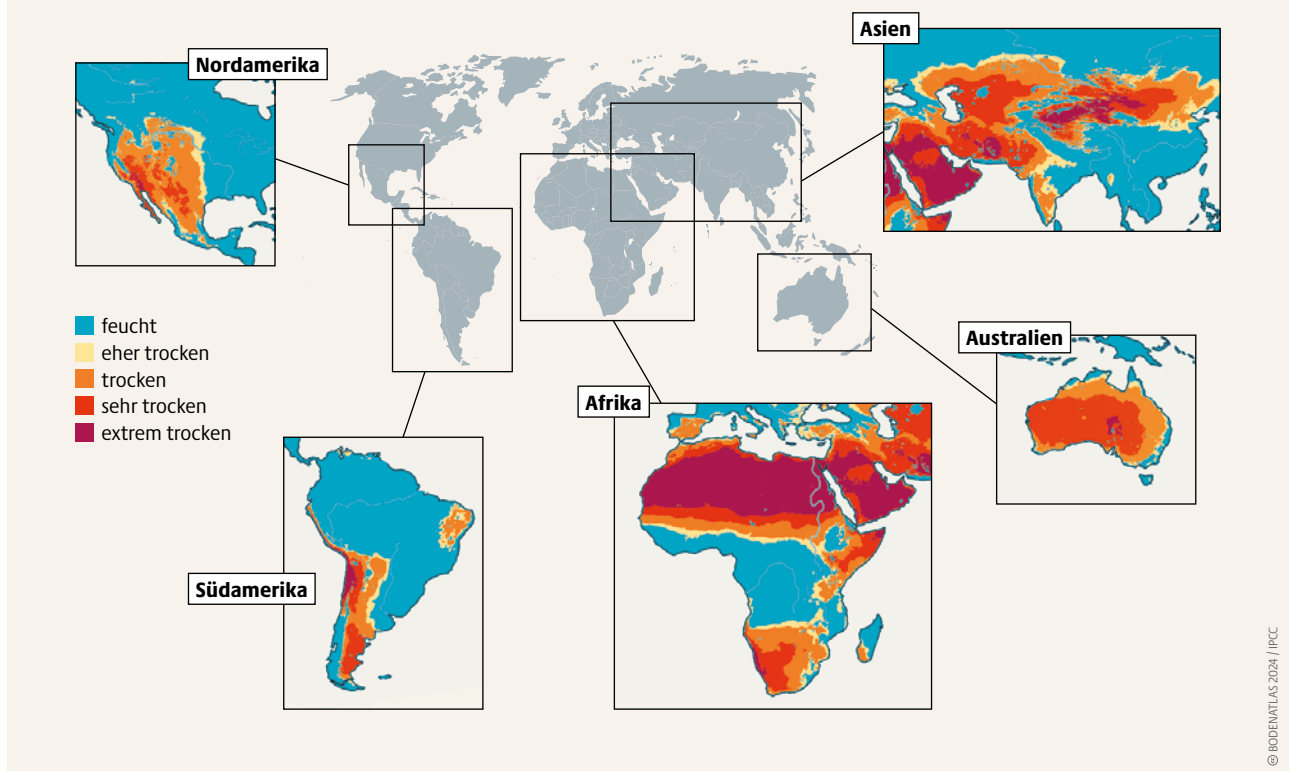
Klimakrise und Wüstenbildung stehen in einem wechselseitigen Verhältnis. Wüstenbildung wird nicht nur durch die Klimakrise befördert – sie trägt auch selbst zu mehr Emissionen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) bei. Degradierete Böden mit geringer organischer Substanz haben eine geringere Kapazität, CO<sub>2</sub> aufzunehmen.

**Außergewöhnliche Dürre bedeutet: Die Bodenfeuchte war an den Messpunkten nur in maximal 2 Prozent der Vergleichszeiträume genauso gering**



## EIN GLOBALES PROBLEM

Verbreitung von Trockengebieten, 2018



Ist ein Boden gesund, kann er – je nach Zusammensetzung – bis zu 3.750 Tonnen Wasser pro Hektar speichern. Durch Wüstenbildung wird diese Fähigkeit stark beeinträchtigt: Mit jedem Gramm, das der Boden an organischer Substanz verliert, kann er Schätzungen zufolge bis zu 10 Gramm Wasser weniger speichern. Das verschärft Überschwemmungsrisiken und führt zu weiterer Wasserknappheit.

Angesichts der zunehmenden Bedrohung durch Wüstenbildung haben die Vereinten Nationen (UN) im Jahr 2015 das Ziel der Landdegradationsneutralität beschlossen. Es besagt, dass die weitere Degradation von Boden zu verhindern ist und jene Verschlechterungen von Land kompensiert werden müssen, die sich nicht mehr vermeiden lassen – zum Beispiel, indem an anderer Stelle Boden und Ökosystemleistungen restauriert werden. In der EU fehlt bislang eine konkrete Strategie, wie Landdegradationsneutralität bis zum Jahr 2030 erreicht werden kann.

Der Europäische Rechnungshof weist in einem kürzlich veröffentlichten Bericht darauf hin, dass die Fortschritte bei der Verwirklichung des Ziels unzureichend sind. Ein wichtiger Schritt wäre die EU-weite

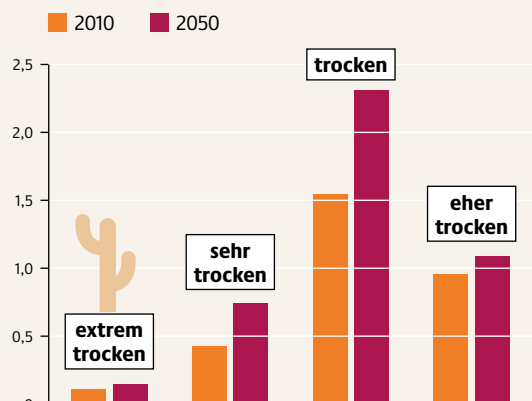
Nicht nur die Weltbevölkerung wächst. Durch Klimakrise und Übernutzung breiten sich auch Trockengebiete immer weiter aus

Etwa 3 Milliarden Menschen weltweit leben in Trockengebieten, von denen 70 Prozent in Asien und Afrika liegen

Einigung auf eine gemeinsame Methode zur Bewertung der Wüstenbildung. Das Wissen, wo Wüstenbildungsprozesse wahrscheinlich stattfinden werden, hilft dabei, Bodendegradation zu bekämpfen – bevor sie unumkehrbar wird. ●

## BEDROHTE LEBENSGRUNDLAGE

Weltweite Bevölkerung in Trockengebieten, in Milliarden



# BODENSCHUTZ? IMMER NOCH VERNACHLÄSSIGT

Der Schutz von Klima, Wasser, Luft und Artenvielfalt ist durch die Europäische Union (EU) gesetzlich verankert – teilweise schon seit Jahrzehnten. Umfassender Bodenschutz hingegen ist bislang nicht EU-weit in Rechtsform gegossen. Bisherige Versuche wurden torpediert, Projekte blieben zahnlos.

**E**rst 2006 startete die EU-Kommission eine umfassende Gesetzesinitiative zum Schutz der Böden: Sie sollte Mitgliedstaaten dazu auffordern, Bodenschutz in politische Maßnahmen einzubeziehen, und dadurch verhindern, dass sich der Zustand von Böden weiter verschlechtert. Während sich im Europäischen Parlament eine Mehrheit für diese Bodenrahmenrichtlinie fand, konnte sich der Rat der EU jahrelang nicht auf eine Position einigen. Unter anderem Deutschland, die Niederlande und Österreich blockierten einen entsprechenden Beschluss. Als Grund führten die Länder an, dass die Gesetzesinitiative das

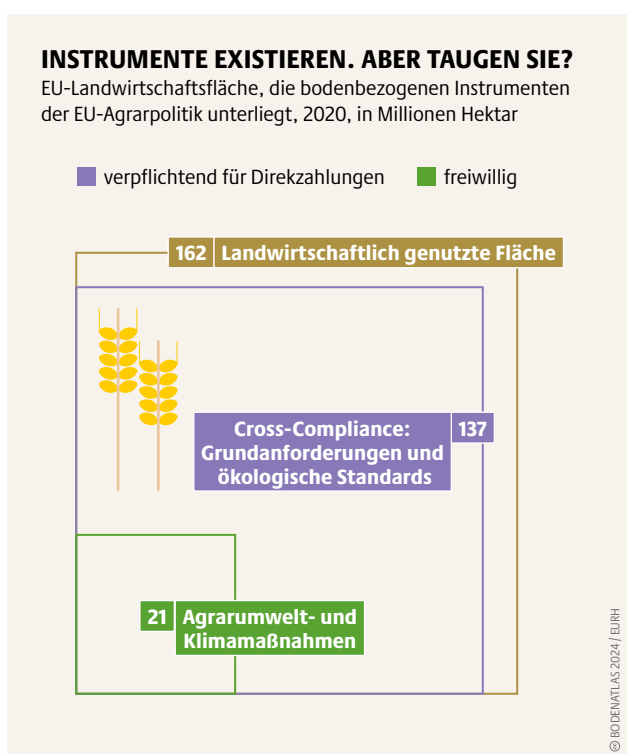
Subsidiaritätsprinzip verletzen würde. Das Subsidiaritätsprinzip besagt, dass die EU nur dann handeln soll, wenn die Mitgliedstaaten allein ein bestimmtes Ziel nicht zufriedenstellend erreichen können – und eine gemeinsame EU-Maßnahme demgegenüber tatsächlich einen klaren Vorteil bietet. Im Jahr 2014 gab die EU-Kommission das Unterfangen einer Bodenrahmenrichtlinie schließlich auf.

Der einzige einheitliche Rechtsrahmen für Bodenschutz auf EU-Ebene ist damit nach wie vor die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der Mitgliedstaaten. Agrarbetriebe, die finanzielle Mittel aus der GAP beziehen wollen, müssen eine Reihe von Auflagen beachten. Dazu gehört zum Beispiel das Verbot, Stoppeln nach der Ernte abzubrennen, und ein Minimum an Fruchtfolgen einzuhalten. Darüber hinaus können Betriebe für freiwillige zusätzliche Maßnahmen Förderung erhalten.

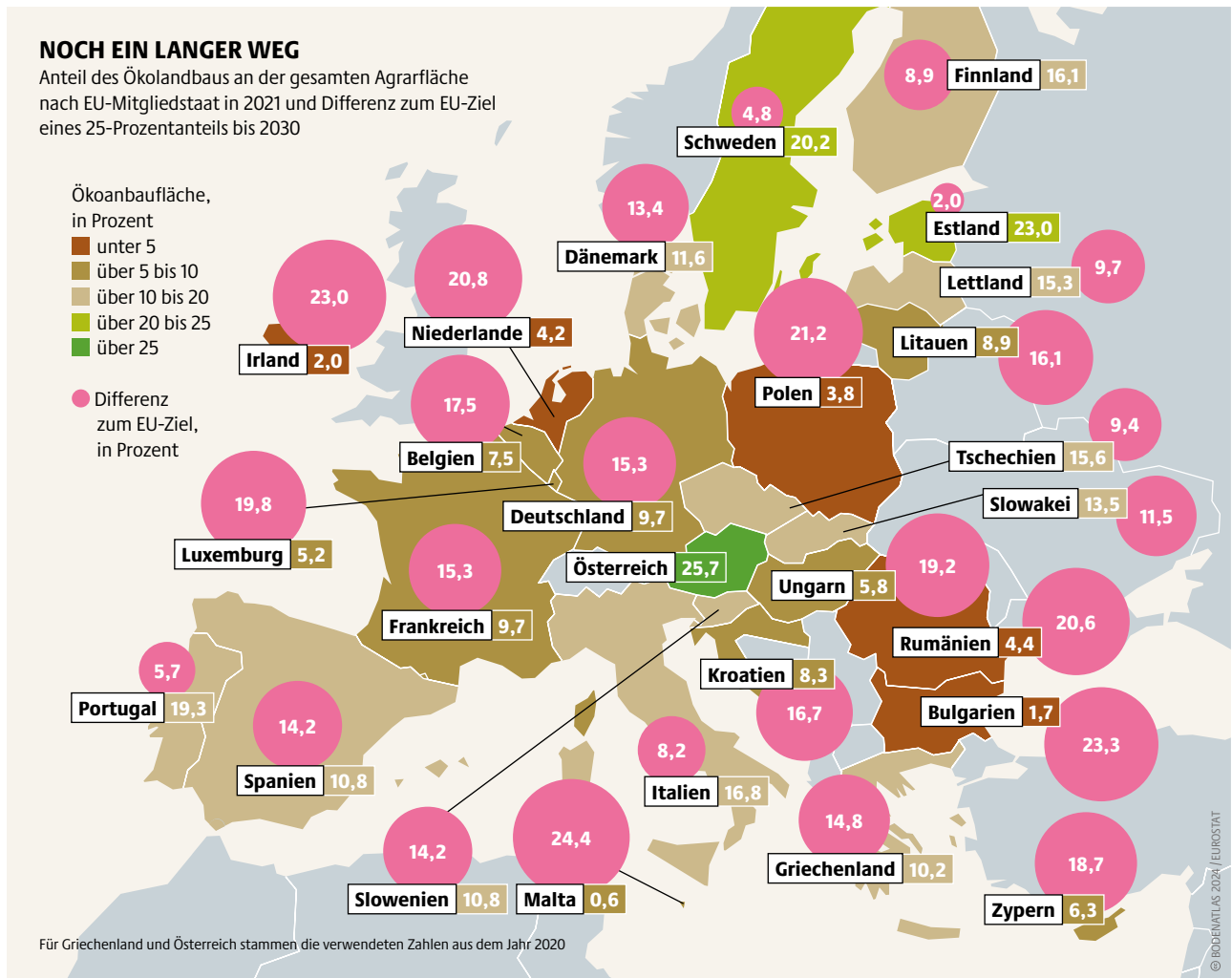
Bereits in der Vergangenheit gab es oft starke Kritik an der GAP. Fachleute stellen infrage, ob sie nachhaltiges Bodenmanagement ausreichend fördern kann. Die Auflage zur Diversifizierung von Feldfrüchten führte aufgrund von Ausnahmeregelungen und zu niedrigen Referenzwerten bislang nur auf etwa 2 Prozent der EU-Ackerflächen zu einer Veränderung der Bewirtschaftung. Auch stehen für die freiwilligen Förderprogramme für Umweltmaßnahmen häufig nur geringe Mittel zur Verfügung.

Obwohl leichte Verbesserungen beim Schutz natürlicher Ressourcen erkennbar sind, steht die GAP unter anderem bei Umweltverbänden weiter in der Kritik. Eine jüngste Analyse kam zu einem ernüchternden Ergebnis – zum Beispiel sind bei den verpflichtenden Umweltvorgaben die Schutzperioden für die vorgesehene Bodenbedeckung im Winter zu kurz. Außerdem hat etwa Deutschland das Pflugverbot in Gebieten, die von Erosion durch Wasser gefährdet sind, auf die Zeit von Dezember bis Mitte Februar beschränkt.

Ein anderes Beispiel für unzureichende Vorgaben sind die Mindeststandards zur Fruchtfolge. Diese sehen nur eine einmalige Änderung der Feldfrucht pro Jahr



Viele Cross-Compliance-Anforderungen sind unambitioniert formuliert. Sie haben bislang kaum zu Bodenschutz beigetragen



vor. In der Praxis führt das häufig zu einer Umsetzung, die wenig wirksam für Bodenschutz ist. Ein Beispiel für eine klarere Vorgabe wäre, dass sich die Hauptfrucht von Jahr zu Jahr abwechseln muss. Momentan ist das nicht in allen Mitgliedstaaten der Fall; sie haben zudem die Möglichkeit, selbst Ausnahmen vorzunehmen – unter anderem für kleinere Betriebe. Dazu kommt, dass diese Verpflichtung unter dem Eindruck des russischen Angriffs auf die Ukraine für das Jahr 2023 komplett ausgesetzt wurde. Davon betroffen war auch die Auflage, 4 Prozent der Ackerflächen für Brachen und Hecken zu reservieren. Von beiden hätte der Boden- sowie Artenschutz profitiert.

Die Umsetzung der freiwilligen Maßnahmen ist ebenfalls ernüchternd: Etwa die Hälfte der Maßnahmen bezeichnen Fachleute als weitestgehend wirkungslos. Zu diesem Urteil kommt auch der Europäische Rechnungshof in einem Sonderbericht.

Für einige Zeit sah es so aus, als ob der European Green Deal dem Thema Bodenschutz neue Impulse verleihen könnte. Als die EU-Kommission im Jahr 2021 ihre Bodenstrategie 2030 präsentiert hat, hofften Umweltverbände auf eine Neuauflage der gescheiterten Bodenrahmenrichtlinie – und auf eine klare Kohärenz

Die deutsche Bundesregierung ist ambitionierter als die EU und will bis 2030 sogar 30 Prozent Ökolandbau erzielen. Bis dahin ist es jedoch noch ein weiter Weg

mit der GAP. Erfüllt haben sich diese Hoffnungen nicht. Der im Sommer 2023 vorgestellte Gesetzesentwurf des Soil Monitoring Law der EU-Kommission sieht weder quantitative Ziele noch konkrete Maßnahmen vor. So wird das Thema Flächenfraß fast völlig ignoriert und es fehlen vor allem verbindliche Reduktionsziele für Neuversiegelung. Auch verpflichtende Anforderungen für das nachhaltige Bodenmanagement fehlen. Statt auf Bodenschutz zielt das Gesetz nun lediglich darauf ab, die europaweite Bestandsaufnahme der Bodengesundheit zu vereinheitlichen.

Für die neue Förderperiode der GAP, die ab 2028 beginnt, sollten deshalb verpflichtende Mindeststandards zum Schutz der Böden beitragen und Schlupflöcher und Ausnahmeregelungen eingeschränkt werden. Auch deutlich bessere Qualitätsstandards für freiwillige Förderprogramme sind nötig: bevor öffentliches Geld fließt, müsste die Wirksamkeit der Programme durch eine wissenschaftliche Analyse dargelegt werden. ●

# WER PROFITIERT

Übermäßiger Einsatz von Mineraldünger ist schlecht für den Boden, Pestizide schädigen Bodenlebewesen – und Stickstoffdünger befeuern die Klimakrise. Doch all das spült Großkonzernen viel Geld in die Kassen. Mit ihrer Lobbyarbeit üben sie großen Einfluss auf die Politik aus – und behindern dadurch den nötigen Wandel.

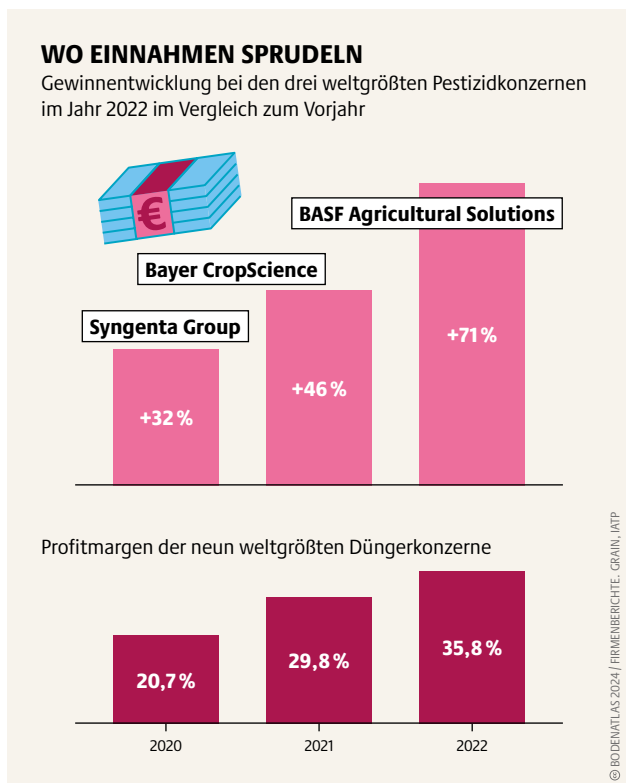
Im Jahr 2022 wurden weltweit Pestizide im Wert von knapp 70 Milliarden US-Dollar verkauft. Mehr als doppelt so viel – 160 Milliarden US-Dollar – wurden im gleichen Jahr mit synthetischen Düngern umgesetzt. Aufgrund von hohen Marktpreisen konnten die größten Pestizid- und Düngerkonzerne ihre Gewinne 2022 im Vergleich zum Vorjahr deutlich steigern. Beide Industrien sind seit Mitte der 1990er-Jahre Schauplatz starker Konzentrationsprozesse: Zwischen 1996 und 2009 fusionierten hunderte Saatgut- und Pestizidunternehmen zu sechs Großkonzernen. Die vier größten Konzerne – die Syngenta Group, Bayer, Corteva und BASF – teilten sich 2020 62 Prozent des Weltmarktes. Auch die

Düngerindustrie hat sich seit Anfang der 2000er-Jahre stark konzentriert und nach zahlreichen Übernahmen Großkonzerne wie Nutrien, CF Industries, Mosaic und Yara hervorgebracht.

Den für die Unternehmen hochprofitablen Geschäften mit Düngern und Pestiziden stehen die steigenden Produktionskosten für Bäuer\*innen gegenüber. In Europa stieg der Preis für Stickstoffdünger zwischen September 2021 und September 2022 um 149 Prozent. Hochprofitabel ist das Geschäft für Konzerne auch deshalb, weil in ihren Unternehmensbilanzen ökologische Kosten keine Rolle spielen, die durch den Einsatz von chemischen Pestiziden und Mineraldünger verursacht werden: der Verlust von Biodiversität, Humusabbau, Bodenversalzung und Bodenversauerung. In der Europäischen Union (EU) sind viele Pestizide mittlerweile wegen inakzeptabler Risiken für Gesundheit und Umwelt verboten. Verkauft werden sie jedoch weiterhin, überwiegend in Ländern des Globalen Südens. Im Jahr 2018 haben EU-Staaten den Export von 81.000 Tonnen an Pestiziden bewilligt, die in der EU verboten sind. Allein aus Deutschland wurden 2021 rund 8.500 Tonnen Pestizidprodukte mit hochgefährlichen, verbotenen Wirkstoffen exportiert – vor allem nach Lateinamerika, Indien und Südostasien.

Ihre Marktmacht nutzen die Konzerne oft für politische Einflussnahme. In der EU lobbyieren Pestizid- und Düngerhersteller seit Jahren gegen die „Farm to Fork“-Strategie der EU-Kommission, die einen zentralen Baustein des European Green Deal darstellt. Elementar für die Strategie war die sogenannte Verordnung zur nachhaltigen Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (SUR). Sie sah vor, den Pestizideinsatz bis 2030 um 50 Prozent zu reduzieren. Investigative Untersuchungen zeigten, dass sich Vertreter\*innen von Pestizidkonzernen ebenso wie Verbände der Agrarindustrie zwischen Januar 2020 und Juli 2023 insgesamt mehr als 400-mal mit zentralen konservativen EU-Parlamentarier\*innen getroffen haben. Damit hat die Industrie dazu beigetragen, dass die SUR im November 2023 im EU-Parlament gescheitert ist. Die Pläne, EU-weit den Einsatz giftiger Agrarchemikalien einzuschränken, sind damit erst einmal vom Tisch.

Gleichzeitig antwortet die Pestizid- und Düngerindustrie auf den zunehmenden gesellschaftlichen und

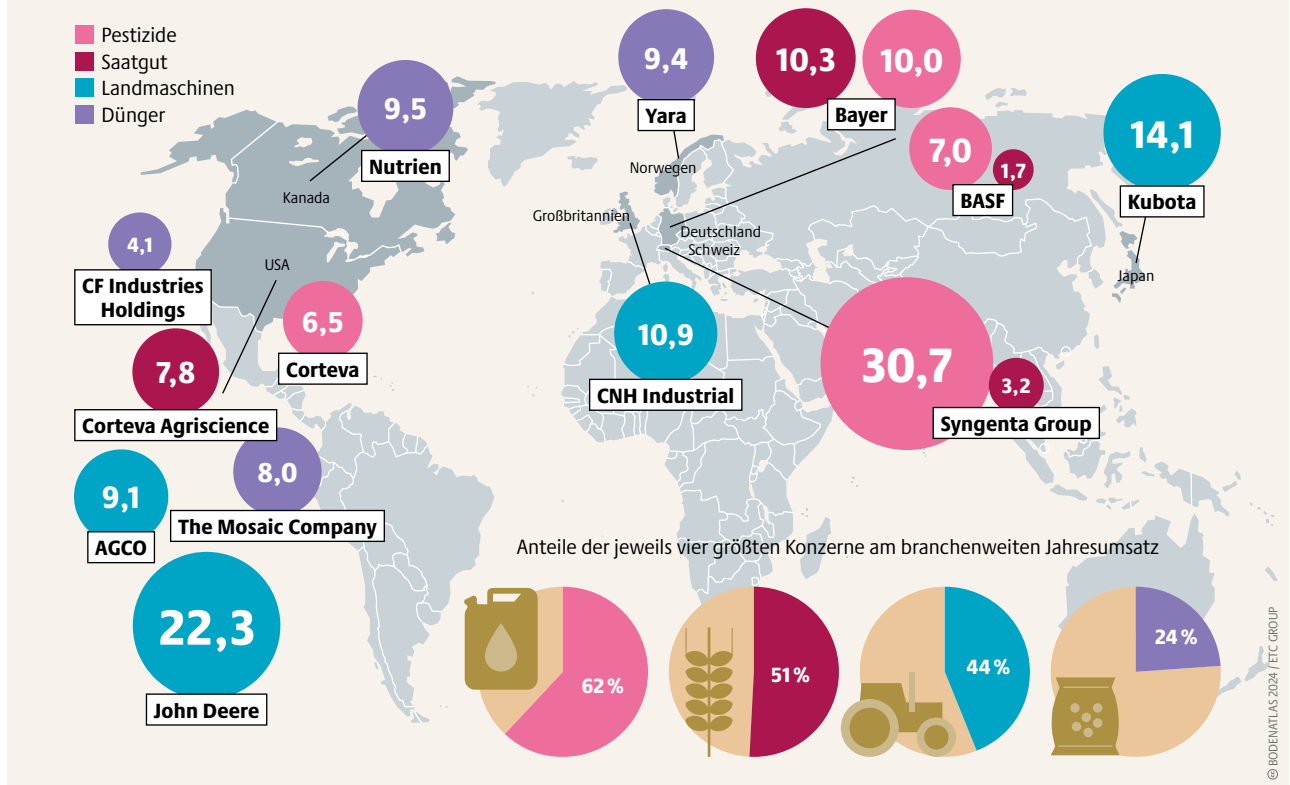


**BASF, Bayer und Syngenta verdienen ihr Geld auch mit dem Verkauf hochgefährlicher Pestizide im Globalen Süden, die in der EU verboten sind**



## WER UNSER ESSEN BEEINFLUSST

Jahresumsatz und Sitz der jeweils vier größten Konzerne nach Branche, 2020, in Milliarden US-Dollar



politischen Druck mit verschiedenen Strategien und versucht, neue Profitmöglichkeiten zu generieren. Der Düngerkonzern Yara etwa – der größte Ammoniakhändler der Welt – kündigt an, seine Produktion dekarbonisieren zu wollen, also: Emissionen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) zu senken. Denn das Ammoniak, das als Grundlage für Stickstoffdünger dient, soll zukünftig auch mit erneuerbaren Energien und Elektrolyseuren hergestellt werden. Für die entsprechende Umrüstung von Yaras Werk im norddeutschen Brunsbüttel bittet der Konzern die deutsche Bundesregierung um staatliche Unterstützung, trotz Rekordprofiten. Doch auch mit grüner Energie bleibt die Ammoniaksynthese extrem energieintensiv. Statt der Dekarbonisierung der Düngerherstellung wäre es in vielen Fällen – auch für landwirtschaftliche Betriebe – kosteneffizienter, klimaverträglicher und nicht zwingend weniger produktiv, deutlich weniger Dünger zu verwenden. So konnten etwa britische Landwirt\*innen 2022 ihre Erträge leicht steigern, obwohl sie im Schnitt ein Viertel weniger Mineraldünger einsetzten als im Zehnjahresdurchschnitt davor. Statt den Einsatz chemischer Dünger und Pestizide durch eine Umstellung der Produktion drastisch zu reduzieren, bleibt bei einer reinen Dekarbonisierung der Produktion das Kerngeschäft der Pestizid- und Düngerkonzerne – der Verkauf ihrer Produkte – weiter bestehen.

Seit Jahren vergrößert sich die Marktmacht einiger weniger Konzerne. Ein lukratives Geschäftsmodell: die Kombination von Pestizid- und Saatgutverkauf

Ein gänzlich neues Geschäftsmodell ist hingegen die digitale Landwirtschaft. Im Moment ist dabei noch Bayer mit der digitalen Plattform Climate FieldView führend, doch Yara hat bereits angekündigt, in Zusammenarbeit mit IBM die größte digitale Plattform im Agrarbereich aufbauen zu wollen. Und auch Unternehmen wie Google oder Amazon drängen mittlerweile auf diesen Markt.

Im Zuge der Digitalisierung investieren große Pestizid- und Düngerkonzerne seit einiger Zeit immer stärker in die so genannte Präzisionslandwirtschaft: Mit GPS-Kameratechnik können etwa selbstfahrende Feldroboter Beikräuter identifizieren und Pestizide zielgerichtet dort ausbringen. Das soll – so das Versprechen – die eingesetzte Pestizidmenge reduzieren. Fachleute warnen, dass die Digitalisierung der Landwirtschaft zu weiterer Marktkonzentration beiträgt, da die wichtigsten digitalen Plattformen bereits heute in der Hand der marktführenden Pestizid-, Dünger- und Landmaschinenhersteller sind. Diese Plattformen haben wiederum Partnerschaften mit anderen großen Konzernen aus den genannten Geschäftsfeldern und dem Agrarhandel – und weiten somit deren Einfluss auf landwirtschaftliche Betriebe aus. ●

# GLOBALE ABHÄNGIGKEITEN

Synthetische Dünger schädigen das Klima – die industrielle Landwirtschaft ist jedoch stark an sie gebunden. Wegen der gestiegenen Preise für Dünger sind auch Lebensmittel deutlich teurer geworden. Besonders betroffen sind afrikanische Länder, in denen Ernährungs- und Krisen auf Schuldenkrisen treffen.

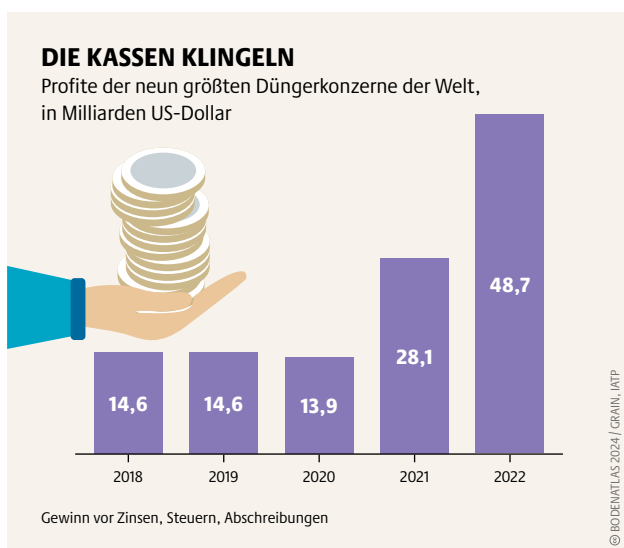
**E**s gibt einige Gründe für den rasanten Anstieg der Preise bei synthetischen Stickstoffdüngern. Zum Beispiel: unterbrochene Lieferketten im Zuge der Corona-Pandemie und Ausfuhrbeschränkungen aus China und Russland, die zu einer zeitweisen Verknappung des Angebots auf dem Weltmarkt führten. Russland etwa hat seit Mitte des Jahres 2021 Exporte außerhalb des eurasischen Wirtschaftsraums eingeschränkt. Eine zentrale Rolle spielen außerdem hohe Preise für die fossilen Energieträger Erdgas, Öl und Kohle, die für die Produktion von Stickstoffdünger benötigt werden. Die Folgen der gestiegenen Düngerpreise sind auch an der Supermarktkasse zu spüren: Im März 2022 erreichte der weltweite Lebensmittelindex, der auf den Preisen für eine Gruppe landwirtschaftlicher Rohstoffe beruht, sein Allzeithoch. Einer Studie zufolge verteuert die Verdoppelung der Düngerpreise bestimmte Rohstoffe zur Erzeugung von Nahrungsmitteln (wie etwa Getreide, Pflanzenöle oder Milch) im globalen Durchschnitt um 44 Prozent. Auch im Zuge der Ernährungskrise 2007 und 2008 hatte sich der Anstieg des Düngerpreises

spürbar auf die Preise von Nahrungsmittelrohstoffen ausgewirkt.

Zentral bei der Herstellung von Stickstoffdüngern ist das Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelte Haber-Bosch-Verfahren. Unter Temperaturen von bis zu 500 Grad Celsius und unter hohem Druck wird aus Wasserstoff und Stickstoff künstlicher Ammoniak hergestellt – kein Prozess zur Herstellung von Industriechemikalien verursacht größere Emissionen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Allein die Wertschöpfungskette von Stickstoffdünger ist für 2,1 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Etwa ein Drittel davon wird durch die Herstellung verursacht. Zum weltweiten Energieverbrauch trägt die Ammoniaksynthese jedes Jahr zwischen 1 und 3 Prozent bei. Aufgrund der energieintensiven Herstellung ist der Stickstoffdüngerpreis zu rund 90 Prozent an den Erdgaspreis gekoppelt.

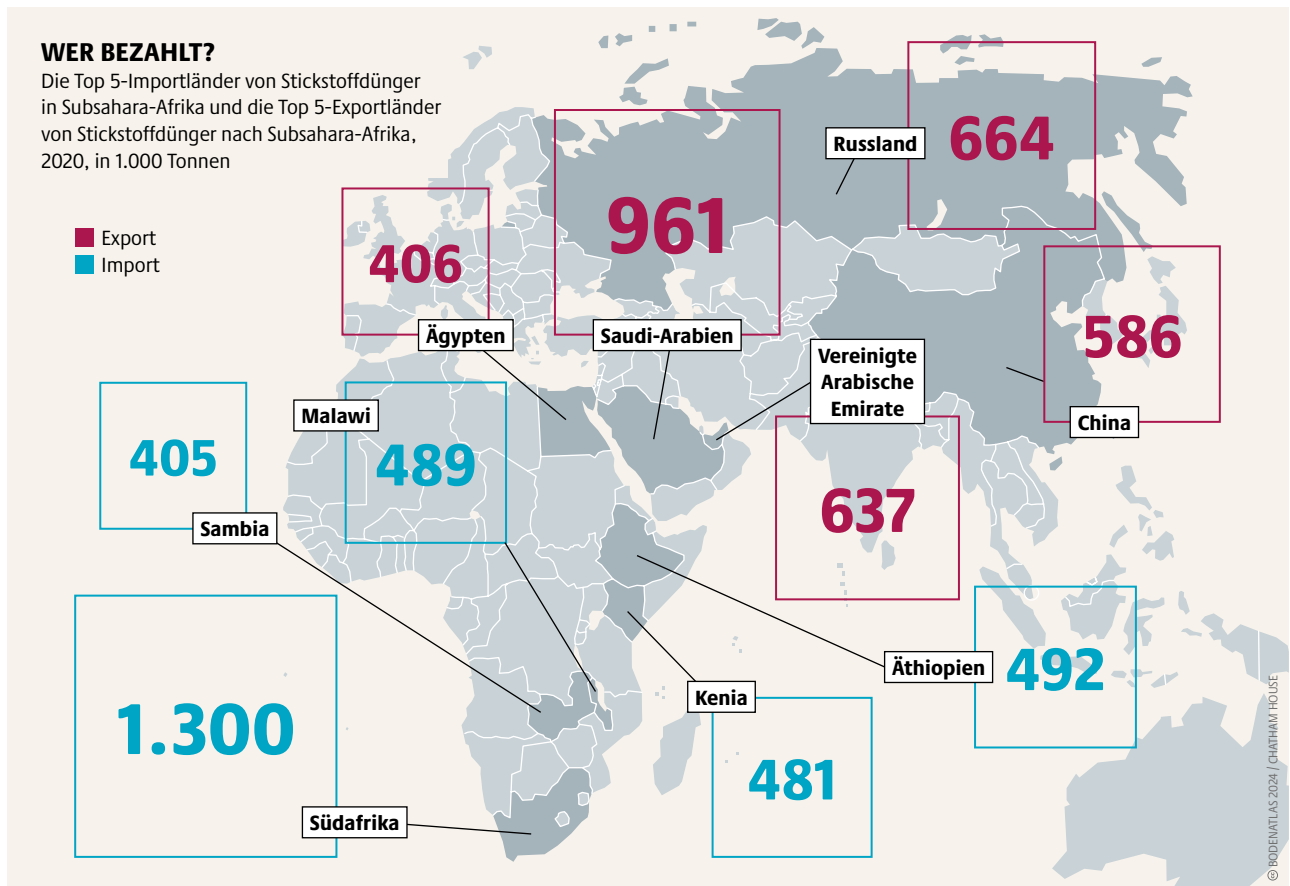
Russland und China hatten während der Corona-Pandemie die Ausfuhrverbote für Dünger in einige Regionen wie Westeuropa und Indien verhängt, um die heimische Landwirtschaft besser vor steigenden Düngerpreisen zu schützen. Nach dem russischen Angriffskrieg auf die Ukraine führten Gefechte rund um die Schwarzmeerhäfen, die für den Düngerhandel bedeutsam sind, zu einem abrupten Stopp vieler Handelsaktivitäten. Zeitgleich drosselte die europäische Düngerindustrie wegen des steigenden Erdgaspreises ihre Produktion vorübergehend um bis zu 70 Prozent. Das Ergebnis waren Lieferengpässe und weiter steigende Preise. Der größte Gewinner dieser Preissteigerungen war neben der Öl- und Gasindustrie die Düngerindustrie selbst – die neun größten Hersteller erreichten 2022 im Schnitt eine Gewinnmarge von 36 Prozent.

Aufgrund der weltweit ungleich verteilten Herstellungskapazitäten ist vor allem der Globale Süden abhängig vom Import synthetischer Dünger – die Länder Afrikas südlich der Sahara importieren zum Beispiel durchschnittlich 80 Prozent ihres Düngerbedarfs. Dadurch sind sie durch Preiskrisen besonders betroffen. In Kenia stiegen die Preise für Dünger zwischen 2020 und 2022 um mehr als 150 Prozent, und mit ihnen die Preise für Grundnahrungsmittel. Um Landwirt\*innen und die Ernährungswirtschaft von diesen Kosten (teil-



**Pandemie, russischer Angriffskrieg, Inflation: Kulisse für Preiserhöhungen der Düngerkonzerne weit über gestiegene Produktionskosten hinaus**





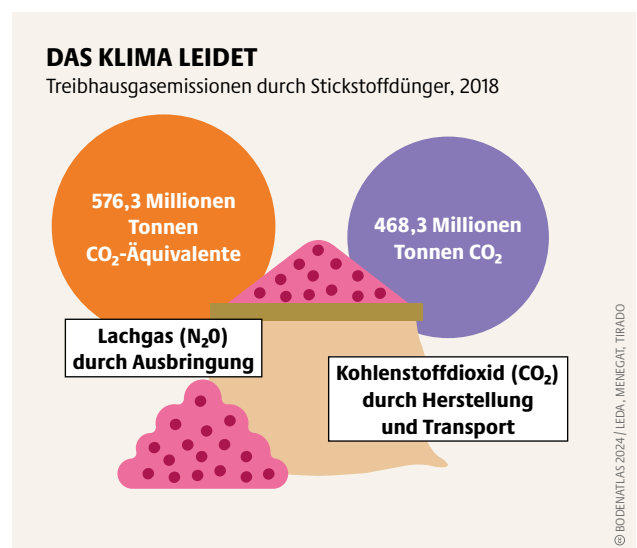
weise) zu entlasten, subventionieren viele afrikanische Regierungen Dünger. Diese Notfallsubventionen belasten die öffentlichen Haushalte häufig stark. In Malawi führten steigende Kosten für Dünger während der Ernährungskrise im Jahr 2007 und 2008 dazu, dass die Subventionen für Dünger von 8 Prozent auf 16 Prozent des gesamten Staatshaushalts anstiegen. Beinahe verdreifacht hat sich seit 2013 der Prozentsatz der Länder mit niedrigem Einkommen, die zahlungsunfähig oder von Zahlungsunfähigkeit bedroht sind. Laut dem Internationalen Währungsfonds IWF stehen rund 20 Länder vor einer gleichzeitigen Schulden- und Nahrungsmittelkrise, darunter Kamerun, Äthiopien, Somalia und Sudan.

Weit verbreitet ist die Annahme, dass hohe Erträge, die durch den Einsatz chemisch-synthetischer landwirtschaftlicher Produktionsmittel wie Kunstdünger oder Pestizide erzielt werden, zu weniger Hunger führen. So klar ist dieser Zusammenhang aber nicht. Das zeigt etwa der Blick auf Sambia. Das Land hat den höchsten Düngereinsatz in Afrika südlich der Sahara, im Fünf-Jahres-Mittel 65 Kilogramm pro Hektar. Und zählt zu den sechs Staaten Afrikas mit den höchsten

Der Anteil der Produktion und Ausbringung von Stickstoffdünger an den globalen Emissionen ist größer als Deutschlands jährliche Emissionen

Viele Kleinbäuer\*innen sind durch die Verwendung von teuren, synthetischen Düngern in Schuldenfallen geraten

Pro-Hektar-Erträgen für Getreide. Auf dem Welthungerindex 2022 rangiert Sambia trotzdem auf den hintersten Rängen; Mangelernährung gilt als großes Problem. Zur Ernährungssicherheit trägt der großflächige industrielle Anbau von Mais und Soja in Sambia entsprechend nicht bei. ●



# DIE JAGD AUF BÖDEN

Für Investor\*innen aus der ganzen Welt sind Böden zu einer krisensicheren Geldanlage geworden. Was Wenigen Profite sichert, hat für die lokale Bevölkerung oft Vertreibung und Armut zur Folge. Auch Deutschland ist an dieser Landnahme beteiligt.

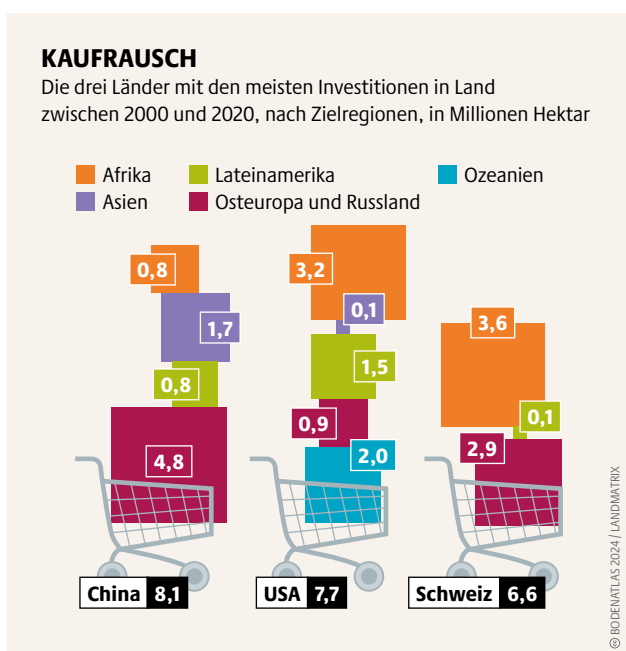
**A**b den 2000er-Jahren griffen verschiedene Krisen und Krisensymptome ineinander. Die Finanzkrise erschütterte ab 2007 die Welt, der Ölpreis verdreifachte sich zwischen 2007 und 2008 fast, und die Explosion der Lebensmittelpreise führte ab 2008 zu Hungeraufständen in mindestens 40 Ländern. Die Suche nach neuen und sichereren Anlagemöglichkeiten sowie Gewinnerwartungen durch hohe Lebensmittelpreise haben den Blick von Investor\*innen auf fruchtbare Ackerböden gelenkt. Land als Investitionsobjekt versprach doppelte Gewinne: Wertzuwachs des Landes selbst und zugleich eine profitable Anbaufläche für Nahrungs- und Futtermittel oder Energiepflanzen, aus denen Biosprit gewonnen wird. Auch im Namen des Klimaschutzes wird vermehrt Land für industrielle Baumplantagen akquiriert, die im globalen Kohlenstoffhandel eine wichtige Rolle spielen. Gleiches gilt für den Schutz der biologischen Vielfalt: Die Ausweitung von Schutzgebieten beansprucht Flächen, deren Aus-

weisung häufig bestehende Landrechte verletzt. Die Aneignung von Land durch Konzerne, Banken, Investmentfonds – oft Hand in Hand mit nationalen Eliten – wird mit dem Sammelbegriff Landgrabbing bezeichnet.

Die daraus folgende Landkonzentration in den Händen weniger Investor\*innen erreicht seit den 2000er-Jahren immer größere Ausmaße: Beispielsweise kontrolliert der Lebensmittelkonzern Olam International mit Sitz in Singapur nach eigenen Angaben mittlerweile über 3 Millionen Hektar Land. In Kambodscha haben 300 Investor\*innen zwischen 2006 und 2014 knapp 2 Millionen Hektar Land aufgekauft – etwa die Hälfte der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche Kambodschas. Schätzungen gehen von weltweit mindestens 100 Millionen bis 213 Millionen Hektar aus, die seit der Jahrtausendwende zum Gegenstand von Landdeals wurden. Zum Vergleich: Die EU verfügt über 157 Millionen Hektar Agrarland.

In vielen Fällen geht Landgrabbing mit der gewaltsamen Vertreibung der lokalen Bevölkerung einher. Betroffen sind insbesondere bäuerliche und indigene Gemeinschaften. Sie verlieren die genutzten Weiden, Wälder, Bäche und Ackerflächen und damit ihre Existenzgrundlage – oft werden auch Häuser oder ganze Dörfer zerstört. So werden eine ganze Reihe an Menschenrechten wie das Recht auf Nahrung, das Recht auf Wasser oder das Recht auf Wohnen verletzt. Auch die völkerrechtlich verankerten Rechte indigener und bäuerlicher Gemeinschaften werden systematisch ausgehebelt.

Viele Regierungen und Investor\*innen rechtfertigen Landgrabbing als Instrument zur Armutsbekämpfung und zur Entwicklung ländlicher Regionen. Aber neben Menschenrechtverletzungen ist ein weiteres Problem, dass auf den neu errichteten Megaplantagen häufig nur sehr wenige Menschen Arbeit finden. Zum Beispiel benötigt der hoch mechanisierte Zuckerrohranbau im brasilianischen Bundesstaat São Paulo gerade einmal einen Zuckerrohrschneider auf 400 Hektar. Im Vergleich zu kleinbäuerlichen Strukturen bedeutet das eine deutliche Arbeitsplatzvernichtung. Viele Betroffene sind nach dem Verlust des Landes gezwungen, in die wachsenden Slums der nächsten Städte oder gar ins Ausland zu gehen. Da der Großteil der Gewinne aus Landgeschäften an städtische Eliten und internationa-



570 Millionen kleine landwirtschaftliche Betriebe gibt es weltweit. Sie sind von Flächen abhängig, die immer öfter global gehandelt werden

## KAPITALANLAGEN

Transnationale Landverkäufe zwischen 2000 und 2022, in Hektar

Verkäufe je Land  
in Millionen Hektar

- 0,4 bis unter 1,0
- 1,0 bis unter 1,3
- 1,3 bis 1,6
- 3,4
- 5,0
- 26,4

8.635.843

Lateinamerika und Karibik

10.001.642

Afrika

31.039.765

Osteuropa und Russland

12.762.539

Asien und Ozeanien

Abgeschlossene Verkäufe zu landwirtschaftlicher Fläche, inklusive Forstfläche und Energiepflanzenproduktion; ab einer Größe von 200 Hektar

© BODENATLAS 2024 / LANDMATRIX

len Investor\*innen abfließt, profitiert auch die lokale Wirtschaft kaum von Landdeals. Zudem werden auf diesen Flächen keine Nahrungsmittel für die Hungernen vor Ort angebaut, sondern Cash Crops wie Zuckerrohr, Soja oder Palmöl, die über internationale Agrarbörsen gehandelt werden. Die Anbaufläche allein für diese drei Produkte ist zwischen 2007 und 2021 um 57 Millionen Hektar gestiegen – eine Fläche größer als das französische Festland.

Auch Deutschland ist an Landgrabbing beteiligt. In Sambia hat sich beispielsweise der Berliner Investor Amatheon über 40.000 Hektar Land angeeignet. Die Deutsche Bank investierte 2009 über ihre Tochter DWS mindestens 279 Millionen Euro in Firmen, die Agrarland kaufen oder pachten. Diese Firmen verfügten so über mehr als 3 Millionen Hektar Land in Südamerika, Afrika und Südostasien. Die Ärzteversorgung Westfalen-Lippe investierte 100 Millionen US-Dollar in einen globalen Landfonds, der allein in Brasilien 133.000 Hektar Land insbesondere für riesige Sojamonokulturen aufgekauft hat. Laut aktueller Rechtsauslegung der Vereinten Nationen zu Land- und Menschenrechten müsste die Bundesregierung Maßnahmen auf drei Ebenen ergreifen: Sie muss erstens sicherstellen, dass ihr eigenes Handeln beispielsweise über Entwicklungsbanken nicht zur Verletzung legitimer Landrechte führt. Zweitens müssen solche Verletzungen durch in

Früher wie heute ist ungleicher Besitz in Lateinamerika eine der Hauptursachen für Hunger, Armut und Gewalt

Regionen mit schwachen staatlichen Strukturen sind besonders von Landgrabbing durch internationale Investor\*innen betroffen

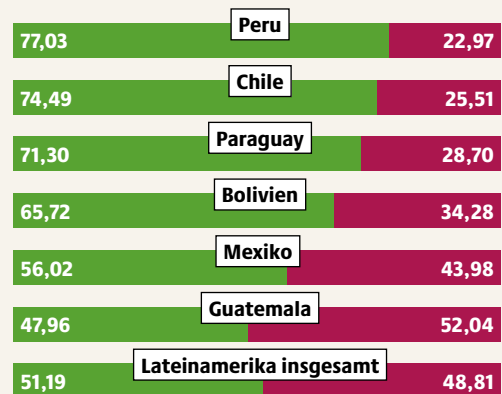
Deutschland ansässige Unternehmen mittels Regulierung unterbunden werden. Und drittens muss die Bundesregierung im Rahmen internationaler Kooperation daran mitarbeiten, Landkonzentration in den Händen weniger entgegenzuwirken – und Landzugang und Landrechte für arme Gruppen zu stärken. In allen drei Bereichen gibt es noch viel zu tun. ●

## SO UNGLEICH VERTEILT WIE SONST NIRGENDS

Landwirtschaftliche Fläche in Lateinamerika

In der Hand von

- 1 Prozent der Betriebe
- den übrigen 99 Prozent



Nationale Zensusdaten

© BODENATLAS 2024 / OXFAM

# ZERSIEDELT UND VERSIEGELT

Höherer Landverbrauch, höhere Preise und höhere Temperaturen sind die Folgen, wenn immer mehr Flächen für Gebäude, Industrie und Straßenbau in Anspruch genommen werden. Diese Fehlentwicklung zu beenden ist eine gewaltige Aufgabe.

Täglich werden in Österreich rund 11,5 Hektar Fläche vom Menschen zusätzlich in Anspruch genommen und gehen als natürlicher Lebensraum verloren, mehr als die Hälfte davon versiegelt. Das entspricht einem Streifen von einem Kilometer Länge und 115 Metern Breite, Tag für Tag. Nach einem Jahr ist dieser Streifen noch immer einen Kilometer lang, aber 41 Kilometer breit. Auf 21 Quadratkilometern stehen nun neue Büro- und Wohnbauten, 11 Quadratkilometer sind reine Betriebsflächen vom Gewerbepark bis zum Supermarkt. Auf neue Straßen, die das alles erschließen, entfallen weitere knapp 5 Quadratkilometer. Die Folgen: Das Land ist völlig zersiedelt. Zwischen 1999 und 2020 hat das Ackerland um über 72.000 Hektar abgenommen, aber auch Wiesen und Weiden wurden umgewandelt: Die bebauten Flächen nahmen im gleichen Zeitraum um mehr als 150.000 Hektar zu.

Der permanente Bauboom lässt sich auch noch anders beschreiben: Bau- und Verkehrsflächen sind seit 1995 um 53 Prozent gewachsen, während die Bevölke-

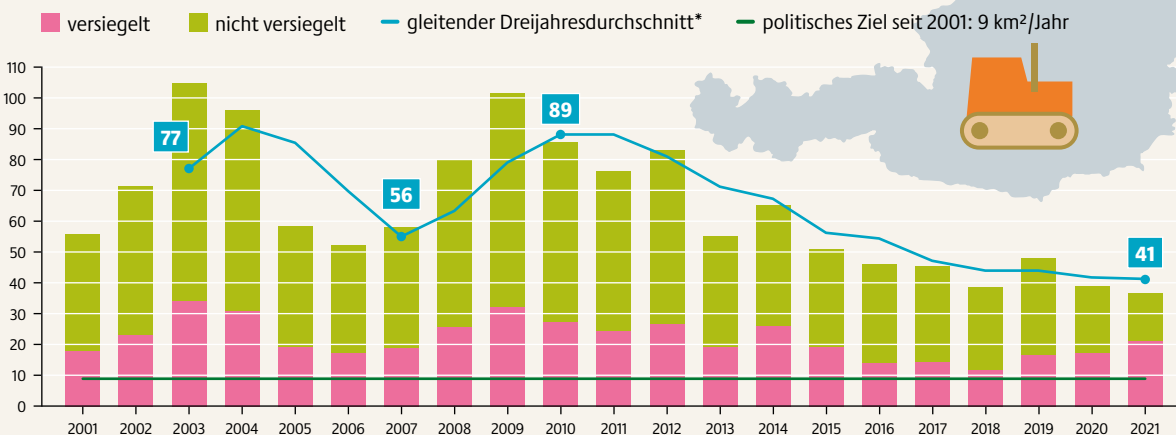
rung nur um 12 Prozent zugenommen hat. Eine bemerkenswerte Folge ist, dass wir hierzulande die höchste Anzahl an Supermärkten pro 100.000 Einwohner in der gesamten Europäischen Union haben. In Österreich beträgt die Verkaufsfläche pro Kopf 1,56 Quadratmeter, damit liegen wir im europäischen Vergleich im Spitzenfeld. Bundesweit werden aktuell 60 Lebensmittelgeschäfte pro 100.000 Einwohner\*innen gezählt, während es in Deutschland 40 sind, in Tschechien 26 und in Ungarn sogar nur 23.

Die hohe Supermarktdichte führt nicht etwa zu niedrigeren Lebensmittelpreisen als in Deutschland; sie liegen in Österreich sogar etwas höher. Erhalt und Betrieb sind gerade auch wegen der hohen Energiepreise enorme Kostenfaktoren. Je mehr Märkte, je mehr Verkaufsfläche, desto teurer. Diese Kosten zahlen am Ende die Konsumentinnen und Konsumenten. Zudem führten in den vergangenen Jahrzehnten die großzügigen Baugenehmigungen für Supermärkte am Ortsrand mit ihren riesigen Parkplätzen dazu, dass die Ortsränder zubetoniert und die Übergänge vom Siedlungs- zum Agrarland unwiederbringlich verschandelt wurden. Gleichzeitig führte diese Unordnung in der Raumordnung zur Verödung vieler Ortskerne.

Bei der neuen Flächeninanspruchnahme bleibt das Ausmaß der Versiegelung langjährig hoch – und steigt seit 2018 sogar wieder

## DER GROSSE FUSSABDRUCK DER BAUPOLITIK

Jährlicher Verlust biologisch produktiven Bodens für Siedlungen, Verkehr, Industrie und Handel, Sportflächen, Deponien usw. in Österreich in km<sup>2</sup>/Jahr

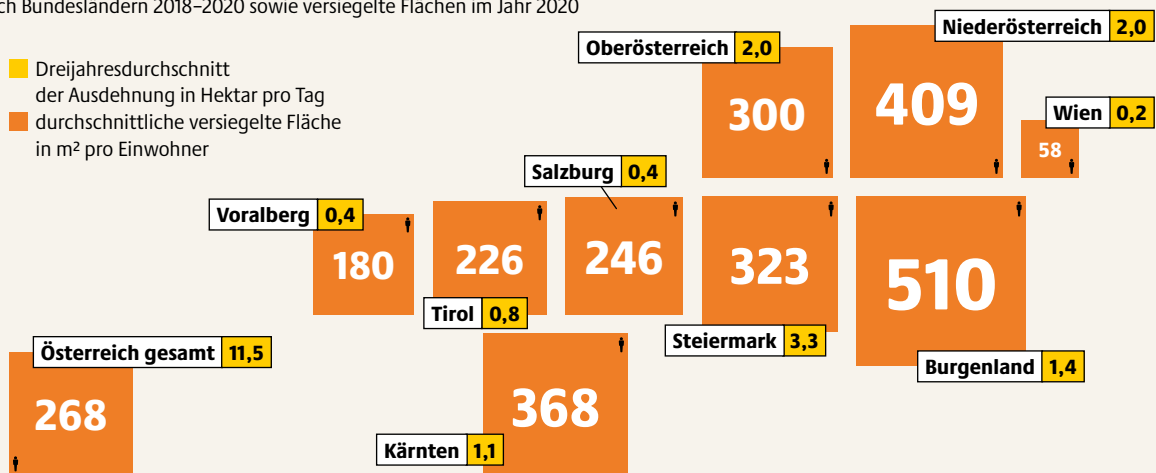


\*ermöglicht die Darstellung eines Trends mit mehrjährigen Großbauprojekten, die in einem Jahr abgerechnet werden

## GRIFF IN DIE NATUR

Durchschnittliche zusätzliche Flächen für den Dauersiedlungsraum in Österreich nach Bundesländern 2018–2020 sowie versiegelte Flächen im Jahr 2020

- Dreijahresdurchschnitt der Ausdehnung in Hektar pro Tag
- durchschnittliche versiegelte Fläche in m<sup>2</sup> pro Einwohner



© BODENATLAS 2024 / UMWELTBUNDESAMT

Unter den Bundesländern führen Niederösterreich, Oberösterreich und die Steiermark beim Bodenverbrauch. Im Jahrzehnt von 2010 bis 2020 lag dort die tägliche Flächeninanspruchnahme bei etwa 3 Hektar. Jedes dieser Bundesländer verbrauchte mehr Flächen, als es für ganz Österreich das Ziel ist. Die Situation rund um den Bodenverbrauch ist aber nicht aussichtslos. Es braucht allerdings dringend eine Trendumkehr, um das von der Bundesregierung festgelegte Ziel zu erreichen, nur noch 2,5 Hektar pro Tag neu zu bebauen. Das wäre ein Rückgang um über 75 Prozent.

Dabei sind einzelne Maßnahmen nicht ausreichend. Vielmehr ist nach den Prinzipien „Vermeiden“, „Wiederverwerten“ und „Minimieren“ zu handeln. Beim „Vermeiden“ geht es darum, besonders wertvolle Zonen – landwirtschaftliche Vorrangflächen – zu schützen. Wie das geht, macht die Schweiz vor, wo die produktivsten Landwirtschaftsböden für die Ernährungssicherung der Bevölkerung gesetzlich vor Verbauung geschützt sind. Zudem brauchen wir quantitative und damit messbare Zielwerte für die tägliche Flächeninanspruchnahme, die in der Raumordnungsgesetzgebung zu verankern sind. Nach dem Prinzip „Wiederverwerten“ bedarf es einer Revitalisierungsoffensive für leerstehende Immobilien, einerseits Förderungen und andererseits eine Leerstandsabgabe. Eine Abschätzung von 2004 ergab 3.000 bis 6.000 brachliegende Industrie- und Gewerbestandorte, 2017 waren es sogar 5.000 bis 10.000 Flächen. Mit leerstehenden Häusern ergeben das über 400 Quadratkilometer

Wohnen und Arbeiten statt Pflügen und Ernten: Überwiegend waren die neuen Flächen einmal Agrarflächen

Am weitesten fortgeschritten ist es im Burgenland: Immer mehr Verkehrswege, immer mehr Ansiedlungen. Ökologisch klug ist es nicht

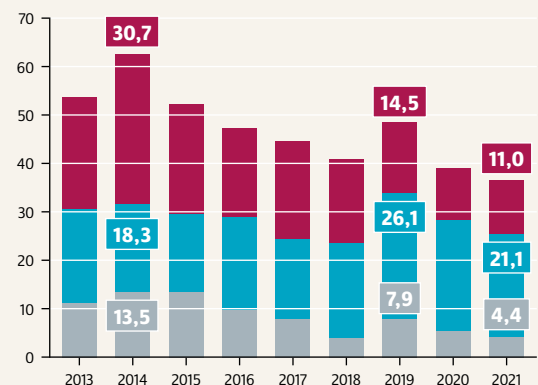
Fläche. Nach dem Prinzip „Minimieren“ ist außerdem ein vermehrtes Bauen in die Höhe und in die Tiefe erforderlich.

Dazu ist auch eine Stärkung der Raumordnungs-kompetenzen auf Länderebene notwendig. Die Kommunalsteuer auf Gemeindeebene steuert falsch. Denn Gemeinden mit hoher Flächenverbauung verdienen im Moment durch die Kommunalsteuer deutlich mehr Geld als jene, die unsere Umwelt schonen und weniger Boden verbrauchen. ●

## WIE ÄCKER UND WIESEN BESIEDELT WERDEN

Jährlicher Zuwachs der Flächeninanspruchnahme nach Sektoren, km<sup>2</sup> pro Jahr

- Betriebsflächen (Industrie, Handel, Logistik usw.)
- Bauflächen (Wohn-, Büro-, Schulgebäude usw.)
- Straßen



© BODENATLAS 2024 / UMWELTBUNDESAMT

# BENÖTIGTER, BEGEHRTER, UMKÄMPFTER BODEN

Böden spielen eine große Rolle für Klimaschutzmaßnahmen: als Kohlenstoff-speicher, als Fläche zur Aufforstung und für die Erzeugung klimaneutralen Treibstoffs. Doch solche landintensiven Projekte können zu Konflikten führen. Eine Lösung für diesen globalen Landnutzungswandel ist nicht in Sicht.

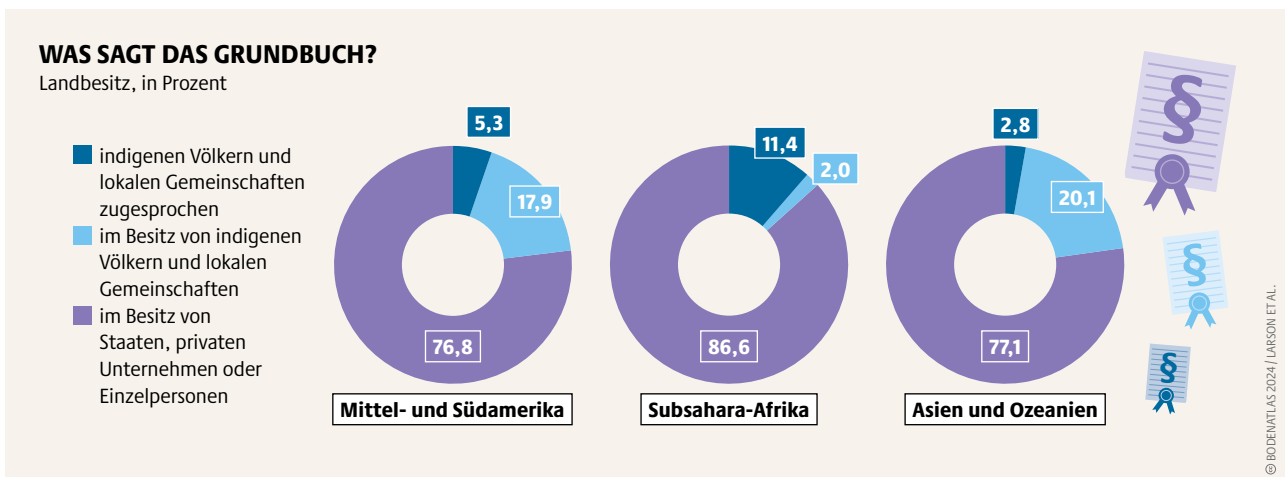
Im Zentrum des Pariser Klimaabkommens steht das Ziel, die durchschnittliche Erderwärmung auf möglichst 1,5 Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen. Die Versuche, die Wirtschaft zu einer klimaneutralen zu transformieren, beruhen auf der Annahme, dass erstens Emissionen deutlich reduziert und zweitens Treibhausgase wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) der Atmosphäre entnommen und gebunden werden müssen. Das zentrale Ziel dieses kombinierten Vorgehens ist das Erreichen der Netto-Null. Damit ist das Bestreben gemeint, die Emissionen klimaschädlicher Gase so weit wie möglich in Richtung Null zu reduzieren – und die unvermeidbare Menge an Treibhausgasen durch Speicherung in Bäumen, Böden oder durch andere Verfahren zu kompensieren. Gebunden werden könnten Treibhausgase zum Beispiel durch das „Carbon Capture and Storage“-Verfahren (CCS). Dabei soll CO<sub>2</sub> bei industriellen Prozessen abgeschieden, transportiert und in unterirdischen Lagerstätten gespeichert werden – anstatt es in die

Atmosphäre freizusetzen. Andere Möglichkeiten, um Klimagase zu binden, die die Zustimmung von Umweltverbänden finden, sind naturbasierte Maßnahmen: die Wiedervernässung von Mooren, der Schutz und das (Wieder-)Aufforsten von Wäldern sowie die nachhaltige Bewirtschaftung von Weiden und Agrarland.

Naturbasierte Klimaschutzmaßnahmen wie der Schutz von Wäldern oder die Bewaldung von Brachen werden von Staaten und Unternehmen im großen Maßstab als CO<sub>2</sub>-Kompensationsmaßnahme genutzt. Um ihre Emissionen auszugleichen, investieren auch große deutsche Unternehmen in landintensive Projekte – der Kosmetikhersteller Beiersdorf beispielsweise in Paraguay. Die nationalen Klimaschutzverpflichtungen fast aller Mitgliedstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen beinhalten naturbasierte Klimaschutzmaßnahmen, die einen Flächenbedarf von 1,2 Milliarden Hektar ergeben. Das entspricht fast der dreifachen Gesamtfläche der Europäischen Union.

Um dem Netto-Null-Ziel näher zu kommen, müssen auf etwa 550 Millionen Hektar beschädigte Ökosysteme restauriert werden – und auf etwa 630 Millionen Hektar wird voraussichtlich eine Änderung der Landnutzung erforderlich. Dies bedeutet beispielsweise die Umwandlung von Agrar- in Forstland, was in der Folge die bestehenden Landrechte etwa von Bäuer\*in-

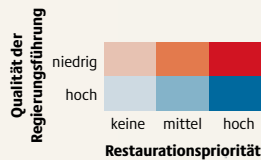
Oft ein Unterschied: Legitime und juristische Landrechte. Auch im Namen des Klimaschutzes wird Indigenen Boden streitig gemacht





## INVESTITION IN UMWELTSCHUTZ UNTER SCHWIERIGEN BEDINGUNGEN

Wahrnehmung der Qualität der Regierungsführung in Gebieten, die für Wiederbewaldung eine hohe Priorität besitzen



Zugrunde liegen die World Governance Indikatoren der Weltbank

© BODENATLAS 2024 / FRANKOTIMARIO

nen, Hirt\*innen und indigenen Gemeinschaften einschränken kann. Bereits in der Vergangenheit kam es zu Konflikten bei landintensiven Klimaprojekten, die Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung minimieren sollten. Es ist die menschenrechtliche Verpflichtung von Staaten, die Landrechte lokaler und indigener Bevölkerungen zu schützen. Das heißt, es bedarf gut funktionierender staatlicher und zivilgesellschaftlicher Strukturen, um Netto-Null-Maßnahmen verantwortungsbewusst umzusetzen.

Zu den Ländern, denen das größte Potential für naturbasierten Klimaschutz zugeschrieben wird, gehören beispielsweise die Demokratische Republik Kongo und Kolumbien. Dort sind staatliche Institutionen vor allem in ländlichen Regionen wenig präsent und oft kaum handlungsfähig. In den Anrainerstaaten des Kongobeckens und des Amazonas befinden sich riesige Regenwälder, die oft als Lungen des Planeten bezeichnet werden. Waldschutzprojekte verletzen dort immer wieder die Rechte lokaler und indigener Gemeinschaften. Wiederholt wurde beispielsweise der Zugang zu Wäldern und damit zu traditionellen Heilpflanzen, Nahrungsmitteln und Kulturstätten erschwert. Immer wieder kommt es auch zu gewaltsamen Vertreibungen bis hin zur gezielten Tötung von Menschen, die ihre Landrechte verteidigen.

Gegenwärtig ist kein umfassender internationaler Ansatz erkennbar, mit dem der Bedarf an Land regu-

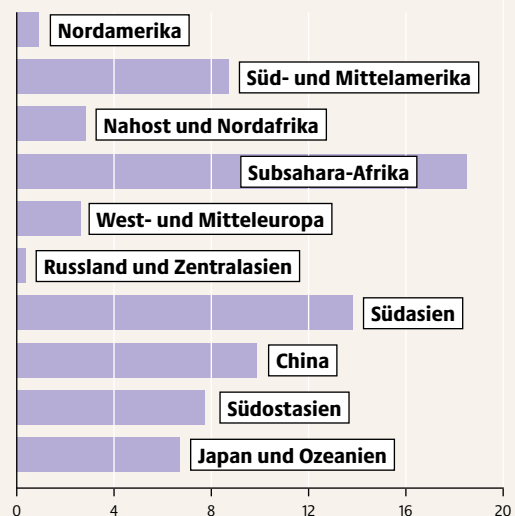
**Druck auf Land in Afrika: Viele dortige Staaten haben die stärkere Nutzung von Böden und Bäumen als Kohlenstoffspeicher versprochen**

**In vielen Ländern, die sich zum Schutz von Biodiversität verpflichtet haben, herrschen keine förderlichen Rahmenbedingungen für Wiederbewaldung**

liert werden könnte, der durch die Klimaziele entsteht. Der Schutz von Landrechten muss daher integraler Bestandteil zukünftiger Klimapolitik sein. Dabei geht es auch um das Erreichen der Klimaziele selbst. Wenn Landrechte nicht gesichert sind, entfallen die Anreize, den Kohlenstoff in Wäldern und Böden durch verantwortungsvolle Landnutzung zu halten. ●

## UNGLEICHE VERTEILUNG

Anteil an der globalen Fläche, die zur Restauration von Ökosystemen zugesagt wurde, nach Region in Prozent



© BODENATLAS 2024 / FBI



# HEIMAT DER UNSICHTBAREN

Das Ökosystem Wald, das die Hälfte Österreichs bedeckt, ist der größte heimische Klimaschützer. Doch der Waldboden als Kohlenstoffspeicher ist bedroht.

**W**ald bedeckt rund 48 Prozent der österreichischen Landesfläche. Tendenz steigend: In den Jahren 2000 und 2021 nahm die Waldfläche von 3,96 auf 4,01 Millionen Hektar zu. In den letzten zehn Jahren wuchs die Waldfläche um sechs Hektar täglich, vor allem auf früheren Agrarflächen in den gebirgigen Regionen im Westen Österreichs.

Basis für das gesamte Ökosystem Wald ist dabei der Boden, auf dem er steht. Schon in einem Kubikmeter Waldboden können viele Billionen Bakterien, Pilze und Algen sowie Millionen tierische Einzeller und Fadenwürmer vorkommen. Neben diesen Mikroorganismen besiedeln auch viele Tausend Milben, Springschwänze und Weißwürmer sowie in größerer Anzahl auch Regenwürmer, Spinnen, Pseudoskorpione, Asseln, Hundert-, Tausend- und Doppelfüßer und viele Insektenlarven den Waldboden. Größere Tiere wie Amphibien, Reptilien und Säugetiere kommen auch vor, allerdings in deutlich geringerer Zahl. Bodenlebewesen zersetzen Laub, Streu, Totholz und anderes organisches Material, setzen dabei Nährstoffe für Pflanzen frei und erzeugen neuen Waldboden. Wie schnell sie organische Substanz abbauen, ist abhängig vom Klima und der Witterung. Daher beeinflusst der Klimawandel diese Prozesse.

Intakter Waldboden wird nur zur Hälfte von Feststoffen gebildet, die andere Hälfte bilden Hohlräume. Diese Poren sind mit Luft oder Wasser gefüllt. Abgestorbene Wurzeln, Regenwürmer und Kleinsäuger sorgen für Grobporen im Boden. Kleinere Tiere wie Insekten schaffen Feinporen. Eine gute Verteilung unterschiedlicher Porendurchmesser sorgt für eine gute Durchlüftung und Wasserversickerung sowie -speicherung. Waldboden schützt daher gegen Überschwemmungen und Erosion sowie als Wasserspeicher bei länger anhaltenden Trockenperioden. Zudem sorgt die hohe Filterwirkung von Waldböden für eine gute Wasserqualität im Grundwasser. Außerdem trägt Kapillarwasser aus Feinporen, das aufsteigt und an der Oberfläche verdunstet, zum kühlen Mikroklima im Wald bei.

Neben den großen Kohlenstoffdepots in lebenden Baumbeständen, im Totholz und in der Streuschicht ist auch der Waldboden ein bedeutendes Kohlenstofflager. In den oberen 50 Zentimetern der österreichischen Waldböden sind etwa 490 Millionen Tonnen Kohlenstoff gespeichert. Im Vergleich dazu sind es in Acker- und Grünlandböden, die rund 30 Prozent der Landesfläche ausmachen, etwa 200 Millionen Tonnen Kohlenstoff, auf die gleiche Fläche umgerechnet also ein Drittel weniger.

Mehr als im Holz der Bäume ist Kohlenstoff im Waldboden gespeichert – etwa 120 Tonnen pro Hektar. Diese Kapazität hängt wesentlich von Bodenstruktur, Feuchtigkeit und Temperatur des Bodens ab. Höhere Temperaturen beschleunigen den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Waldbodens. Wünschenswert ist der Waldboden als Treibhausgassenke, indem also auch er wie die Bäume dazu beiträgt, die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre zu reduzieren. Ob der Waldboden in Österreich das noch erfüllt und in Zukunft erfüllen kann, ist aufgrund erhöhter Nutzung und dem Klimawandel allerdings fraglich. Wegen fehlender Daten können Veränderungen des Waldboden-Kohlenstoffvorrats bisher nur mit sehr großer Unsicherheit geschätzt werden. Seit 1990 dürfte der österreichische Waldboden aber bereits eine Netto-Emissionsquelle sein.

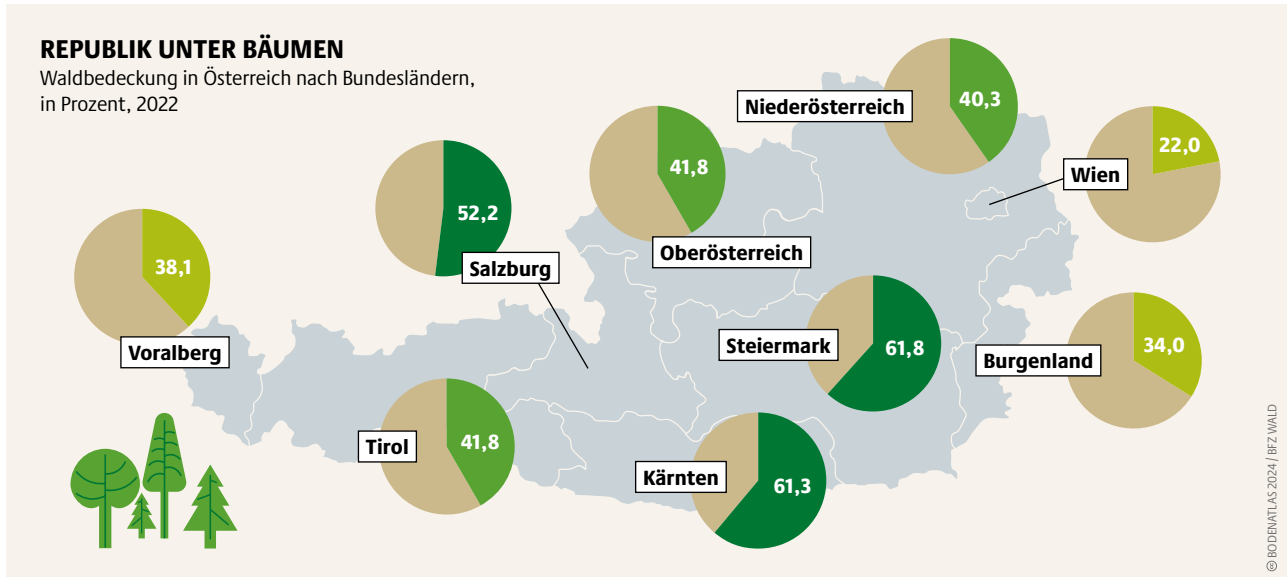
Steigende Holzernten sind mit größeren Schlagflächen verbunden. Sie legen den Boden frei und setzen ihn der Sonneneinstrahlung und Witterung aus. Dann bauen Mikroorganismen mehr organische Substanz



Die Artenvielfalt im Boden steigt mit der Artenvielfalt im Wald – und umgekehrt

## REPUBLIK UNTER BÄUMEN

Waldbedeckung in Österreich nach Bundesländern, in Prozent, 2022



ab und geben mehr CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre, statt den Kohlenstoff im Humus zu belassen. Nach großflächigen Holzernten oder Sturmschäden kommt es zehn bis zwanzig Jahre lang zu erhöhten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem frei liegenden Boden. Nach einem Schadereignis wird der Wald insgesamt schneller wieder zu einer Kohlenstoffsenke, wenn die Flächen nicht geräumt werden.

Die gängige Forstwirtschaftspraxis verändert maßgeblich die Zusammensetzung der Vegetation, was sich auf den Boden auswirkt. So führt etwa eine unnatürlich weite Verbreitung von Nadelforsten zu einer Versauerung von Böden. Dies senkt die Löslichkeit von Nährstoffen, hemmt Pflanzen an deren Aufnahme und senkt die mikrobielle Aktivität. Holzernte und -transport erfolgen häufig mit großen und schweren Maschinen, die den Boden für lange Zeit verdichten.

Durch einen 30-Tonnen-Harvester entsteht beispielsweise noch in 20 Zentimetern Bodentiefe ein Druck von mehr als 5 bar – dabei reichen schon 0,5 bar aus, um den Boden zu verformen. Durch den Druck wird das Porenvolumen verkleinert, somit die Bodenstruktur beschädigt und das Bodenleben beeinträchtigt. Weniger Poren bedeuten weniger Sauerstoff und mehr anaerobe Bakterien und Fäulnisprozesse. Dadurch nehmen klimarelevante Emissionen wie die von Lachgas und Methan zu. Fäulnisprozesse hemmen außerdem das Wachstum der Pilze, die mit Pflanzenwurzeln in Symbiose leben. Weniger Poren bedeutet auch eine Verschlechterung des Wasserhaushaltes und eine verminderte Filterfunktion sowie weniger Austausch zwischen Bodenschichten. Insgesamt sinkt die Bodenfruchtbarkeit. Der Druck schädigt auch die

Der Wald dehnt sich aus, wo die Bewirtschaftung von Äckern und Weiden unrentabel wird

Holznachfrage, Borkenkäfer, Trockenheit, Sturmschäden – viele Faktoren bestimmen die Ernte in den Wäldern Österreichs

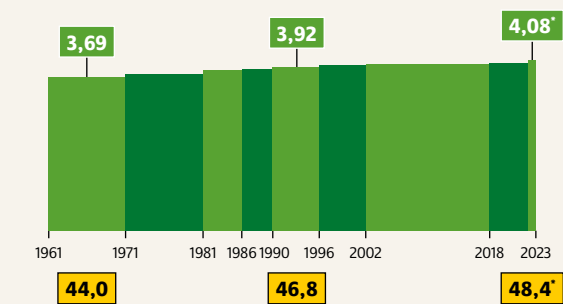
Wurzeln von Bäumen, die nicht gefällt werden, und es entstehen Eintrittspforten für Krankheitserreger und Parasiten. Der Boden ist umso anfälliger für Bodenverdichtung, je feuchter und feinkörniger er ist. Weil die Holzernte vor allem im Winter stattfindet, können die infolge der Klimaerwärmung selteneren Fröste die Bodenschäden noch weiter erhöhen.

Breite Reifen mit geringem Druck, eine höhere Anzahl an Rädern am Fahrzeug, der Einsatz von Reismatten oder Raupenfahrwerken können den Druck auf den Boden verringern. Eine bodenschonende Alternative zu den schweren Transportmaschinen sind Rückepferde, weil sie den Boden nicht flächig, sondern nur punktuell verdichten. Diese traditionelle Methode wird in Österreich vereinzelt auch weiterhin von Forstbetrieben und Waldbesitzer\*innen genutzt. ●

## UNUNTERBROCHENES WACHSTUM

Wald in Österreich

■ in Millionen Hektar ■ in Prozent der Landesfläche



\*Schätzung

© BODENATLAS 2024 / BFZ WALD

© BODENATLAS 2024 / BML

# FLUCH ODER SEGEN?

Weil Böden mehr Kohlenstoff als Wälder speichern, werden sie zunehmend als Klimaschutzinstrument diskutiert. Der Verkauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten soll den Aufbau von Kohlenstoff in Böden fördern. In der Realität droht er jedoch Emissionsreduktionen zu untergraben.

**B**öden speichern große Mengen Kohlenstoff. Schätzungen von 2017 gehen von 680 Milliarden Tonnen Kohlenstoff aus, die weltweit in den oberen 30 Zentimetern von Böden gespeichert sind. Zum Vergleich: Pflanzen – vor allem Wälder – speichern 560 Milliarden Tonnen Kohlenstoff. Der im Boden enthaltene Kohlenstoff wird maßgeblich im Humus gespeichert. Humus ist der organische Bestandteil des Bodens, der durch den Abbau von Pflanzen- und Tiermaterial entsteht. Damit werden Böden als natürliche CO<sub>2</sub>-Senke klimapolitisch interessant. Das sogenannte Carbon Farming zielt auf den Aufbau von Kohlenstoff in Böden ab. Nach Modellberechnungen könnten theoretisch weltweit 2 bis 5 Milliarden Tonnen pro Jahr in Böden gebunden werden. Dieses Potenzial hängt stark von der Entwicklung der Klimakrise selbst ab.

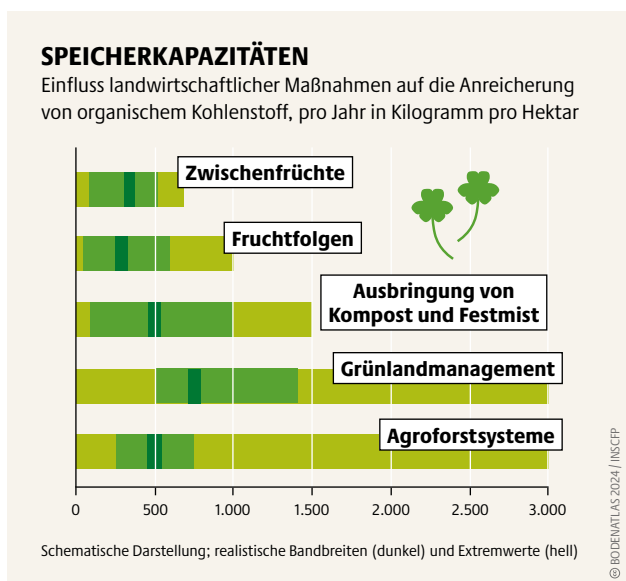
Zu Methoden des Carbon Farming zählen insbesondere Maßnahmen, die den Humusaufbau in Böden fördern sollen. Darunter fallen beispielsweise verbesserte Fruchtfolgen, Direktsaat oder Mulchen. Außerdem werden dem Carbon Farming auch die Wiedervernäs-

sung einst trockengelegter Moore und die Aufforstung entwaldeter Fläche zugerechnet – sowie die Agroforstwirtschaft, bei der Bäume und Ackerkulturen auf Flächen kombiniert werden.

Durch den Verkauf von Humuszertifikaten soll Carbon Farming finanziert werden. Mit diesen Zertifikaten, für welche die Europäische Union (EU) derzeit einen einheitlichen rechtlichen Rahmen erarbeitet, soll der Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) kompensiert werden. Das Prinzip ist simpel: Landwirtschaftliche Betriebe verpflichten sich, innerhalb eines bestimmten Zeitraums den Humusgehalt in ihren Böden durch bestimmte Methoden zu erhöhen. Für jede Tonne gespeicherten Kohlenstoffs erhalten sie ein Zertifikat. Unternehmen können diese Zertifikate kaufen und dadurch eigene Emissionen auf dem Papier ausgleichen. Auf solch einer Emissionskompensation basieren häufig jene Labels, die im Supermarktregal auf Produktverpackungen Klimaneutralität versprechen. Der Nutzen des Ganzen ist jedoch umstritten. Recherchen zeigen, dass viele Konzerne ihre Klimaschutzpläne maßgeblich auf CO<sub>2</sub>-Kompensation beschränken. Indem sie Zertifikate kaufen, können sie weiterhin Treibhausgase ausstoßen und trotzdem für sich Klimaneutralität beanspruchen. Zivilgesellschaftliche Organisationen sprechen deshalb von Greenwashing.

Der Kompensationsgedanke beruht darauf, dass jedes Zertifikat auch tatsächlich eine Tonne permanent im Boden gespeicherten Kohlenstoffs widerspiegelt. Doch um die Kohlenstoffbindung in Böden zu messen, fehlt es bislang an einer genauen und einheitlichen Methodik. Der Humusgehalt variiert selbst im gleichen Feld oft stark. Zudem ist unklar, ob der gespeicherte Kohlenstoff auch im Boden verbleibt. Damit er tatsächlich CO<sub>2</sub>-Emissionen kompensiert, müsste er mindestens für den gleichen Zeitraum gespeichert werden, wie das CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre verbleibt. Die langfristige oder gar permanente Speicherung im Boden kann jedoch nicht garantiert werden, da der Kohlenstoffgehalt im Boden leicht reversibel ist. Durch Änderungen in der Bewirtschaftung und Extremwetterereignisse, die durch die Klimakrise immer öfter auftreten, kann der Kohlenstoff jederzeit wieder freigesetzt werden.

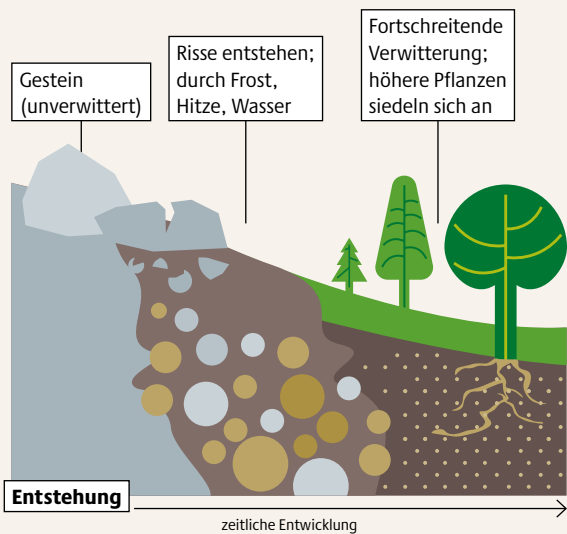
Aus der Kritik an den Zertifikaten hat sich daher die Idee entwickelt, einen Teil des gespeicherten Koh-



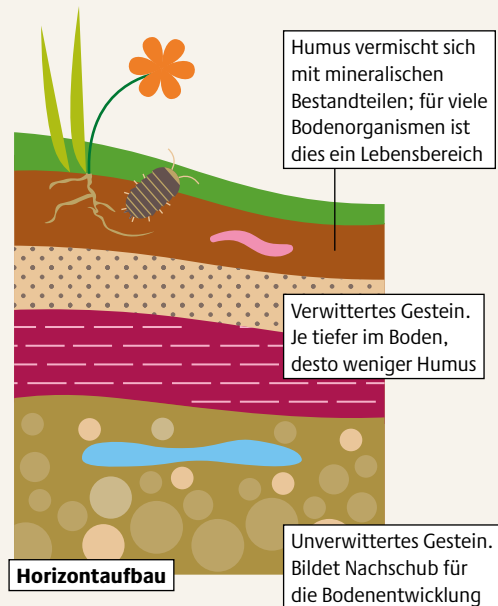
Nachhaltige Bodenbewirtschaftung kann CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre binden. Das ist gut für das Klima und fördert Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität

## SCHICHTWECHSEL

Entstehung und Aufbau von Boden in gemäßigten Zonen



Schematische Darstellung



© BODENATLAS 2024 / KLOHN, SCHROEDER, WINDHORST

lenstoffs als Reserve zu halten – anstatt sofort die gesamte Menge über Zertifikate zu verkaufen. Erfahrungen im Handel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten aus Waldschutz und Aufforstung zeigen, dass auch dieser Vorschlag mit großen Risiken verbunden ist: In Kalifornien haben Waldbrände in weniger als einem Jahrzehnt bereits 95 Prozent der Reserve von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten aufgebraucht. Eigentlich waren sie dafür bestimmt, die in den nächsten 100 Jahren durch Brände verursachte Wiederfreisetzung von Kohlenstoff zu kompensieren. Die Wiederfreisetzung von gebundenem Kohlenstoff in Böden wird mit zunehmender Erderwärmung immer wahrscheinlicher.

In Schottland und Australien lässt sich bereits beobachten, wie der Zertifikatehandel die Bodenpreise in die Höhe treibt und für junge und kleine Betriebe den Zugang zu Land noch weiter erschwert. Langjährige Erfahrungen mit Waldzertifikaten zeigen außerdem, dass die Möglichkeit, finanzielle Gewinne durch den Verkauf der Zertifikate zu erzielen, vielerorts auch zu Landgrabbing beigetragen hat. In Uganda zum Beispiel wurden laut Recherchen tausende Menschen für den Bau von Plantagen einer norwegischen Firma vertrieben, die Bäume für den CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel pflanzt. Der internationale Handel mit Kohlenstoffzertifikaten läuft damit Gefahr, neokoloniale Strukturen zu etablieren: Während er Konzernen aus reichen Ländern ermöglicht, ihre klimaschädlichen Geschäftsmodelle bei-

**Organischer Kohlenstoff ist Hauptbestandteil von Humus, der sich meistens im Oberboden findet. Dadurch ist er besonders anfällig für Extremwetterereignisse**

**Das Wort Humus kommt aus dem Lateinischen und bedeutet Erdboden. Er entsteht unter anderem, wenn Mikroorganismen organisches Material zersetzen**

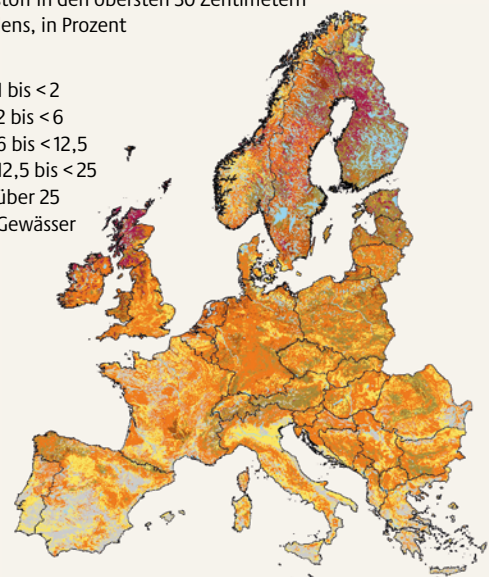
zubehalten, wird Menschen im Globalen Süden Boden und Land genommen.

Humusaufbau ist entscheidend für widerstandsfähige Ökosysteme, die Nahrungsmittelsicherheit gewährleisten. Die Förderung von Bodenschutzmaßnahmen sollte jedoch nicht zu Lasten von ambitioniertem Klimaschutz sowie Land- und Menschenrechten erfolgen. ●

## NUR OZEANE SPEICHERN MEHR

Kohlenstoff in den obersten 30 Zentimetern des Bodens, in Prozent

- 1 bis < 2
- 2 bis < 6
- 6 bis < 12,5
- 12,5 bis < 25
- über 25
- Gewässer



© BODENATLAS 2024 / EC

# BIODIVERSITÄT IST UNSERE LEBENSVERSICHERUNG

Boden ist knapp. Er wird nicht nur für Siedlungen, Industrie, Infrastruktur und Landwirtschaft genutzt. Platz braucht auch die Natur: Auf begrenzter Fläche muss daher nachhaltige Bodennutzung mit Klima- und Umweltschutz einhergehen.

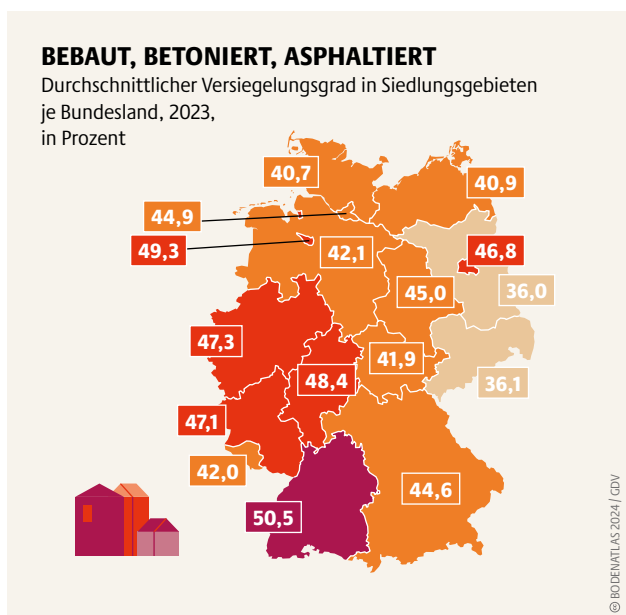
**B**iodiversität ist entscheidend für das Funktionieren von Ökosystemen und damit die Grundlage für gesunde Nahrung, sauberes Wasser, gute Luft und ein stabiles Klima. Diese Grundlage für unser Überleben ist bedroht. Die Vielfalt an Lebensformen auf der Erde, einschließlich Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, geht dramatisch zurück. Weltweit sind rund eine Million Arten vom Aussterben bedroht; allein rund 30 Prozent aller Pflanzenarten. Die Dunkelziffer liegt noch deutlich höher. Nach einem Bericht zur Lage der Natur in Deutschland sind rund 70 Prozent der untersuchten Lebensräume von der Ostsee bis zu den Alpen in einem ungünstig-unzureichenden oder sogar einem schlechten Zustand.

Eine Hauptursache des Artensterbens ist die Zerstörung und Verschlechterung natürlicher Lebensräume, getrieben durch Land- und Forstwirtschaft, Abbau und Nutzung von natürlichen Rohstoffen wie Metallen und

Kohle sowie Siedlungs- und Infrastrukturbau. Auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene wurden deswegen in den letzten Jahren diverse Initiativen gestartet, um die Natur wiederherzustellen und den ökologischen Zustand zu verbessern. Beispiele sind die europäische oder deutsche Biodiversitätsstrategie. International ist das Übereinkommen der Weltnaturkonferenz zu nennen, die 2022 in Montreal stattfand. Die 196 Teilnehmerstaaten haben sich dort unter anderem dazu verpflichtet, mindestens 30 Prozent der weltweiten Landes- und Meeresfläche bis 2030 zu schützen. Außerdem ist vorgesehen, 30 Prozent der geschädigten Flächen wiederherzustellen. In Deutschland sollen beispielsweise trockengelegte Moorflächen wiedervernässt, Auen renaturiert, oder Wirtschaftsforste zu Naturwäldern umgewandelt werden.

In öffentlichen Debatten werden Naturschutz und andere Nutzungsformen von Land und Boden immer wieder in Konkurrenz zueinander gesetzt. Ein aktuelles Beispiel ist die Beschleunigung von Planungsprozessen: Gesetzlich vorgegebene Umweltverträglichkeitsprüfungen sollen zu Gunsten eines schnelleren Baus von Infrastrukturprojekten eingeschränkt werden. Für viel Aufmerksamkeit sorgten 2021 die Proteste von Landwirt\*innen, die mit Treckern bis zum Bundeslandwirtschaftsministerium fuhren, um gegen eine strengere Düngeverordnung und Insektenschutzstrategien zu protestieren. Dieses Beispiel legt nahe, dass mehr Naturschutz nur gelingen kann, wenn er von den Betroffenen getragen wird – und soziale und wirtschaftliche Vorteile bringt. Dafür muss Umweltschutz bei unterschiedlichen Formen der Bodennutzung stärker mitgedacht werden. Innovative Modelle, die verschiedene Nutzungsformen kombinieren, können naturverträglich gestaltete Agri- oder Biodiversitäts-Photovoltaik-Anlagen sein, also die gleichzeitige Nutzung von landwirtschaftlichen oder Naturschutzflächen für Solarenergie.

Landwirtschaftliche Betriebe müssen stärker beim Umweltschutz unterstützt werden. Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) könnte als Förderinstrument der Europäischen Union (EU) Ökosystemleistungen auf



Ob durch Straßen, Häuser, sonstige Infrastruktur: Versiegelter Boden kann kein Wasser mehr speichern – und ist luftdicht abgedeckt. Das Bodenleben erstickt



## VIELE VORZÜGE

Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen

### Schutz des Waldes

Verbessert Rückhalt des Wassers und Abflussregulierung des Bodens; fördert biologische Vielfalt. Erhält physikalische Bodeneigenschaften

### Wiederbewaldung

Fördert die Bodenfauna, führt zu größerer Widerstandsfähigkeit gegen Dürre und verbessert den Wasserrückhalt

### Bäume im Ackerland

Fördert Artenvielfalt, vernetzt Lebensräume. Bietet Erosionsschutz, reichert Wasser mit Nährstoffen an und bindet Schadstoffgase

### Anbau von Deckfrüchten

Verbessert Fruchtbarkeit des Bodens. Verringert Wasserbedarf und Erosion

### Grünland schützen

Dient Hochwasserschutz und hält bei nachhaltiger Bewirtschaftung den Wasserhaushalt aufrecht. Erhält Lebensraum für nistende Vögel

### Schutz und Wiedervernässung von Mooren

Erhält Lebensraum für spezialisierte Arten. Filtert Schadstoffe, schützt vor Überschwemmungen. Stoppt CO<sub>2</sub>-Emissionen und speichert Kohlenstoff

© BODENATLAS 2024 / BOSSIO ET AL.

ihren Flächen besser honorieren. Dafür muss die GAP umgestaltet werden. Durch eine Revitalisierung der Natur können Ökosystemleistungen gestärkt werden, die letztlich allen Nutzer\*innen zugutekommen. Mehr Hecken sorgen zum Beispiel für Erosionsschutz, intakte Auen und Moore sind Wasserspeicher. Die landwirtschaftliche Nutzung nasser Moore mit sogenannten Paludikulturen verspricht nachhaltige Bewirtschaftung, beispielsweise durch Haltung von Wasserbüffeln oder Anbau von Rohrkolben und Schilf als Baustoffe. Naturschutz und Landnutzung sind kein Gegensatz, sondern können in Einklang gebracht werden.

Damit die Ziele zum Schutz der Biodiversität erreicht werden können, braucht es neben mehr Beachtung von Umweltschutz in der Landwirtschaft einen Stopp für Versiegelung und industriellen Bodenverbrauch sowie eine Begrenzung des Ressourcenverbrauchs. Derzeit werden täglich 55 Hektar für Siedlungen und Verkehrsinfrastruktur umgewidmet. Konkrete Schutzmaßnahmen sollten in der anstehenden Novellierung des Bundesbodenschutzgesetzes aufgenommen werden. Bodenschutz darf nicht mehr hinter anderen Fachgesetzen anstehen und das Vorsorgeprinzip, also die Verhinderung von schädlichen Bodeneingriffen, muss stärker berücksichtigt werden. Der Verbrauch von Fläche könnte dadurch begrenzt werden, dass Bodenschutz in einem Ressourcenschutzgesetz einbezogen wird, das die Nutzung von Rohstoffen und den Ressourcenverbrauch Deutschlands gerechter

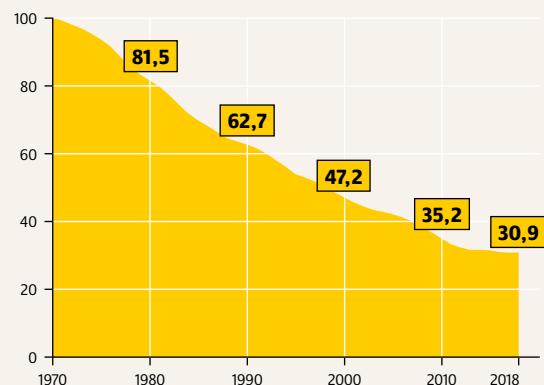
**Umweltverschmutzung, Entwaldung, Klimakrise:**  
Die Menschheit hat seit dem Jahr 1970  
69 Prozent der Wirbeltierbestände vernichtet

**Klimaschutz erhält nicht nur den Kohlenstoffgehalt im Boden. Er verbessert auch die Artenvielfalt, die Luft, die wir atmen, und das Wasser, das wir trinken**

regelt. Dazu müsste es verbindliche Reduktionspfade geben, deren Einhaltung kontrolliert wird und die bei Zielverfehlungen Sanktionen nach sich ziehen. Ziele müssen dabei ein geringerer Flächenverbrauch und der Erhalt der Bodenfunktionen sein. Denn die Versiegelung für Straßen, Industrie und Siedlungen bedeutet Zerstörung von Böden und Ökosystemen – und Biodiversitäts- und Naturschutz funktioniert nur auf gesunden Böden. Dem Naturschutz Raum in Flächen- und Bodennutzungsformen einzuräumen, erhält also auch unsere Lebensgrundlage. ●

### GRADMESSER FÜR ÖKOLOGISCHE KRISEN

Globale Bestände von Säugetieren, Vögeln, Fischen, Reptilien und Amphibien, in Prozent



© BODENATLAS 2024 / WWF

# WIEGE DER GEGENWART

Im 16. Jahrhundert löst sich in Europa langsam die feudale Agrarstruktur auf: Viele Bäuer\*innen werden enteignet und Böden fortan anders bewirtschaftet. Diese Entwicklung geht einher mit enormen Produktivitätssteigerungen, aber auch mit ökologischen Problemen und Gewalt.

Im Feudalismus waren viele Bäuer\*innen Leibeigene: Sie waren gezwungen, einen Teil ihrer Ernte an den Feudalherren abzutreten. Den anderen Teil konnten sie für sich und ihre Familien behalten. Mancher Boden wurde auch als sogenannte Allmende gemeinschaftlich bewirtschaftet, z.B. als Weidefläche. Mit der Durchsetzung des Kapitalismus änderte sich das – und die Geschichte der modernen Bodennutzung in Europa begann. Ausgehend von England geschah dies zunächst durch die gewaltsame Verdrängung von vielen Bäuer\*innen, während die Allmende privatisiert wurde.

Das Land war zur Ware geworden und wurde nun mit Fokus auf Profit bestellt. Diese Entwicklung ging einher mit einer enormen Steigerung der Produktivität: Zwischen 1600 und 1750 verdoppelten sich in England vielerorts die Erträge von Weizen und Gerste. Denn der Anbau von Klee diente als Stickstoffquelle und Futterpflanzen ermöglichten es, das Vieh im Stall zu halten. Dadurch ließ sich mehr Dung gezielter auf dem Acker einsetzen, es wurde zudem ehemaliges Weideland für den Ackerbau frei. Die hier angesammelten Nährstoffe der Viehausscheidungen trugen kurzfristig zu den

Ertragssteigerungen bei. Nach 1750 begannen die Erträge jedoch zunehmend zu stagnieren. Im frühen 19. Jahrhundert zeichnete sich in England angesichts der wachsenden Bevölkerung in den Städten eine ernsthafte Krise der Nahrungsmittelversorgung ab. Zugunsten kurzfristiger Profite wurde der Boden oftmals übernutzt, worunter seine Fruchtbarkeit litt – zwischen 1830 und 1870 das zentrale ökologische Problem in Europa und Nordamerika.

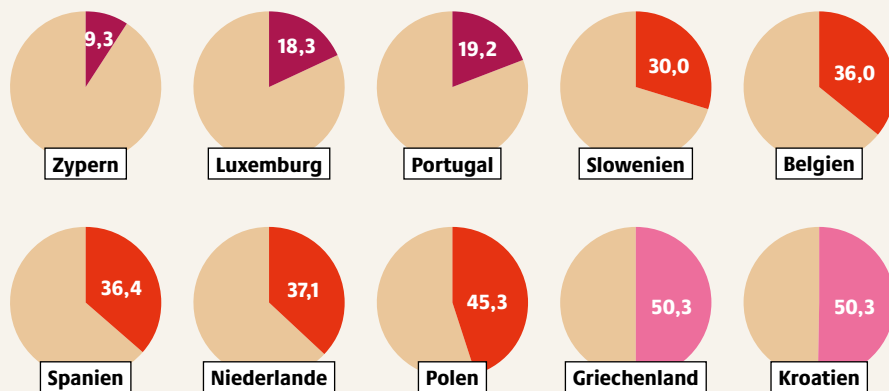
Abhilfe schaffte die Zufuhr externer Nährstoffquellen. Als Quelle dieser Dünger dienten zunächst organische Stoffe, vor allem Knochenmehl und Guano – an der südamerikanischen Küste abgelagerte Ausscheidungen von Seevögeln. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurden in Europa vermehrt mineralische Ressourcen genutzt: Stickstoffhaltiger Salpeter aus Südamerika, Phosphatgestein aus Südeuropa, Florida und Nordafrika. Auch Kalisalze aus dem preußischen Strassfurt wurden verwendet. Die agrochemische Forschung von Justus von Liebig und anderen bildete die wissenschaftliche Grundlage für diese globale Organisation von Nährstoffflüssen in einem System, in dem die natürlichen Kreisläufe nicht mehr geschlossen und Nährstoffe nicht wiederverwertet werden. Das war die Geburtsstunde der Düngerindustrie.

Nährstoffkreisläufe wurden auch da durchbrochen, wo Europäer im Zuge der gewaltsamen Kolonisierung

Schlecht für das Klima: In vielen Ländern entweicht ein großer Teil des Stickstoffs, der mit Dünger auf dem Feld ausgebracht wird

## GROSSER VERLUST

Anteil des Stickstoffs, der nach Düngerausbringung von den Anbaufrüchten aufgenommen wird, 2014, in Prozent

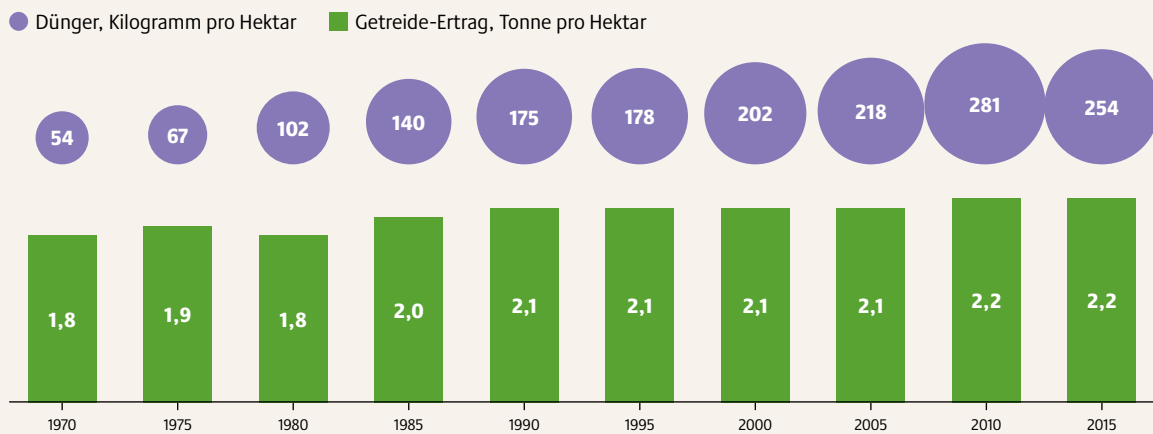


Aufgeführt sind die 10 Mitgliedstaaten der Europäischen Union mit der schlechtesten Nutzungseffizienz



## VIEL HILFT VIEL? VON WEGEN!

Entwicklung von Düngereinsatz und Ernteertrag am Beispiel Indien



© BODENATLAS 2024 / BISWAS, SHARMA

Monokulturen wie Zuckerrohr etabliert und Nährstoffe aus dem Boden gezogen haben, die nach Europa verschifft wurden. Im 19. Jahrhundert waren es vor allem Siedlungskolonien, wie Nordamerika und Australien, die mit ihren fruchtbaren Böden für hohe Erträge und günstigen Weizen in Europa sorgten. Auch dies schaffte Abhilfe gegen die drohende Nahrungsmittelkrise. Durch die einseitige Bewirtschaftung waren nach einigen Jahrzehnten auch dort die Böden ausgelaugt.

Das 20. Jahrhundert begann mit einer technologischen Revolution. Das im deutschen Kaiserreich entwickelte Haber-Bosch-Verfahren ermöglicht die synthetische Produktion von Stickstoffdünger – der zuvor eine knappe, heftig umkämpfte Ressource darstellte, wie der Salpeterkrieg in Südamerika um 1880 zeigte. Das neue Verfahren ist allerdings höchst energieintensiv: Es macht heutzutage etwa 5 Prozent des industriellen Kohlebedarfs und etwa 20 Prozent des industriellen Gasbedarfs aus. Besonders die USA haben ab den 1930er-Jahren als Teil einer breiten Industrialisierung der Landwirtschaft die Nutzung synthetischer Dünger gefördert. Ab den 1960er-Jahren exportierten sie das gesamte Technologiepaket der industriellen Landwirtschaft: Pestizide, gezüchtetes Saatgut und chemische Dünger. Diese sogenannte Grüne Revolution erreichte bald weite Teile Lateinamerikas und Asiens – und trug dazu bei, zwischen 1950 und 1990 die durchschnittlichen globalen Erträge zu verdoppeln. Seit der Jahrtausendwende werden die ökologischen Folgen wie ausgelaugte Böden, Verunreinigung von Gewässern und Biodiversitätsverlust deutlich. Auch stagnieren die Erträge vielerorts, vor allem in der europäischen Weizenproduktion.

In Europa geht immer mehr fruchtbarer Boden verloren. Häufig verliert er seine ökologischen Funktionen durch zu intensive Landwirtschaft

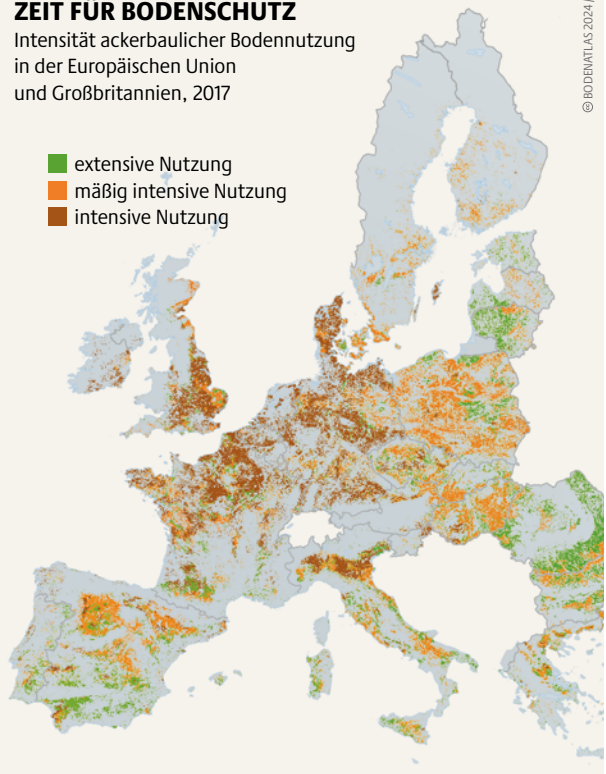
Mehr Dünger bedeutet nicht zwingend höhere Erträge. Aber: höhere Kosten und Umweltschäden

Um diesen Problemen dauerhaft entgegenzuwirken, braucht es statt neuer Technologie einen Paradigmenwechsel: weniger externe, synthetische Dünger und mehr lokales Nährstoffrecycling durch Kompost und Trockentoiletten, Fruchtfolgen und Gründüngung, sowie eine Stärkung agrarökologischer Anbaumethoden. ●

## ZEIT FÜR BODENSCHUTZ

Intensität ackerbaulicher Bodennutzung in der Europäischen Union und Großbritannien, 2017

- extensive Nutzung
- mäßig intensive Nutzung
- intensive Nutzung



© BODENATLAS 2024 / IEA

# ARTENREICHER BODEN, GESUNDER DARM

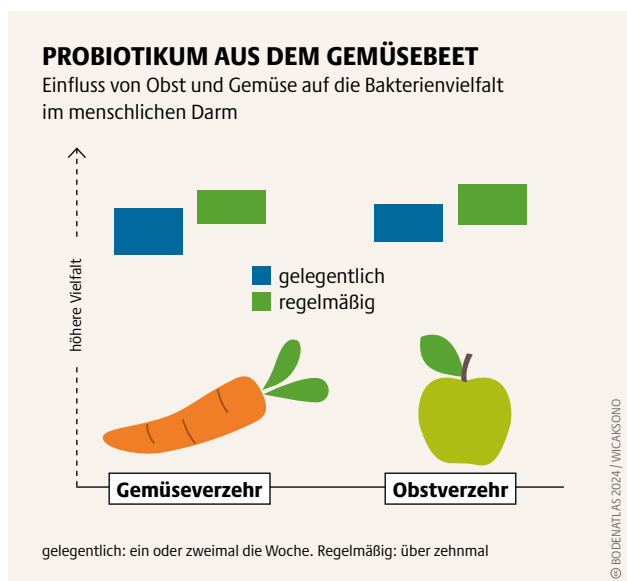
Das Wohlbefinden des Menschen hängt eng mit Tieren, Pflanzen, Umwelt zusammen. Unser Körper braucht Mineralstoffe und nützliche Mikroben aus dem Boden – je größer die Vielfalt im Boden, desto besser für uns. Für eine gesunde Ernährung braucht es also auch gesunde Böden.

Im menschlichen Körper wie im Boden und in Pflanzen siedeln Milliarden von Bakterien, Pilzen, Viren und Einzellern. Sie bilden im Darm des Menschen das Darmmikrobiom und im Wurzelbereich der Pflanze das Bodenmikrobiom. Das Darmmikrobiom beeinflusst den menschlichen Stoffwechsel und das Bodenmikrobiom über die Wurzel den Stoffwechsel der Pflanze. Die Viren, Pilze und Bakterien im Darm wirken mit bei der Verarbeitung von Nahrungsmitteln und schützen vor Krankheitserregern. Dabei sind das pflanzliche und das menschliche Mikrobiom miteinander quasi verbunden, weil Darm und Wurzelbereich von ähnlichen Bakterien bewohnt werden. Gemüse und Obst sind nicht nur deswegen so gesund, weil sie Vitamine, Mineralien und Ballaststoffe enthalten, sondern auch, weil sie gesundheitsförderliche Mikroben liefern. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Nahrung möglicherweise einen größeren Einfluss auf die

Zusammensetzung des Darmmikrobioms hat als die Gene des Menschen. So weisen Mitglieder derselben Familie, die an verschiedenen Orten leben, größere Unterschiede in ihrem Mikrobiom auf als genetisch nicht verwandte Personen, die im selben Haushalt leben und einen ähnlichen Lebens- und Ernährungsstil pflegen.

Ein vielfältiges, gesundes Mikrobiom der Böden, auf denen Obst- und Gemüsepflanzen, Getreide und Kräuter wachsen, ist daher für die menschliche Gesundheit wichtig. Das Wechselspiel von Mikroorganismen und Pflanzen beeinflusst die Qualität, den Geschmack und die Textur der Lebensmittel. Hauptsächliche Quelle nützlicher Mikroben für Pflanzen ist der Boden. Eine Vielfalt an jeweils spezialisierten Mikroben im Wurzelbereich der Pflanze, auf Blattoberflächen sowie im Inneren der Pflanze erhöht die Effizienz der Nährstoffnutzung und damit den Ertrag. Zudem machen sie die Pflanze auch widerstandsfähiger gegen Insekten, schädliche Bakterien und Pilze und können sogar gegen Fadenwürmer oder Virusinfektionen schützen. Allerdings sind die nützlichen Mikroben im Boden vielfältigen Bedrohungen ausgesetzt. Pestizide gegen Beikräuter, Insekten oder Pilze schädigen Organismen in und auf Böden. Beeinträchtigt werden sie auch durch den Einsatz von Mineraldünger, Erosion, Temperaturveränderungen und Dürren, die im Kontext der Klimakrise zunehmen. Dadurch fehlen Nutzpflanzen heute viele ihrer wichtigen Symbiosepartner wie Pilze und Bakterien.

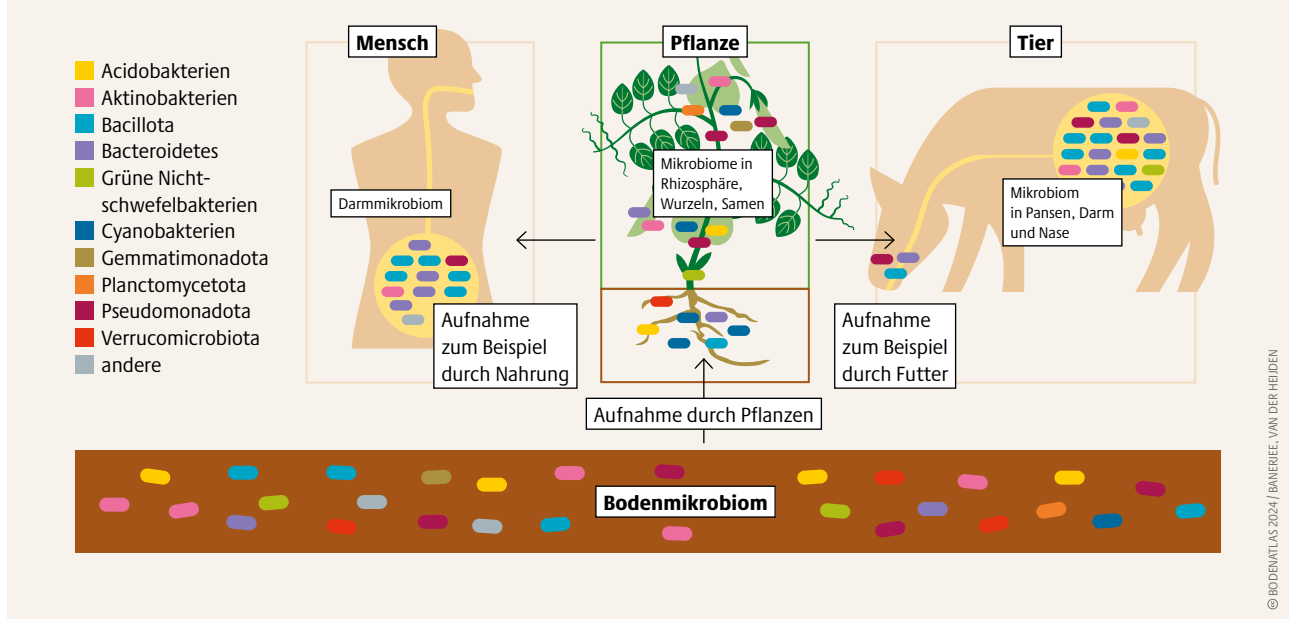
Die schädigende Wirkung von Pestiziden auf das Bodenmikrobiom ist für Glyphosat gut nachgewiesen. Das Herbizid wird seit mehr als 40 Jahren in der Landwirtschaft eingesetzt und hemmt bei Pflanzen ein Enzym, das für die Synthese von Aminosäuren verantwortlich ist. Dieses Enzym, die sogenannte EPSP-Synthase, ist in allen Pflanzen vorhanden, aber nicht im Menschen – das macht es für die Landwirtschaft so attraktiv. Eine Reihe von Berichten zeigt allerdings, dass Glyphosat sich negativ auf nützliche Mikroben in Boden, Wurzelumgebung und Pflanzengewebe auswirken kann. Solche Prozesse wurden auch im Darmmikrobiom des Menschen beobachtet; so hemmt Glyphosat



**Eine hohe Bakterienvielfalt im Darm stärkt das Immunsystem und fördert die Widerstandsfähigkeit des ganzen menschlichen Organismus**

## GEMEINSCHAFT DER VIELEN

Zusammenwirken von Boden, Pflanzen, Tieren über Mikrobiome



die Bakterien Bifidobacterium und Enterococcus. Der menschliche Körper ist auf Mineralstoffe aus dem Boden angewiesen. Ein lebenswichtiges Spurenelement ist Selen, das körpereigene Abwehrkräfte stärkt. Der Mensch nimmt Selen zum Beispiel durch Getreide auf. Die Konzentration von Selen in der Pflanze ist vom Vorkommen im Ackerboden abhängig. Trockene Äcker weisen im Schnitt niedrige Selenkonzentrationen auf, so dass die Klimakrise mit ausgeprägten Trockenperioden den Selenmangel in der Nahrung zu befördern droht. Gravierender Selenmangel kann zu Fehlfunktionen des Herzmuskels und zu Wachstumsstörungen bei Kindern führen.

Der Mensch kann nur elf der 20 Standardminosäuren selbst herstellen – die anderen neun sowie alle 13 essenziellen Vitamine müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Die meisten dieser Aminosäuren und Vitamine stammen aus Obst und Gemüse, aus Fleisch, Eiern, Milchprodukten. Einige wesentliche Verbindungen aber werden von Mikroben produziert. So kann das Vitamin B12 weder von Pflanzen noch von Tieren selbst gebildet werden, sondern nur im Mikrobiom von Pflanzen oder im Darm von Wiederkäuern. Dies ist ein Beispiel für die Produktion von Aminosäuren und Vitaminen durch Mikroben; abgesehen davon synthetisieren sie auch sekundäre Pflanzenstoffe und Chemikalien und Medikamente wie Antibiotika. Werden diese Abläufe behindert oder die synthetisierten Stoffe vernich-

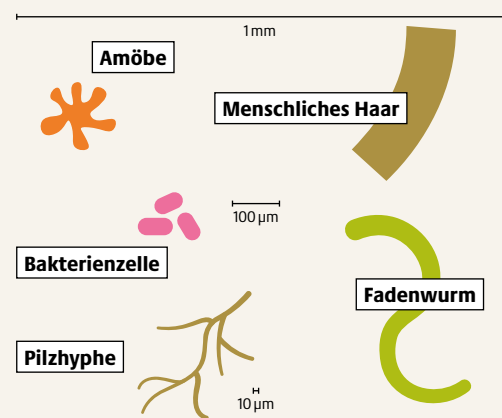
Tausende Arten von Mikroorganismen leben in einem Gramm Boden. Ein Teelöffel voll Erde allein beherbergt 200 Meter Pilzfäden

Böden sind ein Eckpfeiler unserer Gesundheit. Sie sind Quelle für nützliche Mikroorganismen, über die wir mit Pflanzen und Tieren verbunden sind

tet – etwa durch Chemikalien, die Früchte und Gemüse auf langen Transportwegen schützen sollen, werden auch nützliche Mikroorganismen entfernt. Dies führt langfristig zu Störungen des Darmmikrobioms. Es kann verschiedene Magen-Darm-Erkrankungen auslösen und zur Entwicklung von Immunerkrankungen, Diabetes, Fettleibigkeit oder chronischen Nierenerkrankungen beitragen. Um das zu verhindern und die menschliche Gesundheit zu fördern, braucht es gesunde Nahrungsmittel. Und dafür gesunden Boden. ●

## MINIATURWUNDERLAND

Größe von Bodenorganismen im Vergleich



# MYTHEN MIT NEBENWIRKUNGEN

Die derzeitigen Anwendungen von synthetischen Pestiziden sind übertrieben, unverantwortlich und nicht nachhaltig. Die Stoffe landen in Böden, im Wasser und in der Luft.

**E**in weitverbreiteter und von der Agrochemie-Industrie befeuerter Mythos besagt, dass wir ohne den Einsatz von synthetischen Pestiziden nicht genug Nahrungsmittel produzieren können. Infolgedessen hat sich die sogenannte konventionelle Landwirtschaft sehr stark von synthetischen Pestiziden abhängig gemacht. Das zur Verfügung stehende Arsenal an Insektiziden, Herbiziden und Fungiziden ist riesig. Allein in Österreich sind Hunderte chemisch-synthetische Pestizidwirkstoffe zugelassen, von denen pro Jahr rund zwei Millionen Kilogramm (Stand 2021) auf den Feldern ausgebracht werden.

Obwohl gerne betont wird, dass nur „so wenig wie möglich, so viel wie nötig“ an Pestiziden verwendet werden, finden sich Pestizidrückstände praktisch in al-

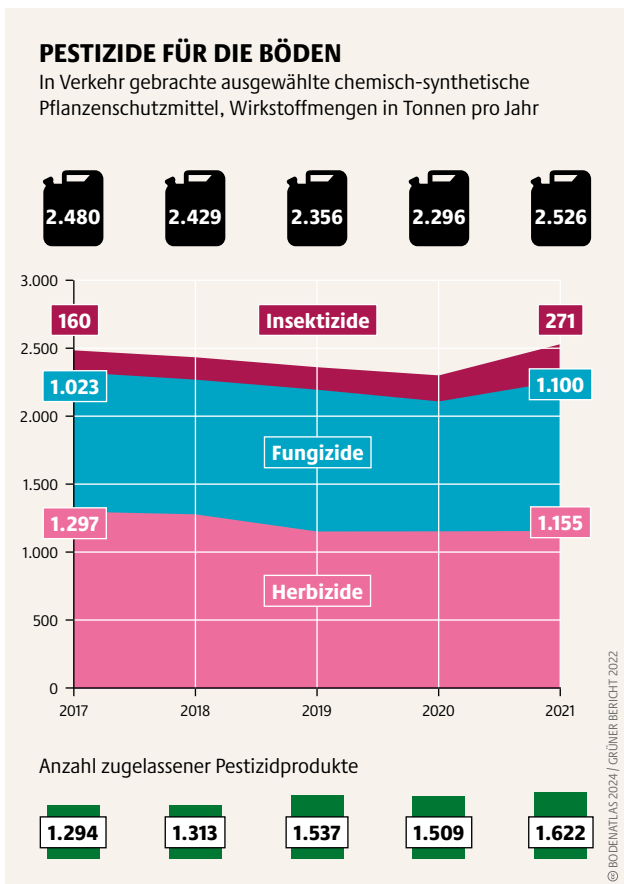
len Böden Europas und auch weltweit. Die häufigsten und am höchsten konzentrierten Pestizide in Böden waren das Herbizid Glyphosat (und sein Abbauprodukt AMPA), das seit Jahrzehnten verbotene Insektizid DDT und mehrere Fungizide (Boscalid, Epoxiconazol und Tebuconazol).

In Böden kommen mehr als 50 Prozent der weltweit bekannten Arten vor. Sie gehören daher zu den Ökosystemen mit der höchsten Biodiversität. Das Bodenleben ist so reichhaltig, dass eine Schaufel davon weit mehr lebende Organismen enthält, als es Menschen auf der Erde gibt. Was das Bodenleben leistet, kann kaum überschätzt werden: Zehntausende Arten von wirbellosen Tieren, Bakterien und Pilzen filtern Wasser, recyceln Nährstoffe, wirken bodenbürtigen Krankheitserregern entgegen, bauen Humus auf, binden Treibhausgase und regulieren das Klima. Der Boden ist also nicht nur das Substrat, in dem wir unsere Lebensmittel anbauen, unsere Häuser bauen (und oft unseren Müll deponieren), sondern vor allem eine nicht erneuerbare Ressource, von der das Wohl der Menschheit abhängt.

Pestizide wiederum sind dafür gemacht, in Lebensprozesse einzugreifen oder Organismen zu töten. Daher können Pestizidrückstände in Böden verheerende Folgen haben. Viele wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass Pestizide selbst bei den empfohlenen Dosierungen sowohl die Artenvielfalt als auch die Menge an Bodentieren negativ beeinflussen. Am schädlichsten sind Pestizidcocktails aus mehreren Wirkstoffen, wobei die Studien belegen, dass die Nebenwirkungen im Boden sehr lange andauern.

Bei der Beschreibung solcher möglichen Nebenwirkungen wird oft ein weiterer Mythos strapaziert, nämlich jener der spezifischen Wirkung von Pestiziden. Tatsächlich sind sowohl die Wirkungen auf Zielorganismen als auch die Nebenwirkungen auf Nicht-Zielorganismen alles andere als spezifisch. So hat beispielsweise Glyphosat, das weltweit am häufigsten verwendete Herbizid, auch zahlreiche direkte und indirekte Auswirkungen auf das Bodenleben. Es wirkt negativ auf Regenwürmer und andere Bodentiere sowie auf Bodenmikroorganismen, und es kann Schadpilze fördern, die Pflanzenkrankheiten auslösen.

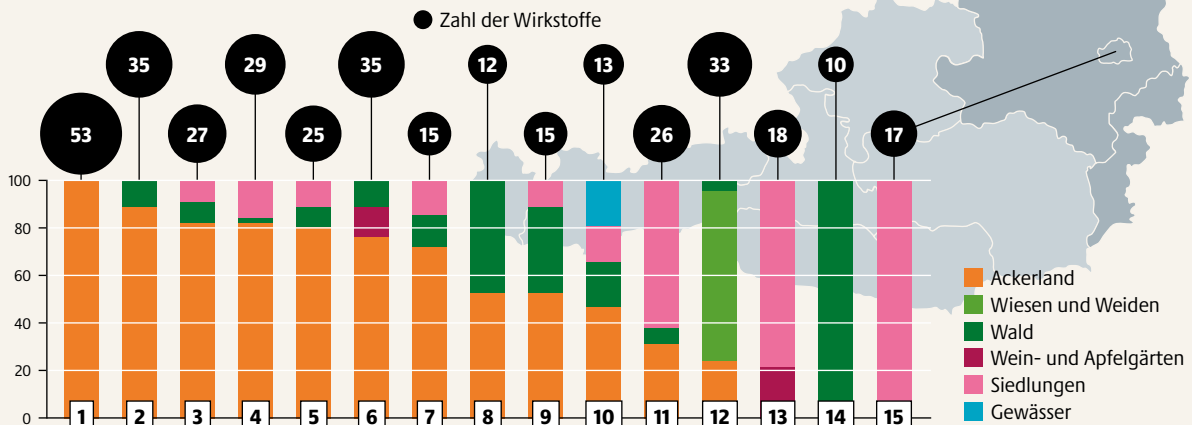
Glyphosat kann auch die Nährstoffversorgung und die Abwehrkräfte von Kulturpflanzen gegen Krankhei-



Die Nachfrage nach Pestiziden geht trotz der negativen Nebenwirkungen nicht zurück. Zugleich schrumpft noch die Agrarfläche

## PESTIZIDE IN DER ATEMLUFT

Wirkstoffe aus Pflanzenschutzmitteln, die an 15 Orten im östlichen Österreich in 1,8 Metern in der Luft nachgewiesen wurden, und Landnutzung im Radius von 1 Kilometer um den Messpunkt, 2020, in Prozent



Nr. 15 lag im Zentrum Wiens, Nr. 12 und 14 lagen in Nationalparks. Genauere Ortsangaben unterblieben, um die Privatsphäre der Grundstückseigentümer\*innen zu schützen.

© BODENATLAS 2024 / ZALLER ET AL.

ten beeinträchtigen, und das selbst noch Monate nach der Anwendung. Diese Auswirkungen auf das Bodenleben beeinflussen die Wasserinfiltration bei starken Regenfällen und die Auswaschung von Glyphosat. Eine wichtige Wirkung von Glyphosat im Körper von Lebewesen ist die Schädigung von Zellen durch oxidativen Stress. In den Boden gelangen auch systemische Insektizide aus der Gruppe der Neonikotinoide, Wirkstoffe für den Einsatz bei der Saatgutbeizung. Sie werden von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und kontaminieren deren Nektar und Pollen mit Insektengift.

Pestizide werden aber nicht nur auf den Feldern ausgebracht und verbleiben dort, sondern werden mit der Luft verfrachtet. Bei Luftmessungen im Osten Österreichs wurden in einem Nationalpark 10 und in einem anderen 33 Pestizide gefunden, im Zentrum Wiens 17. Ein oft vernachlässigter Aspekt ist, dass die Herstellung synthetischer Pestizide sehr energieintensiv ist. Pro Kilogramm Pestizid werden in etwa fünf Mal so viele Treibhausgase ausgestoßen wie bei der Herstellung synthetischer Düngemittel, die an sich schon als extrem energieintensiv gelten.

Im Biolandbau sind synthetische Pestizide verboten. Dort werden Stoffe mit geringem Risiko eingesetzt, etwa Sonnenblumenöl, Essig, Milch oder Mikroorganismen, die natürlicherweise im Boden leben. Der Großteil der Biobetriebe setzt aber ohnehin auf die Stärkung der Pflanzengesundheit und die Wechselwirkung von Nützlingen und Schädlingen und verzichtet gänzlich auf Mittel zur Eindämmung von Schaderregern.

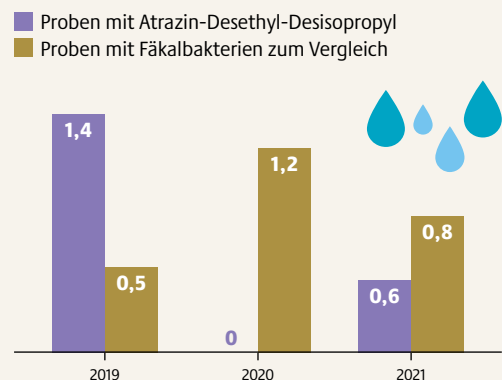
**Atrazin wurde bereits 1995 in Österreich verboten. Das Herbizid wirkt auf den menschlichen Hormonhaushalt und ist krebserregend**

**Je mehr Ackerland, umso mehr Pestizide verdriften beim Sprühen oder werden mit Bodenpartikeln verweht**

Der derzeitige Einsatz chemisch-synthetischer Pestizide in der konventionellen Landwirtschaft ist übertrieben, unverantwortlich und alles andere als nachhaltig. Übertrieben, weil vielfach mit veralteter Technik zu viele Pestizide in der Landschaft versprüht werden, die auch langfristig im Boden bleiben. Unverantwortlich, weil viele Substanzen im öffentlichen Raum landen und die Biodiversität, aber auch unsere Gesundheit gefährden. Und nicht nachhaltig, weil sie die Bodengesundheit und wichtige Funktionen des Bodens wie zum Beispiel die Abpufferung von Klimaextremen schädigen. ●

## PESTIZIDE IM TRINKWASSER

Beanstandete Trinkwasserproben mit einem Abbauprodukt des verbotenen Pestizides Atrazin sowie mit Fäkalbakterien, in Prozent der Proben



© BODENATLAS 2024 / BMSGPK



# EINE SYSTEMISCHE ANTWORT

Landwirtschaft und Bodennutzung sind eng mit der Klimakrise und dem Artensterben verbunden. Gleichzeitig steigt die Zahl der Hungernden und Fehlernährten seit 2017 wieder kontinuierlich. Angesichts dieser Krisen rückt Agrarökologie als systemischer Ansatz in den Fokus, auch als Alternative zur energie- und ressourcenintensiven industriellen Landwirtschaft.

**A**grarökologie steht für eine nachhaltige Landwirtschaft, die auf das Zusammenspiel zwischen Pflanzen, Tieren und Boden setzt. Ein Beispiel ist der Anbau von Pflanzen, die durch natürliche Duftstoffe bestimmte Insekten fernhalten oder Bestäuber anziehen. Um Abhängigkeiten von externen Ressourcen wie synthetische Stickstoffdünger zu überwinden, wird auf vielfältige Kulturen in Anbau, Humusaufbau und Kreislaufwirtschaft mit Hilfe von Mist und Kompost zum Düngen gesetzt. Das stärkt die Widerstandsfähigkeit des Agrarökosystems gegenüber Wetterextremen, Krankheiten und Preisschwankungen. Eine große Rolle spielen lokal angepasste Lösun-

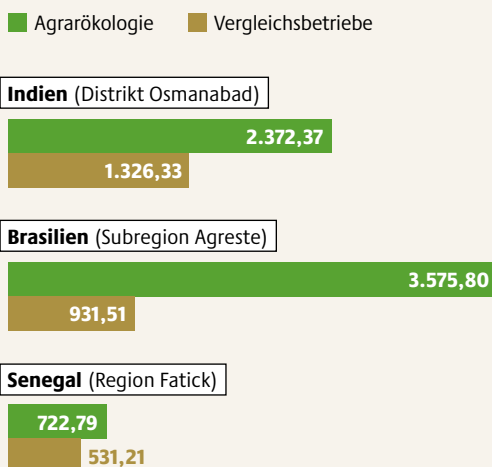
gen wie standortspezifische Bodenbearbeitungsmethoden, Kreislaufwirtschaft und traditionelle Praktiken – etwa das Anpflanzen von förderlichen Begleitpflanzen oder sich gegenseitig fördernden Mischkulturen. Agrarökologische Konzepte zielen nicht nur darauf ab, landwirtschaftliche Praktiken mit Blick auf ihre Nachhaltigkeit zu optimieren. Zentral sind auch soziale und wirtschaftliche Aspekte wie menschenwürdige Arbeit, regionale Wertschöpfungsketten, die Reduktion von Abhängigkeiten von globalen Märkten und die Sicherung der Landrechte von Bäuer\*innen, Hirtenvölkern und indigenen Gemeinschaften. Es geht um nicht weniger als eine grundlegende Transformation der Ernährungssysteme.

Der Blick auf ökologisch bewirtschaftete Flächen in Deutschland zeigt: Im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Flächen verfügen sie über mehr Pflanzenvielfalt auf und neben dem Acker, über mehr Insekten und über mehr Feldvögel. Außerdem weisen ökologisch bewirtschaftete Böden meist einen höheren Humusgehalt und eine verbesserte Wasserspeicherkapazität auf. Besonders in trockenen Jahren kann das sogar zu stabileren Erträgen als auf konventionell bewirtschafteten Böden führen. Untersuchungen in Indien, Brasilien und im Senegal zeigen, dass Agrarökologie die Produktivität und das Einkommen der Betriebe insbesondere in trockenen Gebieten stärken kann, in denen Menschen von Hunger bedroht sind und Landwirtschaft von Wetterextremen wie Dürren heimgesucht wird. Mischkultur und Zwischenfrüchte diversifizieren zudem das Einkommen der landwirtschaftlichen Betriebe. So zeichnen sich agrarökologische Betriebe im Globalen Süden, wo Agrarökologie weiter verbreitet ist als im Norden, häufig durch eine höhere Vielfalt in den Anbaufrüchten und bessere Ernährungssicherheit aus. Erhebungen im Senegal, in Brasilien und Indien haben gezeigt, dass die agrarökologischen Betriebe den konventionell wirtschaftenden Bäuer\*innen bei der Produktivität überlegen waren: je nach Land und Region lagen die Unterschiede zwischen 17 und 49 Prozent. Gleichzeitig wurde in einem brasilianischen Agroforstbetrieb der Anbau von bis zu 133 verschiedenen Obst- und Gemüsesorten dokumentiert.

Im Vergleich zu konventioneller Landwirtschaft mit hohen agrarchemikalischen Inputs haben ag-

## RAUS AUS DER ARMUT

Medianeinkommen agrarökologischer Betriebe, 2018, in US-Dollar



Untersucht wurden etwa 400 Betriebe pro Region

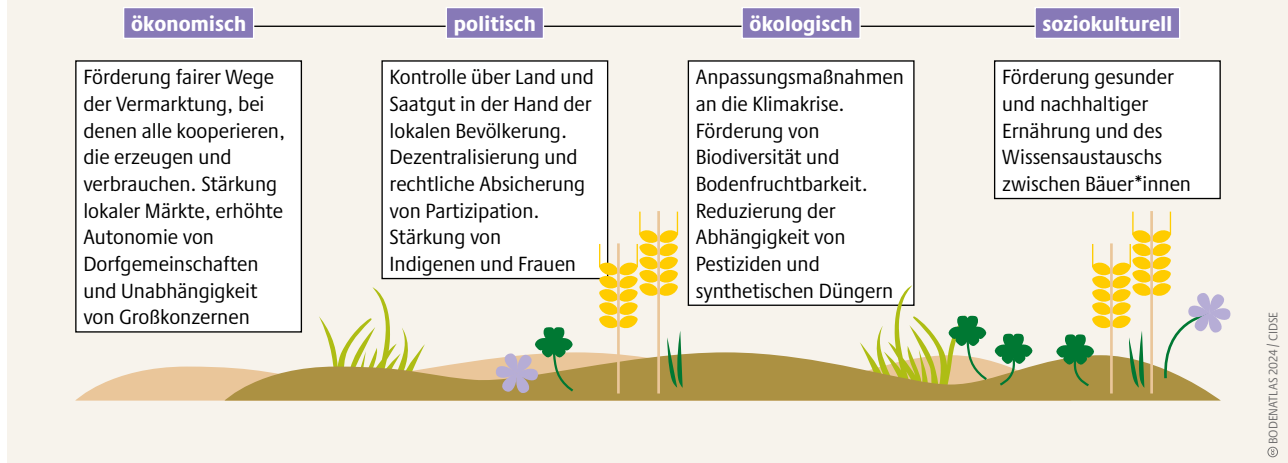
© BODENATLAS 2024 / MISEREOR

Die Studie zeigt: Die 10 Prozent der ärmsten Kleinbäuer\*innen steigerten ihr jährliches Einkommen mit Agrarökologie um 65 bis 650 Dollar



## DAS GANZE IM BLICK

Dimensionen und Aspekte der Agrarökologie



rarökologische Produktionsverfahren jedoch oft eine geringere Flächenproduktivität. Vor diesem Hintergrund wird das Potenzial der Agrarökologie, zur Ernährungssicherung beizutragen, von Kritiker\*innen infrage gestellt. Ein Beispiel: Der Anbau von Hülsenfrüchten in ökologischen Fruchtfolgen reduzierte den Getreideanteil im Vergleich zu stark getreidelastigen Fruchtfolgen mit Einsatz von synthetischen Stickstoffdüngern und Pestiziden. Jedoch tragen Hülsenfrüchte dafür zur langfristigen Bodengesundheit bei – anders als Mineraldünger und Pestizide. Die Kritik trägt deshalb nur unter der Annahme, dass sich Landnutzung und Ernährung kaum ändern werden und die Nachfrage nach tierischen Produkten weiter steigen wird. Seit Jahren betonen Expert\*innen jedoch, wie notwendig es ist, dass wir unsere Ernährungsgewohnheiten ändern und mehr Gemüse und Obst konsumieren, dafür weniger tierische oder hochverarbeitete Produkte. Durch die bloße Betrachtung einzelner Ernteerträge blenden Kritiker\*innen der Agrarökologie außerdem die ökologischen Leistungen und Vorteile der Diversifizierung von Betrieben aus.

Der systemische Ansatz der Agrarökologie findet zunehmend breitere Unterstützung: Länder wie Indien, Brasilien und Frankreich, aber auch Organisationen der Vereinten Nationen fördern Agrarökologie. Seit 2021 unterstützt die deutsche Regierung in Indien agrarökologische Transformationsprozesse. Dass eine Transformation unerlässlich ist, zeigen auch die versteckten Kosten des bestehenden Systems: Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen

**Frauen sind häufiger von Ernährungsunsicherheit betroffen. Agrarökologische Ansätze versuchen, die Unabhängigkeit von Frauen zu stärken**

**Recht auf Land, Ressourcen, Selbstbestimmung: Ernährungssysteme sollen durch Agrarökologie grundlegend transformiert werden**

hat die negativen Auswirkungen konventioneller Landwirtschaft mit versteckten Kosten in Höhe von 27 Prozent des Bruttoinlandsprodukts von Ländern mit niedrigem Einkommen beziffert, für Deutschland wurden externe Kosten der derzeitigen Landwirtschaft von 90 Milliarden Euro pro Jahr berechnet. Durch die Fähigkeit agrarökologischer Systeme, auf die unterschiedlichen Auswirkungen der Klimakrise zu reagieren, wird ihre Bedeutung in der nahen Zukunft zunehmen. ●



# WIE BODENSCHUTZ GELINGEN KANN

Viele landwirtschaftliche Böden sind übernutzt, von Erosion betroffen oder kontaminiert mit Schadstoffen. Doch das muss nicht so sein: Es gibt vielversprechende Methoden, um Böden zu verbessern, zu schützen und nachhaltiger zu nutzen.

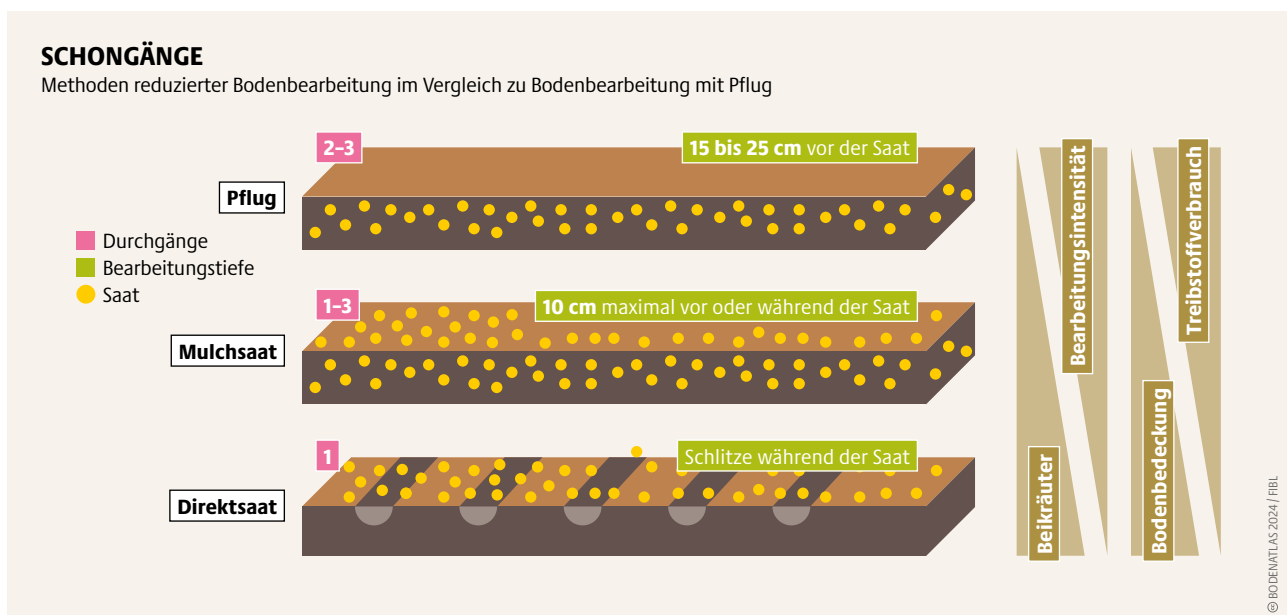
**G**esunde Böden sind keine Selbstverständlichkeit. In der Europäischen Union (EU) gelten mehr als 60 Prozent der Böden als geschädigt. Jährlich gehen in der EU bereits jetzt ungefähr eine Milliarde Tonnen Boden aufgrund von Erosion durch Wasser verloren. Die jährlichen Kosten des Verlustes an landwirtschaftlicher Produktivität durch Erosion werden auf 1,25 Milliarden Euro geschätzt.

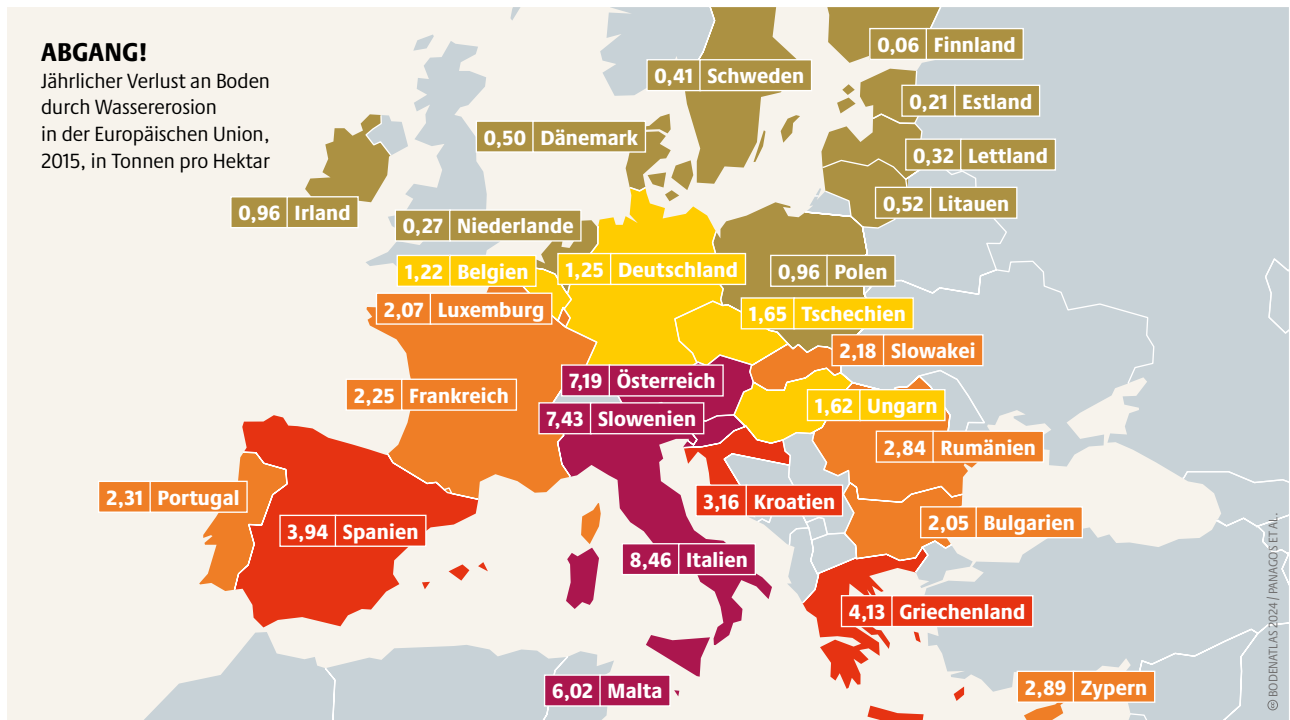
Um Böden zu schützen, braucht es nachhaltiges Bodenmanagement, das dabei hilft, Bodengesundheit und einen ausgewogenen Nährstoffkreislauf zu erhalten sowie Erosion durch Wind und Wasser zu vermeiden. Zu effektiven Methoden zählen etwa der Anbau von Zwischenfrüchten in Fruchtfolgen, Mulchen oder Gründüngung. Eine weitere Maßnahme zur Reduktion von Erosion ist das Anpflanzen von Hecken und Feldrainen – beispielsweise als Agroforstsystem: ein System mit Bäumen, Sträuchern und Anbaufrüchten

auf derselben Fläche. Die Bäume und Sträucher halten den Boden zusammen und dienen als Barriere gegen Nährstoff- und Humusverlust durch Bodenerosion und Auswaschung, spenden Schatten und halten den Boden feucht. Eine Alternative zur Bodenbearbeitung mit Pflug und schweren Landmaschinen bietet reduzierte Bodenbearbeitung, bei der der Boden wenig bis gar nicht bearbeitet wird. In Kombination mit erfolgreichem Beikrautmanagement kann auf Pestizide wie Glyphosat verzichtet werden. Oftmals wird der Boden nur gelockert, aber nicht völlig umgewälzt. Diese Art der Bodenbearbeitung hat mehrere Vorteile: sie stärkt die natürliche Bodenstruktur, schützt vor Verdichtung und Erosion und erhöht den Humus- und damit den Kohlenstoffgehalt im Boden.

Verfügbare Nährstoffe im Boden sind die Grundlage für gesundes Pflanzenwachstum und eine reiche Ernte. Durch die Kombination und den Wechsel von standortangepassten Pflanzenarten in Fruchtfolgen werden unterschiedliche Nährstoffbedürfnisse und -aufnahme-fähigkeiten genutzt. Dies sorgt dafür, dass der Boden ausreichend mit verschiedenen Nährstoffen wie zum

Die Umstellung von Pflug auf reduzierte Bearbeitung verringert den Ertrag um ein Zehntel – zunächst. Vier Jahre später ist er 11 Prozent höher





Mit jedem Gramm Boden geht auch unschätzbar wertvoller Lebensraum verloren, etwa von unzähligen Mikroorganismen und Wirbeltieren

Beispiel Stickstoff, Phosphor und Kalium versorgt wird. Besonders der Anbau von Hülsenfrüchten wie Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen oder Sojabohnen bietet aus landwirtschaftlicher Sicht viele Vorteile. Durch Wurzelsymbiosen mit stickstoffbindenden Bakterien sind die Kulturen in der Lage, Stickstoff aus der Luft zu fixieren und für sich zu nutzen – dadurch wird keine zusätzliche Stickstoffdüngung benötigt. Die Pflanzen können sogar mehr Stickstoff im Boden speichern, als sie selbst benötigen. Das kommt nachfolgenden Kulturen zugute und reduziert den Bedarf an synthetischem Dünger. Darüber hinaus ermöglicht der Anbau von Hülsenfrüchten den Betrieben, ihre Fruchtfolgen und Einkommensquellen zu diversifizieren. Im Jahr 2022 umfasste die gesamte Anbaufläche aller Hülsenfruchtarten knapp 261.000 Hektar, was einer fast dreifachen Steigerung gegenüber dem Jahr 2013 entspricht. Mit der Eiweißpflanzenstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) werden nationale und europäische Maßnahmen angeboten, wie das Einstellen von Fördermitteln, die Landwirt\*innen Anreize bieten, neben Getreide und Ölsaaten auch Leguminosen anzubauen und zu nutzen. So hat das BMEL die Mittel für die Eiweißpflanzenstrategie im Haushaltsjahr 2023 von 5,6 Millionen Euro auf 8,6 Millionen Euro erhöht.

Für die Landwirtschaft gewinnen auch biobasierte Dünger an Bedeutung, die aus Quellen wie Kompost, Wurmkompost oder Gärprodukten stammen. Sie enthalten große Anteile des für Pflanzen verfügbaren Stickstoffs, Phosphors und Kaliums und können dem Boden wichtige Bakterien und Pilze zuführen. Nährstoffkreisläufe fördern die Wiederverwertung von organischen Materialien wie Pflanzenrückständen, Mulch, kompos-

tiertem Bioabfall und tierischen Ausscheidungen wie Gülle und Stallmist. Das Potenzial ist enorm: Allein in der Europäischen Union fielen 2017 rund 86 Millionen Tonnen Bioabfälle an.

In Deutschland beschäftigt sich der Ökolandbau seit jeher mit der Frage, wie die Bodenfruchtbarkeit auf natürliche Weise – also ohne synthetische Dünger – gesteigert werden kann. Seit vielen Jahren steigt im Ökolandbau die Zahl der Betriebe, und die bewirtschaftete Fläche wächst – im Jahr 2021 betrug der Öko-Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland 9,7 Prozent. Obwohl dieser Zuwachs stetig ist, liegt das von der Bundesregierung angestrebte Ziel von 30 Prozent bis zum Jahr 2030 noch weit entfernt.

Die Förderung von Bodengesundheit ist in jeder landwirtschaftlichen Ausrichtung von entscheidender Bedeutung – ob öko oder konventionell. Fachleute betonen: Damit Böden langfristig geschützt sind und nachhaltige bodenschonende Landwirtschaft weiter expandieren kann, braucht es stärkere Anreize. Die Bundesregierung hat erklärt, das Bodenschutzgesetz in Deutschland erneuern zu wollen. Dadurch könnten verbindliche Maßnahmen zur Förderung bodenschonender Verfahren in der Landwirtschaft gesetzlich verankert werden. Denn nachhaltige Regelungen sind zwingend: Die Menschheit bewirtschaftet Böden seit Tausenden von Jahren – aber die Böden werden die jetzige Bewirtschaftung nicht noch weitere tausende Jahre aushalten. ●

# DER BLICK ÜBER DEN TELLERRAND

Ein großer Teil der landwirtschaftlich genutzten Böden wird für den Anbau von Futtermitteln verwendet. Eine Ernährung, die stärker auf pflanzlichen Produkten basiert, kann dabei helfen, diese Flächen anderweitig zu nutzen und so Umwelt und Klima zu schonen. Und häufig ist sie auch gesünder.

**B**öden sind wahre Multitalente. Sie können nicht nur als landwirtschaftlich genutzte Flächen Lebensmittel produzieren, sondern erfüllen darüber hinaus weitere, essenzielle Funktionen: So reinigen sie zum Beispiel Wasser und speichern Kohlenstoff. Auf knapp 60 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen werden Futtermittel angebaut. Zudem werden Böden zur Erzeugung von Biomasse für erneuerbare Energien wie Biosprit in Anspruch genommen. So nimmt der Nutzungsdruck auf die Fläche und somit auch auf die Böden stetig zu. Durch die Umstellung auf eine Ernährung, die weniger auf tierischen Lebensmitteln basiert, könnte der große Flächenverbrauch der Landwirtschaft reduziert werden.

Doch auch die Tierhaltung kann zu gesunden Böden und artenreichen Grünlandlebensräumen beitragen. Dabei ist die Art und Weise entscheidend, wie tierische Lebensmittel produziert und vor allem verarbeitet werden: Eine nachhaltige Weidenutzung kann Biodiversität und Kohlenstoffspeicherung fördern. Die tierischen Ausscheidungen sind ein hervorragender

Dünger, der den Boden mit wichtigen Nährstoffen versorgt, das Bodenleben anregt und den Humusaufbau fördert. Entscheidend ist, dass nur so viele Tiere gehalten werden, wie die Böden im Stande sind, an Nährstoffen aufzunehmen. Es kommt auch darauf an, auf welchem Boden die Weidenutzung stattfindet. Auf entwässerten Moorböden hat die Weidehaltung einen negativen Effekt auf das Klima, was aber weniger an den Tieren, als vielmehr am Boden liegt: im entwässerten Zustand entwickeln sich Moore zu Quellen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Mehr als 90 Prozent der Moore in Deutschland sind mittlerweile trockengelegt oder anderweitig geschädigt; genutzt werden sie überwiegend für die Landwirtschaft.

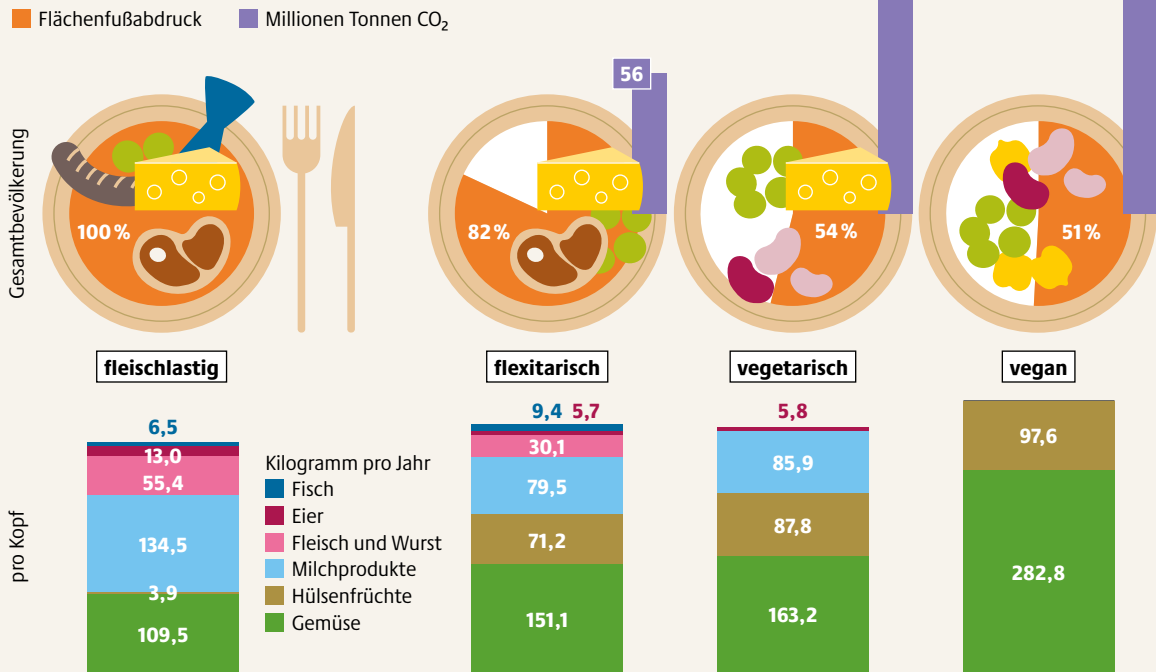
Beim Anbau von Futtermitteln zeigt sich häufig ein problematisches Bild: Insbesondere der Anbau von Soja führt zur Zerstörung fruchtbarer Böden, wenn dafür Wälder gerodet und Savannen umgebrochen werden. In den letzten fünfzig Jahren hat sich die Produktion mehr als verzehnfacht. Die weltweite Fläche, die Sojabohnen mittlerweile einnehmen, ist mit 120 Millionen Hektar mehr als dreimal so groß wie Deutschland. 96 Prozent der Sojaanbaufläche wird für die Herstellung von Futtermitteln genutzt. Zwischen 2001 und 2015 war die Ausdehnung der Sojaflächen für die Entwaldung von über acht Millionen Hektar verantwortlich, vorrangig in Südamerika. Die drei größten Sojaanbau-

Auf immer mehr Fläche in Südamerika wird Soja angebaut. Nicht selten hängen Sojaplantagen mit Landnahme, Landraub, Vertreibung zusammen



## VIEHHALTUNG UND FUTTERMITTELANBAU BRAUCHEN PLATZ

Einsparpotenzial flexitarischer, vegetarischer und veganer Ernährung im Vergleich zur durchschnittlichen Ernährung in Deutschland



© BODENATLAS 2024 | WWF

länder USA, Brasilien und Argentinien befinden sich zudem alle unter den fünf Ländern mit dem höchsten Verbrauch an Pestiziden. Dabei wird vor allem das Totalherbizid Glyphosat eingesetzt – oft in Kombination mit gentechnisch verändertem Saatgut, das gegen das Herbizid resistent gemacht wurde. Der Anbau in riesigen Sojaplantagen ist nicht nachhaltig, laugt Böden aus und führt zu Erosion – letztlich Bodenzerstörung.

Der Anbau von Soja ist nicht per se schädlich für die Umwelt. Er kann auch nachhaltig gestaltet werden und sich positiv auf die Bodengesundheit auswirken. Wie alle Hülsenfrüchte kann Soja Luftstickstoff in seinen Wurzeln binden, für andere Pflanzen verfügbar machen und dadurch den Einsatz von Dünger reduzieren.

Zu Hülsenfrüchten, die auch Leguminosen genannt werden, zählen auch: Erbsen, Linsen, Bohnen oder Lupinen. Eine besondere Rolle kommt ihnen auch in der sogenannten Planetary Health Diet zu. Dieser wissenschaftlich fundierte Speiseplan beschreibt, wie eine Ernährung aussehen kann, die menschliche Gesundheit im Einklang mit der Natur fördert. Dieser Speiseplan sieht vor, tierische Produkte im globalen Durchschnitt stark zu reduzieren. Der Verzehr von Hülsenfrüchten

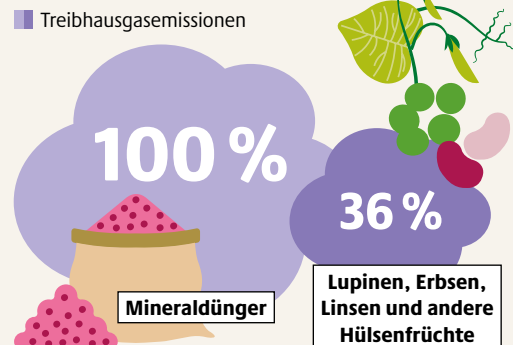
**Knöllchenbakterien an den Wurzeln von Hülsenfrüchten binden Stickstoff aus der Luft und machen ihn für Pflanzen verfügbar**

**16,6 Millionen Hektar Land braucht es weltweit allein für den Lebensmittelkonsum der Menschen in Deutschland**

hingegen müsste sich verdoppeln. Diese können nicht nur im Anbau den Einsatz von Stickstoffdünger reduzieren, sondern liefern auch hochwertiges Eiweiß für die direkte menschliche Ernährung – Hülsenfrüchte sind also gesund für Mensch, Boden und Natur. ●

### HÜLSENFRÜCHTE ALS NATÜRLICHER DÜNGER

Treibhauspotenzial von Fruchtfolgen, die auf dem Anbau von Hülsenfrüchten basieren, im Vergleich zu Fruchtfolgen auf Mineraldüngerbasis



© BODENATLAS 2024 | BESTE, IDEL

# REVOLUTION ODER ILLUSION?

Mit der Methode des Vertical Indoor Farming sollen Nahrungsmittel das ganze Jahr produziert werden – unabhängig von Wetter und Jahreszeit. Die Hoffnung: Platz, Wasser, Dünger und Pestizide zu sparen und Klima und Böden zu schonen. Sie können aber nur ein Teil der notwendigen Transformation der Landwirtschaft sein.

**A**ngesichts der rasanten Urbanisierung in vielen Regionen der Welt spielt die Idee eines Anbaus ohne Boden in Überlegungen zur zukünftigen Landwirtschaft eine immer größere Rolle. Vertical Indoor Farming ist ein prominentes Beispiel dafür: Vor allem Salat, grünes Blattgemüse und Kräuter wachsen in geschlossenen Gebäuden, gestapelt in Hochregalen. Angebaut werden sie in hydroponischen oder aeroponischen Systemen, in denen die Pflanzen nicht in Erde wurzeln. Die Nährstoffe werden über das Wasser oder in der Form eines feinen Nebels den Pflanzen zur Verfügung gestellt.

Durch die geschlossenen Systeme gelangen aus den Indoor Farming Factories keine oder kaum Schadstoffe in Böden und Grundwasser. Da die Pflanzen seltener Krankheitserregern ausgesetzt sind, braucht es auch weniger Pestizide. Computer steuern LED-Beleuchtung, Bewässerung, Raumtemperatur und Nährstoffgehalt, damit die Pflanzen schnell wachsen. Durch

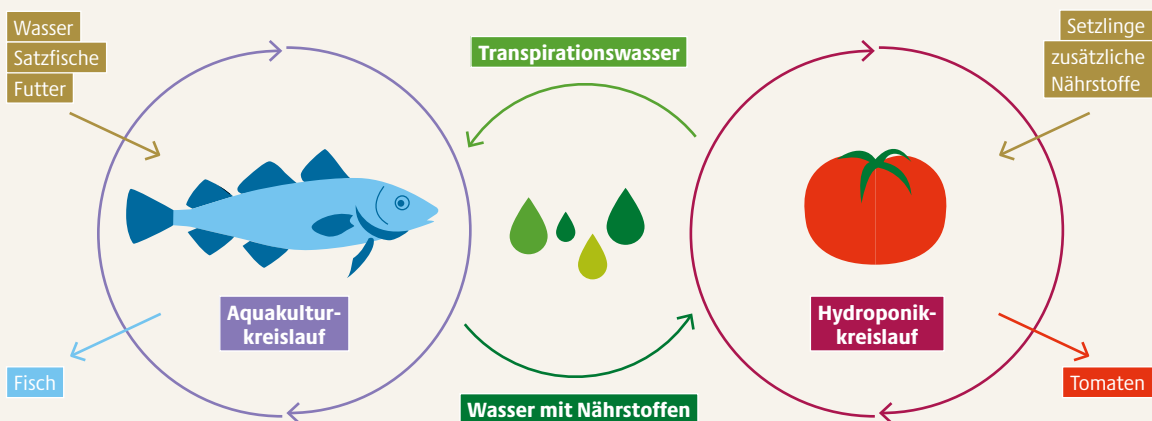
die optimalen Bedingungen ist es möglich, bei Salat, Kräutern und Blattgemüse hohe Mengen zu erzielen. Laut einer Studie kann der Ertrag bis zu zehnmal höher ausfallen als im konventionellen Anbau. Und dabei wird Wasser gespart: Bei Nordic Harvest, Europas größter Vertical Indoor-Farm in Dänemark, benötigen die Pflanzen durch ein Recycling-System 95 Prozent weniger Wasser. Dieser geringere Wasserbedarf ist unter den Bedingungen der Klimakrise ein großer Vorteil. Der geringere Flächenbedarf entlastet Land und Böden. In den vergangenen Jahren hat Vertical Indoor Farming einen großen Boom erlebt. Konzerne wie Würth, Walmart, Lidl und Rewe haben mittlerweile Milliarden in das neue Geschäftsmodell investiert.

Der vertikale Anbau ist jedoch energieintensiv. Aufgrund der anhaltend hohen Energiepreise ist er daher sehr teuer. In Nordamerika und Europa sind 2022 einige Start-ups aufgrund der hohen Strom- und Gaspreise bereits wieder vom Markt verschwunden. Dort kostet der Betrieb einer hochtechnisierten Anlage mindestens 300 Dollar pro Quadratmeter, vor allem für Beleuchtung und Klimatisierung. Eine Studie zum hydroponischen Anbau von Salat im US-Bundesstaat Arizona kommt zu dem Ergebnis, dass dort 82-mal mehr Energie pro Kilogramm Salat als in der konventionellen Sa-

Ein umweltfreundlicher Kreislauf: Fische produzieren Nährstoffe für Pflanzen, die wiederum das Wasser für Fische filtern

## RESSOURCENSCHONENDE ZUCHTMETHODE

Der „Tomatenfisch“ als Beispiel für Aquaponik, bei der Pflanzen und Fische in einem geschlossenen Kreislauf gemeinsam erzeugt werden

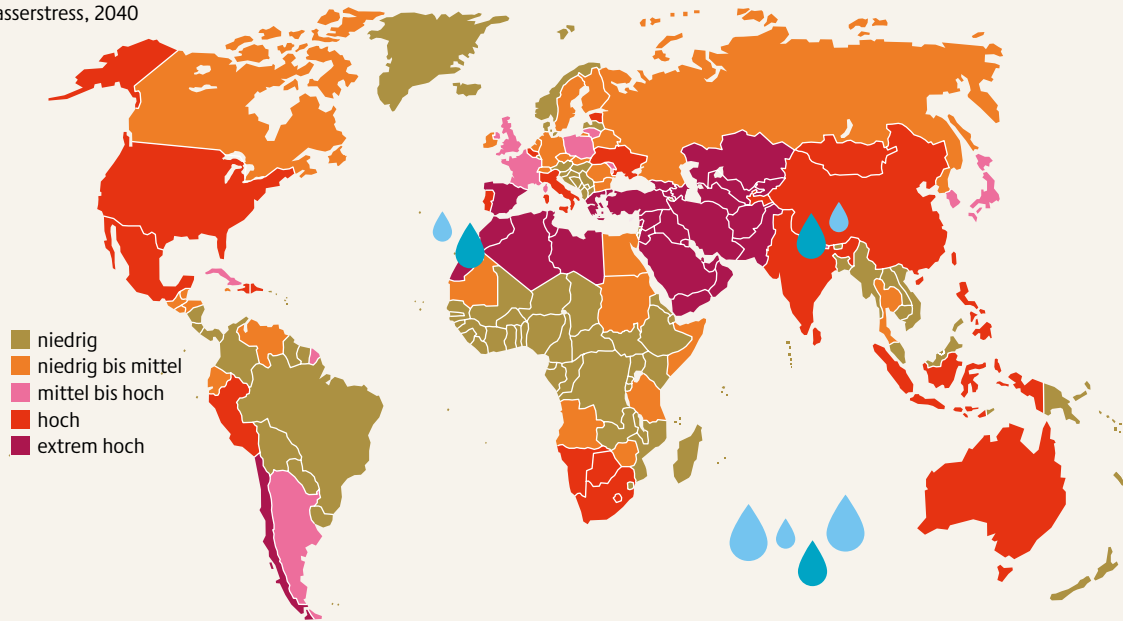


© BODENATLAS 2024 / ICB



## KEINE GUTEN AUSSICHTEN

Wasserstress, 2040



Wasserstress entsteht bei einem ungünstigen Verhältnis zwischen Wasserverbrauch und den verfügbaren erneuerbaren Wasserressourcen

© BODENATLAS 2024 / WRI

latproduktion benötigt würde. In Regionen mit moderaterem Klima ist der zusätzliche Energiebedarf jedoch geringer.

Solange die verwendete Energie aus fossilen Quellen stammt, produzieren Indoor-Farms deutlich höhere Emissionen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Eine Studie aus dem Jahr 2022 hat die Emissionen im Freiland-Anbau mit denen aus einer vertikalen Farm in den Niederlanden verglichen. Das Ergebnis: Das vertikal produzierte Gemüse produziert bis zu 16-mal höhere Emissionen als der Freilandanbau. Dass die Produktion aufgrund der Kosten für Energie und geschulte Fachkräfte sehr teuer ist, schlägt sich auch in den höheren Preisen für vertikal erzeugte Lebensmittel nieder. Auf der anderen Seite können vertikale Farmen durchaus kostendeckend in Gegenden wie Hongkong oder New York betrieben werden, in denen Bodenpreise sehr hoch sind. Befürworter\*innen argumentieren, dass der kürzere Transport und die Ausschaltung von Lebensmittelhändler\*innen bis zu 60 Prozent der Kosten einsparen könne. Doch auch dort, wo es kosteneffiziente Modelle gibt, wird zwingend technische Expertise und kontinuierliche Wasser- und Energieversorgung benötigt.

Mit Blick auf die Auswahl der angebauten Ackerfrüchte wird deutlich, dass das System der bodenlosen Landwirtschaft einen wichtigen Beitrag zur Mikronährstoffversorgung und Vermeidung schädlicher Pestizidrückstände leisten kann. Den Freilandanbau etwa von Kartoffeln, Reis und Getreide kann sie aber nicht ersetzen – sie haben einen hohen Energiebedarf und brauchen mehr Makronährstoffe als Salate. Bei einer Kunstinstallation in Brüssel wurde im Jahr 2020 der

Die Landwirtschaft braucht 70 Prozent der weltweiten Vorräte an Trinkwasser. Der Bedarf der Bevölkerung: oft nicht gedeckt

Preis für Weizen kalkuliert, der in einem geschlossenen Raum auf einem Quadratmeter unter Zufuhr von Licht, Wasser, Wärme und Nährstoffen wuchs: 200 Euro pro Kilo. Eine Studie zeigt, dass eine vertikale Farm mit 10 Etagen auf einem Hektar unter optimalen Bedingungen zwischen 700 und 1.940 Tonnen Weizen produzieren könnte. Das wäre in der Theorie 220- bis 600-mal mehr als der durchschnittliche globale Weizenertrag von 3,2 Tonnen pro Hektar und Jahr. Die Preise aber wären nicht wettbewerbsfähig.

Kritiker\*innen argumentieren, Ansätze wie Vertical Indoor Farming seien interessant, aber reichen alleine nicht aus. Als Anbauweise eignet sich Vertical Indoor Farming fast nur für die eingangs erwähnten wasserhaltigen Früchte und Blattpflanzen, die kaum Kalorien liefern, aber für eine ausgewogene Ernährung wichtig sind. Es braucht außerdem einen Umbau der Landwirtschaft im Sinne gerechter und ressourcenschonender globaler Ernährungssysteme. In Deutschland werden 60 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Futtermittelanbau verwendet. Diese Fläche stellt einen zentralen Hebel für den Umbau der Landwirtschaft dar, der für eine zukunftsfähige Landwirtschaft genutzt werden muss. Neue Technologien ändern nichts daran, dass ein Politikwechsel nötig ist. Gleichzeitig machen Auswirkungen der Klimakrise auf die Wasserverfügbarkeit und der hohe Nutzungsdruck auf Böden Investitionen in bodenlose Landwirtschaft interessant. ●

# RECHT UND REALITÄT

Gerechter Zugang zu Land und fruchtbaren Böden ist eine wesentliche Voraussetzung für die Einhaltung von Menschenrechten wie dem Recht auf Nahrung. Obwohl zahlreiche Erklärungen das Recht auf Land beinhalten und von den meisten Staaten ratifiziert wurden, enden Landkonflikte auf der ganzen Welt oft tödlich.

**W**eltweit sind Boden und Land sehr ungleich verteilt: 1 Prozent der Betriebe bewirtschaften mehr als 70 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Weil Eigentumsverhältnisse oft nur ungenau erfasst sind, könnte das tatsächliche Ausmaß der Ungleichheit sogar noch größer sein. In vielen Ländern ist es eher die Regel denn die Ausnahme, dass die Landrechte ohnehin schon diskriminierter Menschengruppen verletzt werden. Drei Beispiele: In Kenia werden Witwen oft von männlichen Familienmitgliedern vom Land vertrieben; im brasilianischen Amazonas bedrohen Abholzung und der illegale Abbau von Gold traditionelle Siedlungsgebiete indigener Gemeinschaften; und in Kambodscha verletzen expandierende landwirtschaftliche Großbetriebe die Rechte von kleinbäuerlichen Gemeinschaften. Oft gehen Landkonflikte mit Gewalt einher: Im Zeitraum 2012 bis 2022

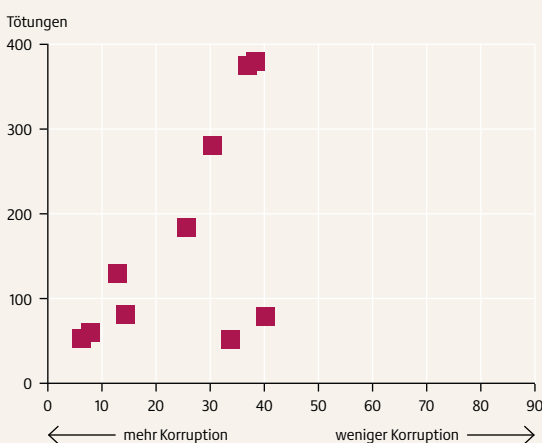
wurden weltweit über 1.900 Menschen umgebracht, die sich für die Umsetzung von Land- und Menschenrechten engagiert haben.

Mehrere internationale Menschenrechtsinstrumente beinhalten ein Recht auf Land für bestimmte Bevölkerungsgruppen, deren Rechte besonders bedroht sind. Hervorzuheben sind die Erklärung der Vereinten Nationen über die Rechte der indigenen Völker, das Übereinkommen der Vereinten Nationen zur Beseitigung jeder Form von Diskriminierung der Frau und die Erklärung der Vereinten Nationen über die Rechte von Kleinbäuer\*innen und anderen Menschen, die in ländlichen Regionen arbeiten. Des Weiteren ist als zentrales Menschenrechtsinstrument der Internationale Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte zu nennen, der ein Recht auf angemessene Nahrung beinhaltet. Die Generalversammlung der Vereinten Nationen hat ihn im Jahr 1966 angenommen – im Jahr 1976 trat er in Kraft und 171 Staaten haben ihn bis zum heutigen Tag ratifiziert. Gemäß dieses Paktes haben Staaten die Pflicht, die legitimen Landrechte der Bürger\*innen zu respektieren, sie gegenüber der Verletzung durch Dritte zu schützen und darüber hinaus aktiv dazu beizutragen, dass diese Rechte umgesetzt werden. Dies betrifft insbesondere auch die Landrechte von Frauen, die weltweit immer wieder verletzt werden.

Auch wenn in vielen Ländern fortschrittliche Gesetze verabschiedet wurden, ist der Vollzug der Gesetze häufig unzureichend. Deutlich wird das beispielsweise bei Fragen der Erbfolge oder der Mitbestimmung über Landeigentum. Der Begriff der legitimen Landrechte geht dabei über die Landrechte hinaus, die bereits durch den Staat anerkannt sind. Er schließt explizit Landrechte von Gemeinschaften ein und ist damit umfassender als die westlich geprägte Vorstellung des Individualeigentums. Legitime Landrechte sind auch solche, die sich aus der Tradition ableiten lassen. Das heißt konkret, dass indigene Bevölkerungsgruppen ein Recht auf ihre tradierten Siedlungsgebiete besitzen. Bei der Anerkennung und dem Schutz dieser Landrechte geht es häufig nur sehr langsam voran. Den Fortschritten stehen immer auch Rückschritte oder Stillstände gegenüber: Während etwa in Brasilien kürzlich der oberste Gerichtshof die Landrechte indi-

## BESTECHLICHE POLIZEI, KORRUPTER JUSTIZ

Korruptionsgrad der zehn Staaten, in denen zwischen 2012 und 2022 die meisten Menschen im Kontext von Landkonflikten getötet wurden

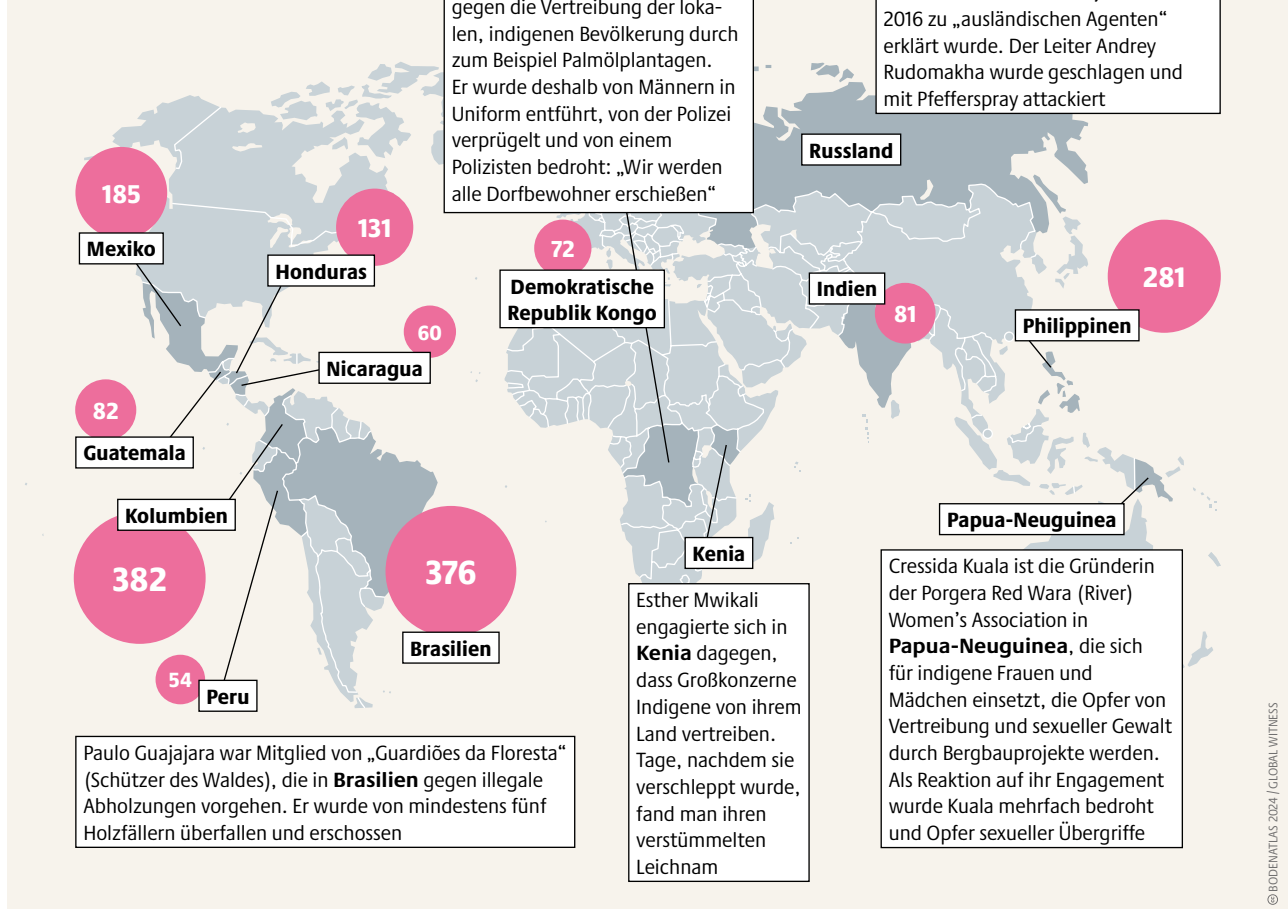


© BODENATLAS 2024 / GLOBAL WITNESS, TRANSPARENCY INTERNATIONAL

**Schutzlos ausgeliefert: Wo Staaten anfällig für Korruption sind, sind Verteidiger\*innen von Landrechten größerer Bedrohung ausgesetzt**

## ES GEHT UM LEBEN UND TOD

Die zehn Staaten, in denen zwischen 2012 und 2022 die meisten Menschen bei Landkonflikten getötet wurden



gener Gruppen bestätigt hat, wird in Bangladesch der Schutz indigener Landrechte seit bereits vielen Jahrzehnten verschleppt.

Diese Pflichten von Staaten, Landrechte zu schützen, enden nicht an den jeweiligen Staatsgrenzen. Für Deutschland bedeutet dies, diese Pflichten auch gegenüber deutschen Firmen oder Organisationen durchzusetzen, die international Investitionen in Land vornehmen. Dies gilt unabhängig davon, ob diese Investitionen in Land mit dem Ziel des Schutzes der biologischen Vielfalt getätigt werden oder ob es sich um Investitionen in landwirtschaftliche Betriebe und Projekte handelt.

Alle aktuell 138 Mitgliedstaaten des Komitees für Welternährungssicherheit der Vereinten Nationen (CFS) haben 2012 die Freiwilligen Leitlinien für die verantwortungsvolle Verwaltung von Boden- und Landnutzungsrechten, Fischgründen und Wäldern beschlossen. Auch wenn diese Leitlinien freiwillig sind, so sind die internationalen Menschenrechtsinstrumente rechtlich bindend, auf denen die Leitlinien basieren. Diese Instrumente und Vereinbarungen legen sehr weitgehende Verpflichtungen des Staates ge-

Indigene sind besonders betroffen. Sie machen 6 Prozent der Weltbevölkerung aus. Und ein Drittel jener, die 2022 bei Landkonflikten getötet wurden

genüber seinen Bürger\*innen bezüglich des Schutzes ihrer Landrechte fest.

Eine intakte Umwelt und gesunde Böden sind unmittelbar relevant für die Erreichung anderer Menschenrechte, nicht zuletzt des Rechts auf eine saubere, gesunde und nachhaltige Umwelt. Die Umsetzung der Menschenrechte ist daher ohne nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens und den Schutz seiner Ressourcen nicht zu denken.

Landrechtsreformen stoßen in den meisten Fällen auf massiven Widerstand. Beispiele hierfür sind die Frauen, denen der Besitz von Land verweigert wird. Großgrundbesitz geht häufig noch mit großem politischem Einfluss einher. Zivilgesellschaftliche Gruppen sind in sehr vielen Fällen diejenigen, die Reformen vorantreiben – und dafür kämpfen, dass international vereinbarte Menschenrechte umgesetzt werden. Sie alle bedürfen Deutschlands systematischer Unterstützung. ●

# AUTOR\*INNEN, QUELLEN VON DATEN, KARTEN UND GRAFIKEN

Alle Internetquellen wurden zuletzt am 4. Dezember 2023 abgerufen. Der Bodenatlas ist im PDF-Format unter den Download-Adressen herunterzuladen, die im Impressum aufgeführt sind. Im PDF sind alle Links anklickbar.

## 10-11 ÖKOSYSTEM BODEN

### DIE GRUNDLAGE DES LEBENS

von **Nikola Patzel und Birgit Wilhelm**

S. 10: Diedrich Schroeder, Bodenkunde in Stichworten, 1992. – S. 11 o.: Bodenatlas 2015, <https://bit.ly/3sGum27>. – S. 11 u.: Destatis, <https://bit.ly/47PVpQD>.

## 12-13 KLIMAAANPASSUNG

### BÖDEN ALS WASSERSPEICHER

von **Inka Dewitz und Larissa Stiem-Bhatia**

S. 12: IPCC, Climate Change 2021: The Physical Science Basis, 2021, S. 89, <https://bit.ly/3MWsHMF>. – S. 13 o.: Umweltbundesamt, <https://bit.ly/46zS0ed>. – S. 13 u.: Statistisches Bundesamt, <https://bit.ly/3uvmHnF>.

## 14-15 BODENDEGRADATION

### VERLIERT DER MENSCH DEN BODEN

UNTER DEN FÜSSEN? von **Tobias Witte**

S. 14: Hannah Ritchie, Max Roser, Land Use, 2019, <https://bit.ly/3Gcwqlq>. – S. 15 o.: EC, Global Soil Biodiversity Atlas, 2019, S. 19, <https://bit.ly/47jFSPT>. – S. 15 u.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, <https://bit.ly/3SVIPI9>.

## 16-17 DESERTIFIKATION DIE WÜSTE VOR UNSERER HAUSTÜR von **Victor Castillo Sánchez und María José Sanz Sánchez**

S. 16: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), nach ZEIT Online, So stark ist Ihre Region von Dürre betroffen, 2022, <https://bit.ly/49Ot1H3>. – S. 17 o.: IPCC, Climate Change and Land, 2019, S. 254, <https://bit.ly/49NPTGH>. – S. 19 u.: IPCC, Climate Change and Land, 2019, S. 257, <https://bit.ly/49NPTGH>.

## 18-19 EUROPÄISCHE UNION

### BODENSCHUTZ? IMMER NOCH VERNACHLÄSSIGT von **André Prescher-Spiridion**

S. 18: Europäischer Rechnungshof (EURH), Sonderbericht 19/2023, S. 14, <https://bit.ly/3Gf89LC>. – S. 19: Eurostat, <https://bit.ly/3N2D4hV>.

## 20-21 KONZERNMACHT

### WER PROFITIERT von **Lena Luig**

S. 20: Firmenberichte, <https://bit.ly/47I3cqe>. <https://bit.ly/3GlbBEh>. <https://bit.ly/3QWYkCd>. GRAIN, Institute for agriculture and trade policy (IATP), A corporate cartel fertilizers food inflation, 2023, <https://bit.ly/46vKzF8>. – S. 22: ETC Group, Food barons 2022: Crisis Profiteering, Digitalization and Shifting Power, 2022, S. 7, 14, 16, 43, 69, <https://bit.ly/49IPQvI>.

## 22-23 STICKSTOFFDÜNGER

### Globale Abhängigkeiten

von **Lena Bassermann und Gideon Tups**

S. 22: GRAIN, IATP, A corporate cartel fertilizers food inflation, 2023, <https://bit.ly/46vKzF8>. – S. 23 o.: Chatham House, <https://bit.ly/40PGCdb>. – S. 23 u.: Stefano Menegat, Alicia Ledo, Reyes Tirado, Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture, 2022, <https://go.nature.com/3sNEuWC>.

## 24-25 LANDGRABBING

### DIE JAGD AUF BÖDEN von **Roman Herre**

S. 24: Landmatrix, <https://bit.ly/3GjIktC>. – S. 25 o.: Landmatrix, <https://bit.ly/3GjIktC>. – S. 25 u.: Oxfam, Desterrados: Tierra, poder y desigualdad en América Latina, 2016, S. 25, <https://bit.ly/3RdvFij>.

## 26-27 RAUMORDNUNG IN ÖSTERREICH

### ZERSIEDELT UND VERSIEGELT

von einer Autorengruppe

S. 26, S. 27 u.: Umweltbundesamt, Bodenverbrauch in Österreich, 2022, <https://bit.ly/3t8B7d9>. – S. 27 o.: ebd., Flächeninanspruchnahme in Österreich 2020, <https://bit.ly/3TkedKi>.

## 28-29 KLIMAPOLITIK

### BENÖTIGTER, BEGEHRTER, UMKÄMPFTER BODEN von **David Betge, Frederike Klümper und Jes Weigelt**

S. 28: Anne Larson et al., The Land Gap Report, 2022, S. 57, <https://bit.ly/48648Fl>. – S. 29 o.: Sarobidy Rakotonarivo, Resolving land tenure security is essential to deliver forest restoration, 2023, <https://go.nature.com/3uBK3b7>. – S. 29 u.: PBL Netherlands, Goals and Commitments for the Restoration Decade, S. 19, <https://bit.ly/3MXuQrk>.

### **30-31 WALDBODEN IN ÖSTERREICH**

#### **HEIMAT DER UNSICHTBAREN**

**von Dominik Linhard**

**S. 30:** Gerfried Koch, Georg Grabherr: Wie natürlich ist der Wald in Österreich? Hannover 1998, S. 43–59, <https://bit.ly/3RdXCOW>. – **S. 31 o.:** BFW, Waldinventur, <https://bit.ly/3NgrLmB>. – **S. 31 u.:** BML, Österreichischer Waldbericht 2023, <https://bit.ly/3RvMcOH>. [waldinventur.at](https://www.waldinventur.at), <https://bit.ly/47ZjsE5>; Schätzung beruht auf Fortschreibung.

### **32-33 HUMUSZERTIFIKATE**

#### **FLUCH ODER SEGEN?**

**von Sophie Scherger und Larissa Stiem-Bhatia**

**S. 32:** Interreg North Sea Region Carbon Farming project, Fünf vielversprechende Maßnahmen, um mit Carbon Farming das Klima zu schützen, 2021, <https://bit.ly/3QWAQSB>. – **S. 33 o.:** Werner Klohn, Hans Windhorst, Physische Geographie, 1999, S. 13. Diedrich Schroeder, Bodenkunde in Stichworten, 1992. – **S. 33 u.:** European Commission (EC), Topsoil Organic Carbon Content for Europe, <https://bit.ly/46I9dT9>.

### **34-35 NATURSCHUTZ**

#### **BIODIVERSITÄT IST UNSERE**

#### **LEBENSVERSICHERUNG**

**von Matthias Meißner, Daniela Wannemacher und Tobias Witte**

**S. 34:** Gesamtverband der Versicherer, 2023, <https://bit.ly/3GeaiqN>. – **S. 35 o.:** D.A. Bossio, The role of soil carbon in natural climate solutions, 2020, <https://go.nature.com/47D1Uxj>. – **S. 35 u.:** WWF, Living Planet Index, <https://bit.ly/3uId2KE>.

### **36-37 GESCHICHTE DER MODERNEN**

#### **BODENNUTZUNG**

#### **WIEGE DER GEGENWART**

**von Axel Anlauf**

**S. 36:** Hannah Ritchie, Can we reduce fertilizer use without sacrificing food production?, 2021, <https://bit.ly/3uBRVtf>. – **S. 37 o.:** Dipak Biswas, Nitán Sharma, A New Approach for Estimating Fertiliser Response Ratio – The Indian Scenario, 2008. – **S. 37 u.:** European Environment Agency (EEA), Agricultural land use intensity, 2015, <https://bit.ly/3sDMRUU>.

### **38-39 GESUNDHEIT**

#### **ARTENREICHER BODEN, GESUNDER DARM**

**von Heike Holdinghausen**

**S. 38:** Wisnu Adi Wicaksono et al., The edible plant microbiome, 2023, <https://bit.ly/3N9igWc>. – **S. 39 o.:** Samiran Banerjee, Marcel van der Heijden, Soil microbiomes and one health, 2023, <https://go.nature.com/3sKNHPF>. – **S. 39 u.:** EC, European Atlas of soil biodiversity, 2010, S. 9, <https://bit.ly/3QVlfCr>.

### **40-41 PESTIZIDE IN ÖSTERREICH**

#### **MYTHEN MIT NEBENWIRKUNGEN**

**von Johann Zaller**

**S. 40:** BML, Grüner Bericht 2022, S. 16, <https://bit.ly/4a9KA4E>. – **S. 41 o.:** Johann G. Zaller et al.: Pesticides in ambient air (...), in: Science of the Total Environment 838 (2022), <https://bit.ly/4a1UWP5>, mit Daten des Hauptautors. – **S. 41 u.:** BMSGPK, Österreichischer Trinkwasserbericht 2021, S. 19, <https://bit.ly/3GsGVkO>.

### **42-43 AGRARÖKOLOGIE**

#### **EINE SYSTEMISCHE ANTWORT**

**von Sarah Schneider und Daniela Wannemacher**

**S. 42:** Misereor, Agrarökologie, 2018, S. 6, <https://bit.ly/3Rere6P>. – **S. 43 o.:** CIDSE, <https://bit.ly/40V2vYy>. – **S. 43 u.:** FAO, The status of women in agrifood systems, 2023, S. 14, <https://bit.ly/3uvyEka>.

### **44-45 ALTERNATIVEN**

#### **WIE BODENSCHUTZ GELINGEN KANN**

**von Silke Bollmohr und Inka Dewitz**

**S. 44:** FiBL, Reduzierte Bodenbearbeitung, 2014, S.5, <https://bit.ly/3sPYDeJ>. – **S. 45:** Panos Panagos et al., The new assessment of soil loss by water erosion in Europe, 2015, <https://bit.ly/46sIRUT>.

### **46-47 ERNÄHRUNG**

#### **DER BLICK ÜBER DEN TELLERRAND**

**von Michael Berger, Elisa Kollenda und Maja-Catrin Riecher**

**S. 46:** Conab, Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos, 2023, S. 12, <https://bit.ly/3RlXdC5>. – **S. 47 o.:** WWF, 2021, S. 6, S. 18, S. 33, S. 59, <https://bit.ly/47Y24PE>. – **S. 47 u.:** Andrea Beste, Anita Idel, Vom Mythos der klimasmarten Landwirtschaft, 2018, S. 24, <https://bit.ly/3Rd49Bp>.

### **48-49 BODENLOSE LANDWIRTSCHAFT**

#### **REVOLUTION ODER ILLUSION?**

**von Kathrin Hartmann und Lena Luig**

**S. 48:** Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), <https://bit.ly/49OkjSm>. – **S. 49:** World Resources Institute, <https://bit.ly/47tB3Uj>.

### **50-51 MENSCHENRECHTE**

#### **RECHT UND REALITÄT**

**von Frederike Klümper und Jes Weigelt**

**S. 50:** Global Witness, Standing firm, 2023, S. 29, <https://bit.ly/47KRb3t>. Transparency International, <https://bit.ly/3QShbmA>. – **S. 51:** Global Witness, Defending Tomorrow, 2020, S. 14ff, <https://bit.ly/3GhMx1b>. Global Witness, Standing firm, 2023, <https://bit.ly/46stR9G>.



## HEINRICH-BÖLL-STIFTUNG

Demokratie und Menschenrechte durchsetzen, gegen die Zerstörung unseres globalen Ökosystems angehen, patriarchale Herrschaftsstrukturen überwinden, die Freiheit des Individuums gegen staatliche und wirtschaftliche Übermacht verteidigen – diese Ziele bestimmen das Handeln der grünen Heinrich-Böll-Stiftung.

Mit derzeit 34 Auslandsbüros verfügen sie über ein weltweites Netz

für ihr Engagement. Sie arbeitet mit ihren Landesstiftungen in allen deutschen Bundesländern zusammen, fördert gesellschaftspolitisch engagierte Studierende und Graduierte im In- und Ausland und erleichtert die soziale und politische Teilhabe von Immigrant\*innen.

Ein besonderes Anliegen ist ihr die Verwirklichung einer demokratischen Einwanderungsgesellschaft sowie einer Ge-

schlechterdemokratie als eines von Abhängigkeit und Dominanz freien Verhältnisses der Geschlechter.

Darüber hinaus fördert die Stiftung Kunst und Kultur als Element ihrer politischen Bildungsarbeit und als Ausdrucksform gesellschaftlicher Selbstverständigung.

**Heinrich-Böll-Stiftung**  
Schumannstraße 8, 10117 Berlin, Deutschland  
[www.boell.de](http://www.boell.de)

## GLOBAL 2000

GLOBAL 2000 ist eine unabhängige und gemeinnützige österreichische Umweltschutzorganisation mit Sitz in Wien. Wir engagieren uns seit 1982 für die Ökologisierung der Landwirtschaft und eine nachhaltige Lebensmittelproduktion, für die Reduktion des Pestizid-Einsatzes und den Schutz der Biodiversität.

Klimaschutz, der Kampf gegen Gentechnik, der umweltverträgliche Einsatz von Chemikalien

in allen Bereichen sowie der sinnvolle Einsatz von Ressourcen sind Hauptthemen der Arbeit von GLOBAL 2000. Unterstützt wird unser Team dabei von Aktivist\*innen und freiwilligen Mitarbeiter\*innen in ganz Österreich. Unsere Expert\*innen erarbeiten gemeinsam mit Partner\*innen aus Forschung und Praxis zukunftsfähige Lösungen. Durch das Schaffen von Umweltbewusstsein wollen wir Verhaltensänderungen erreichen und so mittelbar Umweltschutz bewirken.

Mit den GLOBAL-2000-Umwelttests und den Gütesiegelchecks bieten wir Orientierung für Konsument\*innen. Unsere Campaigner\*innen arbeiten daran, dass auch die Politik ihren Teil der Verantwortung für eine bessere und lebenswerte Zukunft übernimmt. Wir kämpfen für eine intakte Umwelt, eine zukunftsfähige Gesellschaft und nachhaltiges Wirtschaften.

**GLOBAL 2000**  
Neustiftgasse 36, 1070 Wien, Österreich  
[www.global2000.at](http://www.global2000.at)

## DIE PODCAST-REIHE ZUM BODENATLAS



Warum sind gesunde Böden wichtig für Klima und Ernährung?  
Warum werden landwirtschaftlich nutzbare Böden immer knapper?  
Welche Rolle spielen gesunde Böden bei der Anpassung an die Klimakrise?

Antworten darauf und Ansätze für einen gerechten Zugang zu Land und eine nachhaltige Nutzung von Böden finden Sie in unserem dreiteiligen Böll-Spezial zum Bodenatlas.

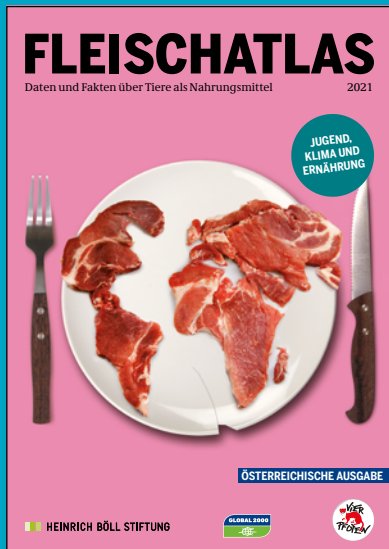
Diesen und weitere Podcasts der Heinrich-Böll-Stiftung können Sie auf unserer Webseite, bei Podigee, Soundcloud, Spotify, Apple Podcasts oder in der Podcast-App Ihrer Wahl abonnieren.

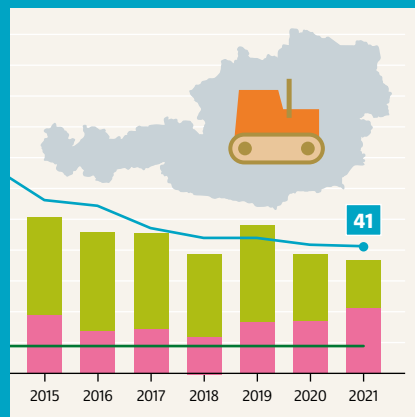
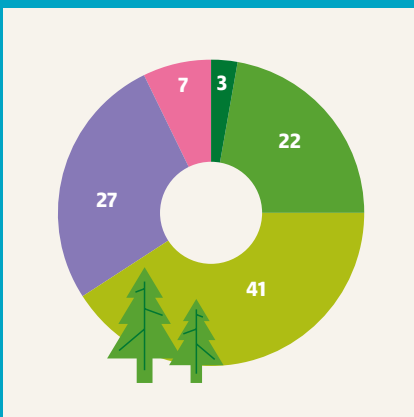
Um den Podcast zum Bodenatlas zu hören, geben Sie folgenden Link ein:  
[boell.de/bodenatlas-podcast](https://boell.de/bodenatlas-podcast)





# BISHER ERSCIENEN (AUSWAHL)





Der Boden ist der artenreichste Lebensraum der Erde.  
Nur Ozeane binden mehr Kohlenstoff.

aus: **DIE GRUNDLAGE DES LEBENS**, Seite 10

Gesunde Böden speichern gigantische Mengen Wasser.  
Ein Segen gegen Starkregen und andere Folgen der Klimakrise.

aus: **BÖDEN ALS WASSERSPEICHER**, Seite 12

Boden wird oft für Viehhaltung und Futtermittelanbau genutzt.  
Eine stärker pflanzenbasierte Ernährung kann wertvolle Flächen sparen.

aus: **DER BLICK ÜBER DEN TELLERRAND**, Seite 46

Die ungleiche Verteilung von Boden ist häufig Ursache von Gewalt.  
Seit 2012 wurden bei Landkonflikten über 1.900 Menschen getötet.

aus: **RECHT UND REALITÄT**, Seite 50