

6. Newsletter des AK Naturwissenschaft und Glauben

von Gerd Weckwerth

INHALT:

- **Einladung zum Vortrag von Prof. Wolfgang Schreiner (Wien) ins Kölner Domforum 12.10.2021** zum Thema: Widersprechen Zufälle dem Plan Gottes?
- **Einladung zur Vortragsreihe Wissenschaftsstadt Bonn** (teils bundesweit digital) am 4.11., 25.11., 2.12., 9.12.2021
- **Rückblick zur digitalen Tagung des ND-Arbeitskreises Naturwissenschaft und Glaube am 2. und 3. Juli 2021**
- **15. Kölner Schöpfungswanderung am 3.Okt.2021** (Thema: Bäume & Klimawandel)
- **Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre**

Einladung zum Vortrag von Prof. Wolfgang Schreiner (Wien) ins Kölner Domforum 12.10.2021, 19:30 Uhr, Domkloster 3, 50667 Köln

Thema: Evolution und Theologie: Widersprechen Zufälle dem Plan Gottes?

Generell gilt die Evolution seit Teilhard de Chardin (1881-1955) als Schöpfungswerkzeug Gottes. Er konnte damit die Worte der Bibel in Einklang mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen bringen. Sieht man jedoch genauer hin, dann erscheinen die Mechanismen der Evolution (Mutation und Selektion) ethisch nicht unproblematisch: Mutationen entstehen anscheinend zufällig - bisher konnten die Naturwissenschaften keinen richtungsweisenden Mechanismus dahinter entdecken. Es entstehen mehr Fehlschläge als Fortschritte und dadurch Leid - als Teil der "Methode". Hier ist anscheinend Zufall der "Plan".

Auch die Selektion scheint christlichen Grundsätzen zu widersprechen, implementiert sie doch das Recht des Stärkeren. Wie sind diese Details der "Schöpfungsmethode" mit christlichem Glauben in Einklang zu bringen? In der Heiligen Schrift gibt es bereits Hinweise auf diese Problematik - und aufgrund unseres heutigen Wissens können wir sie neu interpretieren.

Prof. Dr. Wolfgang Schreiner, Medizin. Computerwissenschaften, Leiter Institut für Biosimulation und Bioinformatik, Univ. Wien

Gebührenfrei, Einlass-Ticket buchen

Auskunft: Dr. Clemens Breuer | 0221 925847-56

Veranstalter: Kath. Bildungswerk Köln, Teilhard Gesellschaft (+NuGeV)

Forum Wissenschaftsstadt Bonn 2021/22

Vertrauen in der Krise

Der Titel ist von beabsichtigter Doppeldeutigkeit: Vertrauen inmitten der Krise oder Krise des Vertrauens? Welche Rolle spielt Vertrauen bei der Bewältigung von persönlichen und sozialen Krisen (und hier nicht nur an die Corona-Krise gedacht); inwieweit kann man in unterschiedlichen Bereichen der Gesellschaft – Politik, Ökonomie (Credit!), Kirche – von einem Schwund des Vertrauens reden? Die Reihe wird sowohl die Rolle des Vertrauens in modernen Gesellschaften diskutieren, dessen Verhältnis zur notwendigen Kontrolle durch Parlament und Justiz, aber auch den Zerfall von Vertrauen im Kontext regressiver Entwicklungen, die zugleich durch den Vertrauensverlust verstärkt werden.

Ob im Herbst das Forum Wissenschaftsstadt Bonn wieder an gewohntem Ort stattfinden kann, stand zum Zeitpunkt der Programmhefterstellung noch nicht fest. Lediglich der Vortrag am 9.12.2021 ist bereits als Online-Veranstaltung geplant. Folgende Vorträge stehen in der Reihe auf dem Programm:

Urvertrauen – Eckstein der gesunden Persönlichkeit

Do 04.11.2021 | 20.00 Uhr s.t.

Dr. Peter Conzen, Bonn

Universität Bonn, Hauptgebäude, Hörsaal VII

Vertrauensbruch: Die fundamentaltheologische Bedeutung des systemischen Missbrauchs in der katholischen Kirche

Do 25.11.2021 | 20.00 Uhr s.t.

Prof. Dr. Gregor Hoff, Salzburg

Universität Bonn, Hauptgebäude, Hörsaal VII

Die unsichtbare Institution: Zur Rolle des Vertrauens in Politik und Wirtschaft

Do 02.12.2021 | 20.00 Uhr s.t.

Prof. Dr. Martin Hartmann, Luzern

Universität Bonn, Hauptgebäude, Hörsaal VII

Identity politics: der neo-totalitäre Wurmfortsatz des gescheiterten Marxismus-Leninismus?

Gedanken zum politischen Vertrauen in einer neuen ideologischen Phase.

Do 09.12.2021 | 19.00 Uhr

Prof. Dr. Josette Baer Hill, Zürich

Online-Vortrag via Zoom;

Anmeldung unter 0228/42979-0 und info@bildungswerk-bonn.de

Ist außerirdisches intelligentes Leben mit dem Christentum vereinbar?

Das kommt darauf an, wie wir das Christentum interpretieren“, so die Antwort von Armin Kreiner, Emeritus der Fundamentaltheologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Der Arbeitskreis Naturwissenschaft hatte ihn und die Bochumer Astrophysikerin und Direktorin des dortigen Planetariums, Susanne Hüttemeister, zur digitalen Konferenz eingeladen. Mit von der Partie war auch der Kölner Exoplanetenforscher Sascha Grziwa, der bei der Einführung in dieses neue Forschungsgebiet seine Unterstützung angeboten hatte.

Wie Frau Prof. Hüttemeister ausführte, ist nach heutigem Stand der Wissenschaft mittlerweile die Existenz von über 4600 Exoplaneten erwiesen, von denen sich 60 (siehe Zombild) in der „habitablen Zone“ um einen nahen Stern bewegen und auch von der Größe und Art eine mögliche Eignung für Leben aufweisen könnten. Auch der uns nächstgelegene Stern weist einen solchen Exoplaneten mit Namen Proxima Centauri **b** auf, ist aber dennoch 4,2 Lichtjahre von uns entfernt, während das Licht unserer eigenen Sonne nur 8 Minuten bis zu uns braucht.

Es sind schon viele!

Name	Type	Mass (M _E)
001. Teegarden's Star b	M-Warm Terran	≥1.05
002. TOI-700 d (N)	M-Warm Terran	—
003. K2-72 e	M-Warm Terran	—
004. TRAPPIST-1 d	M-Warm Subterran	0.41
005. Kepler-1649 c (N)	M-Warm Terran	—
006. Proxima Cen b	M-Warm Terran	≥1.27
007. GJ 1061 d (N)	M-Warm Terran	≥1.64
008. GJ 1061 c (N)	M-Warm Terran	≥1.74
009. Ross 128 b	M-Warm Terran	≥1.40
010. GJ 273 b	M-Warm Terran	≥2.89
011. TRAPPIST-1 e	M-Warm Terran	0.62
012. Kepler-442 b	K-Warm Terran	—
013. Wolf 1061 c	M-Warm Terran	≥3.41
014. GJ 667 C c	M-Warm Terran	≥3.81
015. GJ 667 C f	M-Warm Terran	≥2.54
016. Kepler-1229 b	M-Warm Terran	—
017. TRAPPIST-1 f	M-Warm Terran	0.68
018. Kepler-62 f	K-Warm Terran	—
019. Teegarden's Star c	M-Warm Terran	—
020. Kepler-186 f	M-Warm Terran	≥1.11

Die besten 20 Kandidaten
viele weitere „optimistisch“ mögliche Kandidaten

Insgesamt:
1 ~ marsgroßer Planet
23 ~erdgroße Planeten
36 Supererden
60 habitable Welten
(Stand: 5. 10. 2020)

<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>

John Karla und P
Susanne Hüttemeister

So oder ähnlich konnten die Teilnehmer die Vortragsfolien und rechts unten die Referentin während des Vortrags sehen

Die einzige Chance zu erkennen, ob auf einer dieser für Leben geeigneten Exoplaneten wirklich auch Leben entstanden ist, scheint die Analyse möglicher Atmosphären auf diesen Exoplaneten, da diese über zusätzliche Spektrallinien im Licht des Sterns, abhängig vom Stand des Planetenumlaufs in einigen Fällen bereits gelungen ist. Das bei möglichen Kandidaten genauer zu untersuchen, soll in Zukunft durch das neue James-Webb-Weltraumteleskop und geplante, noch größere irdische Teleskope ermöglicht werden. Als untrügliches Zeichen für Leben gelten vor allem Linien von Ozon, da sie kaum anders als durch Sauerstoff produzierende, der Photosynthese ähnliche Vorgänge auf einem Planeten möglich erscheinen.

Was wäre, wenn auf einem solchen Exoplaneten nicht nur Leben, sondern intelligentes Leben analog zu dem unseren nachgewiesen würde? Der aufklärerische Philosoph Thomas Paine, einer der Gründerväter der Vereinigten Staaten von Amerika, formulierte schon vor über 200 Jahren, dass ein solcher Nachweis das Christentum auf einen Schlag erledigen würde, denn es sei ja völlig undenkbar, die christliche Heilsgeschichte kosmisch zu extrapolieren. Diese sei völlig auf Jesus Christus und sein irdisches Erlösungswerk fokussiert.

Diese Argumentation, die seither immer wieder vorgetragen wird, überzeugte Armin Kreiner nicht. Vielmehr schlug er vor, eine Neuinterpretation der Menschwerdung des göttlichen Wortes (Logos) in den Blick zu nehmen, die sich grundsätzlich durchaus in verschiedenen, dafür geeigneten planetaren Welten ereignen könne. Damit wird die Inkarnation allerdings von der historischen Person des Jesus von Nazareth entkoppelt und zur „Metapher“ für ein grundlegendes, erlösendes Ereignis der Verbindung geschöpflich-intelligenten und göttlichen Lebens. Will man nicht in diese Richtung denken, so Kreiner, dann sei man gezwungen anzunehmen, dass das Christusergebnis hier auf der Erde kosmisch einmalig ist und demnach von Christen sobald es zukünftig einmal möglich würde, in einer „intergalaktischen Mission“ über das gesamte Universum verbreitet werden müsste.

Wie in der Diskussion deutlich wurde, lag es auch für die Teilnehmenden sehr viel näher, dass ein universaler Heiliger Geist auch auf selbstbewusste, personale Wesen anderer Planeten eine Wirkung mit einer der christlichen Heilsgeschichte vergleichbaren Entwicklung ausübt. Letztlich werfen Erkenntnisse über mögliche, weit entfernte „Verwandte“ somit auch ein Schlaglicht auf unsere eigene Vorstellung von der Inkarnation Gottes.

In einem abschließenden Gottesdienst beschäftigte sich Pfarrer Bernd Weckwerth mit der neuen Welt des Himmels. Dieser müsse nach heutigem Denken immer etwas mit unserem Leben und mit der Entwicklung des Kosmos zu tun haben.

Kurt Schanné und Gerd Weckwerth

15. Kölner Schöpfungswanderung (Thema: Bäume und Klimawandel)

Wegen Corona haben wir die Kölner Schöpfungswanderung in diesem Jahr vom 1. Mai auf das Erntedankfest am 3. Oktober verlegt. Sie findet in etwas reduzierter Form im Anschluss an den Erntedankgottesdienst (11 Uhr) in der Erlöserkirche (Köln Rath-Heumar) statt. Im Fokus wird diesmal die Bedeutung von Bäumen zur Bindung von klimaschädlichem CO₂ stehen. Dazu besuchen wir u.a. eine Baumschule im Königsforst. Außerdem werden wir uns mit den Erfolgen der seit 2013 bestehenden Grünbrücken zwischen den Naturschutzgebieten Königsforst und Wahner Heide beschäftigen, an denen wir auf dem Weg vorbeikommen werden. Wegen der Corona-Regeln (3G) und des Gaststättenbesuchs ist nur eine begrenzte Teilnahme möglich. Wir bitten daher um eine baldige Anmeldung (0221/866369).



Zwei Grünbrücken verbinden Wahner Heide und Königsforst:

Eine über die A3 und eine weitere über die L 284 (Rösratherstr.)

Seit dem Bau der A3 ab 1937 waren Wahner Heide und Königsforst naturräumlich getrennt.

Mit dem Konjunkturpaket II 2009 wurde die Grünbrücke 1 über die A3 aus Bundesmitteln finanziert.

Die Grünbrücke 2 über die L 284 wurde von der Stadt Köln und aus Mitteln des NRW-Programmes "Ländlicher Raum" finanziert

Kosten für beide Brücken: ca. 8 Mio

Breite: jeweils 79m, damit breiteste Grünbrücken Deutschlands

Winter 2011: Baubeginn Grünbrücke 1 (A3)

Herbst 2012: Baubeginn Grünbrücke 2 (L284)

November 2013: Öffnung beider Grünbrücken für Wildtiere

06.01.2014: Erster Rothirsch überquert Grünbrücken

27.07.2019: Erster Wolf überquert Grünbrücke Richtung Wahner Heide



Die kath. Erlöserkirche liegt rund 200 m nördlich von der Endhaltestelle der Linie 9 und kann über den Rather Mauspfad und die Erlöserkirchstraße erreicht werden.

Zeitplan:

1. Erlöserkirche 11-12 Uhr
2. Grünbrücken 13 Uhr
3. Gaststätte Asado 14 Uhr
4. Baumschule 15:30 Uhr
5. Schwalbennest 17 Uhr



Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre

Der Klimawandel lässt sich neben der Vermeidung von CO₂-Emissionen auch durch die verstärkte Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre bekämpfen. Bis zum Beginn der Industriezeitalters waren Zuführung und Entnahme weitgehend in einem natürlichen Gleichgewicht. Die Zunahme des CO₂-Gehalts ist durch Verbrennung von fossiler und lebender Biomasse zu CO₂ zur Deckung des Energiebedarfs entstanden. Der Mensch hat damit nicht nur die Zuführung von CO₂ um ein Vielfaches verstärkt, sondern auch große Teile der zur Entnahme fähigen lebenden Biomasse (Pflanzen, Bäume) reduziert. Das muss schnellstens korrigiert werden. Wie schnell bzw. wie viel CO₂ Bäume binden, hängt von vielen Faktoren ab. Dazu gehören die Baumart, das Alter des Baumes, dessen Holzdichte und Wachstumsrate. Aber auch äußere Faktoren wie das Klima, die Bodenqualität oder die Wasserversorgung spielen eine Rolle, was allgemeingültige Aussagen schwierig macht.

Eine normal gewachsene Buche, die ~23 m hoch ist, bindet im Mittel 1 Tonne CO₂. Dieser Baum speichert ~550 Kilogramm Trockenmasse in seinen Blättern, Ästen und seinem Stamm. Schätzt man noch ~10% hinzu, die in der Wurzelbiomasse gespeichert sind, so werden insgesamt ~600 Kilogramm Trockenmasse gebunden. Diese Menge Trockenmasse kann eine Tonne CO₂ binden. Das Gewicht der Trockenmasse ist geringer als die gebundene Menge CO₂, weil bei der Photosynthese auch noch Sauerstoff abgegeben wird. Um eine Tonne CO₂ aufnehmen zu können, muss die Buche ~80 Jahre wachsen d.h. pro Jahr werden 12,5kg CO₂ gebunden. Man muss also 80 Bäume pflanzen, um 1 Tonne CO₂/Jahr durch Bäume zu kompensieren. Zu beachten ist, dass Bäume mit zunehmendem Alter vermehrt CO₂ binden und deutlich geringer starten. Zum Vergleich: 940 kg beträgt – bei Berücksichtigung der Ernährungsweise – die mittlere CO₂-Bilanz eines Veganers. Die eines Vegetariers liegt bei 1.160 kg, die eines Fleischessers bei 1.760 kg. (*Quelle: CO₂-Rechner Umweltbundesamt*).

Globaler Waldbestand: Weltweit wachsen 3.000 Milliarden Bäume. Es waren mal etwa 6.000 Milliarden, wir Menschen haben bereits knapp 46% davon zerstört. Jährlich verlieren wir weltweit etwa 15 Milliarden Bäume.

Weltweit könnten 18 Millionen km² Land, die nicht als städtische oder landwirtschaftliche Fläche gebraucht werden oder Wüsten sind, wieder aufgeforstet werden. Das entspricht etwa 1,2 Billionen (1.200 Milliarden) Bäume. Diese wiederhergestellten Ökosysteme könnten zwischen 370 und 750 Milliarden Tonnen CO₂ binden. Das entspricht einem Viertel der gesamten Emissionen aus menschl. Aktivitäten seit Beginn der industriellen Revolution.

Bäume lösen die Klimakrise aber nicht, sondern sie verschieben die Kipppunkte im Klimasystem in die Zukunft und verschaffen der Menschheit wertvolle Zeit, die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Forscher gehen davon aus, dass 1.000 Milliarden zusätzliche Bäume eine Verschiebung der Kipppunkte um ~10 -15 Jahre bewirken können. Nur in der Kombination von Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen und Aufforstung von 1.000 Milliarden Bäumen bis 2030 wird es möglich sein, die 2-Grad-Grenze des Pariser Klimaabkommens noch zu halten.

Wie alle Pflanzen verbrauchen Bäume atmosphärischen Kohlenstoff durch Photosynthese. Dieser Prozess nutzt Energie aus Sonnenlicht zur Umwandlung von Wasser und Kohlendioxid in Sauerstoff und energiespeichernde Kohlenhydrate. Pflanzen setzen in einem umgekehrten Atmungsprozess viel Kohlenstoff wieder in die Atmosphäre frei. Bei Bäumen wird jedoch ein großer Teil dieses Kohlenstoffs stattdessen als neu gebildetes Holzgewebe gelagert.

Während ihrer Lebenszeit fungieren Bäume als Kohlenstoffspeicher und ziehen so lange Kohlenstoff ab, wie sie wachsen. Eine bedeutende Menge CO₂ wird im Boden gespeichert, wo sie über Tausende von Jahren bleiben kann. (Moore, Kohle- und Erdöllagerstätten). 80% des terrestrischen Kohlenstoffs (3.170 Milliarden Tonnen) ist in den Böden gespeichert. Die Wiederherstellung verlorener Wälder erhöht langfristig den in den Böden gespeicherten Kohlenstoff. 1,5–4,4 Milliarden Tonnen CO₂/Jahr könnten so der Atmosphäre entnommen werden.

Wälder spielen auch eine entscheidende Rolle für Biodiversität: sie sind die vielfältigsten Ökosysteme an Land und beherbergen die überwiegende Mehrheit der terrestrischen Arten der Welt. Die Hälfte der Billion Bäume kann in Afrika und der überwiegende Rest in Lateinamerika und Südostasien gepflanzt werden, und damit in überwiegend armen Ländern. Globale Wiederaufforstung könnte zum größten Konjunkturprogramm der Menschheitsgeschichte werden, Einkommen, Wohlstand und Perspektive in den Ländern des globalen Südens bringen und damit Entwicklung intelligent, emotional und einfach verbinden. „*Bäume pflanzen macht Arme sauber reich und säubert Reiche*“.

Die Pflanzung einer Vielfalt von einheimischen Baumarten ist effektiver bei der Kohlenstoffspeicherung als die Pflanzung von nicht-heimischen Arten und bringt eine Reihe von sozialen, wirtschaftl. und ökolog. Zusatznutzen mit sich. Gut geeignet und ökologisch und wirtschaftlich nachhaltig sind auch Maßnahmen einer nachhaltigen Landnutzung, wie bodenschonende und humusmehrende Landbewirtschaftung, Moorschutz und -renaturierung.

So kommt Treibhausgas raus aus der Atmosphäre

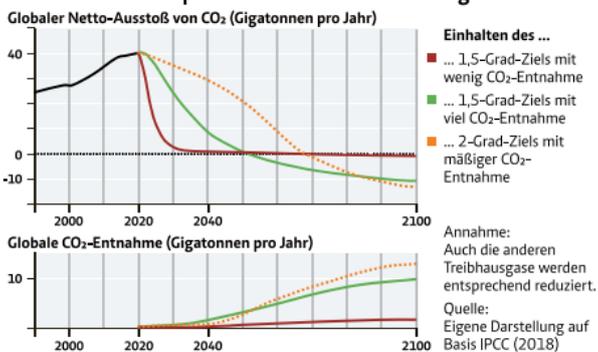
CO₂-Entnahme zum Klimaschutz: ein Überblick über Stellenwert, mögliche Technologien und Politik-Instrumente.

Das Thema „negative Emissionen“ rückt auf die Tagesordnung, wird von Regierungen schon in Zielen konkretisiert. Den Treibhausgas-Ausstoß schnell in Richtung Null zu drücken, reicht nicht aus, um die Temperatur-Ziele des Pariser Weltklimaabkommens zu erreichen.

1. Das Problem

Die Erderhitzung auf deutlich unter 2 und möglichst auf 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, ist laut Weltklimarat IPCC nicht möglich ohne Entnahme von Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre. Dies könnte je nachdem, wie langsam die Emissionen durch Klimaschutzmaßnahmen sinken, bereits ab 2030 nötig werden – und danach in großem Umfang.

Drei stilisierte Zeitpfade zur Klima-Stabilisierung



3. Die Lösung (Fortsetzung von Seite 1)

- Bioenergie-Plantagen: Verfeuern mit Abscheiden und Speichern von CO₂, Potenzial 0,5 bis 5 Gigatonnen pro Jahr, Kosten 100 bis 200 Dollar je Tonne;
- Ozean-Alkalisierung: Zugabe zerkleinerter Mineralien zum Erhöhen von pH-Wert und CO₂-Aufnahme, Potenzial 0,1 bis 10 Gigatonnen, Kosten 14 bis 500 Dollar;
- beschleunigte Verwitterung: Zugabe von Mineralien auf Landflächen, 2 bis 4 Gigatonnen, 50 bis 200 Dollar;
- Anreichern von Kohlenstoff auf Äckern: Zufügen von Bio-

kohle, 0,5 bis 2 Gigatonnen, 30 bis 120 Dollar; veränderte Landwirtschaft mit weniger Pflügen und mehr Anpflanzen von Bodendeckern, 2 bis 5 Gigatonnen, 0 bis 100 Dollar; und

- Luftfilter-Anlagen: Direktabscheiden von CO₂ mittels chemischer Prozesse, 0,5 bis 5 Gigatonnen, 100 bis 300 Dollar.

Über Luftfilter oder Bioenergie-Plantagen entnommenes CO₂ könnte unterirdisch in geologischen Formationen deponiert werden. Etwa in leer gepumpten Erdgas-Lagerstätten onshore und auch offshore. Möglich ist auch eine Mineralisierung des CO₂, also die dauerhafte Fixierung in bestimmten Gesteinen.

4. Die Umsetzung

Damit die CO₂-Entnahme sicher, kostengünstig und nachhaltig erfolgt, bedarf es eines neu zu schaffenden Anreiz- und Ordnungsrahmens. Kurzfristig sollte der Fokus auf Monitoring, Innovationsförderung und Pilotprojekten liegen. Mittelfristig sind für Entnahmen eigene Mengenziele und Anreize sinnvoll. Langfristig könnten sie über bestehende CO₂-Preissysteme honoriert werden, sofern Permanenz und Umweltverträglichkeit durch zusätzliche Regulierung gesichert sind.

Monitoring organisieren. Die Politik muss sicherstellen, dass die Entnahme-Mengen stimmen, dass der Effekt dauerhaft ist und dass er nicht konterkariert wird. Für unterirdische Speicherung braucht es Qualitätssicherung, Haftungsregelungen für Betreiber und ein Backup durch Finanzinstitute. Anrechnung von Entnahme-Mengen gilt es international zu koordinieren.

Innovation beschleunigen. Angesichts der eklatanten Innovationslücke und des Zeitdrucks sollten Forschung und Entwicklung über Zuschüsse oder Kredite gepusht werden – für Verfahren zum Abscheiden und Speichern sowie zu Monito-

ring und Verifizierung. Was als neue Option förderbar ist, müsste ein Review-Verfahren nach klaren Kriterien regeln.

Umwelteffekte berücksichtigen. Negative Emissionen in großem Stil können mit erheblichen Eingriffen in Umwelt und Gesellschaft verbunden sein. So ist der Flächenverbrauch von Bioenergie-Plantagen für zig Gigatonnen jährliche CO₂-Entnahme ein Problem für Nahrungsversorgung und Biodiversität. Dies gilt es auszuleuchten. Differenzierte Anreizsysteme können in der Aufbauphase solche Konflikte minimieren – und unter Umständen zusätzlichen lokalen Umweltnutzen honorieren, etwa bei Aufforstung oder Kohlenstoffbindung auf Äckern.

CO₂-Bepreisung anwenden. Das ökonomische Prinzip der Umweltsteuer, externe Effekte einzupreisen, funktioniert langfristig auch hier: Klimaschutz wird dann am kostengünstigsten, wenn der Staat jede entnommene Tonne CO₂ gleich vergütet – und so hoch, wie er jede emittierte Tonne belastet. Vergüten und belasten geht auch über die Menge, durch Auktionierung und Emissionshandel. Mit stetig steigendem CO₂-Preis wird auch aufwendigere Entnahme realistisch. Früh angekündigt hilft das Entwicklern und Investoren zu kalkulieren.

2. Der Hintergrund

Für das Ziel der Klimaneutralität gilt es, nicht oder kaum vermeidbare Rest-Emissionen auszugleichen: bis zum Jahr 2100 insgesamt mindestens 100 Gigatonnen CO₂ weltweit. Und sofern Netto-Null nicht sehr schnell kommt, muss CO₂-Entnahme überdies einen „Überziehungskredit“ bei der Atmosphäre tilgen. Doch es fehlt an Entwicklung und Umsetzung der Technologien. Es gibt eine große Innovations- und Politik-Lücke.

3. Die Lösung

CO₂-Entnahme muss rechtzeitig machbar werden – im nötigen Volumen, effizient und sozio-ökologisch vertretbar. Die Zahlen für die Potenziale und die Kosten (jeweils global für 2050) basieren auf einer entsprechend konservativen Einschätzung der Forschungsliteratur. Sie sind mit hohen Unsicherheiten behaftet; zudem limitieren sich die Optionen zum Teil gegenseitig:

- (Wieder-)Aufforstung: Potenzial 0,5 bis 3,6 Gigatonnen CO₂ pro Jahr, Kosten 0 bis 50 Dollar je Tonne in heutiger Kaufkraft;

Fortsetzung auf folgender Seite →

Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC)

www.mcc-berlin.net

Geschäftsführer:

Prof. O. Edenhofer

Das Dossier des Berliner Mercator-Instituts (links) zeigt die Herausforderung und Möglichkeiten der Entnahme von CO₂, ohne die eine rechtzeitige Klimastabilisierung mit wieder fallenden CO₂-gehalten der Atmosphäre kaum erreichbar scheint.

Mit Ausnahme der Wiederaufforstung scheinen die meisten Methoden noch weit von einer ökonomisch in globalem Maßstab realisierbaren Technik entfernt zu sein. Hinzu kommen bisher kaum ausgetestete Risiken, wie bei der Ozean-Alkalisierung oder der CO₂-Deponierung, die auch bei einer Abgas-Abtrennung nötig wäre.

Diese Optionen für CO₂-Entnahme werden diskutiert:



Diskussion möglicher Maßnahmen

Maßnahmen um CO₂ aus der Atmosphäre zu entnehmen, können die Dekarbonisierung (Abkehr von Kohlenstoff zur Energiegewinnung) keinesfalls ersetzen, sind aber ergänzend nötig. Gut geeignet und ökologisch, sozial und wirtschaftlich nachhaltig sind Maßnahmen einer nachhaltigen Landnutzung, wie bodenschonende und humusmehrende Landwirtschaft, Moorschutz und -renaturierung, Grünlanderhalt und Wiederaufforstung. Das UBA unterstützt daher solche Maßnahmen und sieht die dringliche Notwendigkeit, dafür die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen, wie Ausbau finanzieller Förderung, Transfer von Technologie-Know-how und Ausgleichszahlungen durch Industriestaaten.

Das UBA hält es für riskant, auf zum Teil unerforschte und unerprobte CO₂-Entnahmetechnologien und anschließender Speicherung zu setzen. Nach dem heutigen Wissensstand bergen die meisten CO₂-Entnahmetechnologien Risiken für Umwelt und nachhaltige Entwicklung: Bei der Düngung von Ozeanen etwa, um CO₂-bindende Algen zu fördern, könnten die Meeresökosysteme durch Überdüngung geschädigt werden.

Ein weiterer Ansatz ist Bioenergy Carbon Capture and Storage (BECCS), bei dem im industriellen Stil Pflanzen angebaut würden, um diese anschließend zu verbrennen und das dabei entstehende CO₂ abzuscheiden und zu speichern. Der großflächige Einsatz von BECCS erhöht jedoch die Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln und hat negative Auswirkungen auf Ökosysteme, Wasserhaushalt und Boden- und Wasserqualität. Je nach Standort bestehen zudem Risiken durch die unterirdische Speicherung von CO₂, zum Beispiel Versauerung des Grundwassers oder Auslösung seismischer Aktivitäten.

CO₂-Abtrennung bei der Kohleverstromung

Aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung setzt die Verbrennung von Kohle ungefähr doppelt so viel CO₂ pro Energieeinheit frei als Erdgas. Dieser Nachteil kann nur durch folgende Maßnahmen kompensiert werden: (1) Erhöhung der Effizienz von Kraftwerken, die mit Kohle befeuert werden; (2) CO₂-Abtrennung (Carbon Capture) durch Verbrennung vor der Abtrennung, Verbrennung nach der Abtrennung oder Oxyfuel-Verfahren mittels wirtschaftlicher Verfahren in großem Umfang. Die CO₂-Abscheidung und -Speicherung in Kraftwerken blieb aber seit Jahrzehnten im Entwicklungs- und Pilotstadium. Mit Stand 2016 steht die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit von CCS-Kraftwerken trotz zwei Jahrzehnten der Forschung und des Baus von Prototypen weiterhin aus. Die Wirtschaftlichkeit der Technologie ist fraglich, da davon ausgegangen wird, dass einige erneuerbare Energien bereits 2020 gleich hohe oder niedrigere Produktionskosten aufweisen werden.