Zeitschrift: Bulletin / Vereinigung der Schweizerischen Hochschuldozierenden = Association Suisse des Enseignant-e-s d'Université

Herausgeber: Vereinigung der Schweizerischen Hochschuldozierenden

Band: 40 (2014)

Heft: 4

Artikel: Schluckt der Wald "unser" CO^2?

Autor: Körner, Christian

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-893823

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schluckt der Wald ‹unser› CO_2?

Christian Körner*

Abstract

The global carbon cycle between the biosphere and the atmosphere is driven by plant photosynthesis and microbial recycling. By releasing large amounts of fossil carbon to the atmosphere, humans have a significant influence on the carbon cycle and the climate system. Feedback effects of these atmospheric changes on CO_2-demanding plants are constrained by mineral nutrient demands by plants and forest tree age structure. It is highly unlikely that biotic carbon capture will mitigate atmospheric CO_2 enrichment in the long run. The substitution potential of fossil by biological ressources is very limited and commonly overestimated by not accounting for externalities. Thus, reduced consumption is by far the most effective way to dampen atmospheric CO_2 enrichment.

Zusammenfassung

Umwelt ist Alles, und was Alles ist, ist bekanntlich Nichts. Es gibt viele Begriffe in der neueren Wissenschaft, die inhaltsleer wurden, weil sie einen all-umfassenden Anspruch erheben. Umwelt, Oekologie, ‹Life-›, Bio-, Nachhaltigkeit sind solche Vokabeln. Meist dienen sie entweder der Blendung eher ahnungsloser, aber wohlmeinender ‹oberer Behörden›, die gerne die geförderte Forschung im ‹mainstream› verankert sehen, oder sie folgen einfach einer Mode im Hoffen auf öffentliche Aufmerksamkeit und mehr Forschungsmittel, obwohl es ‹alter Wein in neuen Schläuchen› ist. Für Schüler ist der Lehrer belebte Umwelt. Für den Angeklagten der Richter, für den Kunstbetrachter das Kunstwerk ‹Umwelt›, für jeden der atmet die Luft, für jeden der isst das Essen. Umwelt ist definiert als alle Wirkung von aussen auf einen Organismus und dazu gehören auch andere Organismen (infektiöse Bakterien, der futterneidische Artgenosse, der Platzhirsch), es gibt also eine belebte und eine unbelebte Umwelt.

* Institute of Botany, University of Basel, Schoenbeinstr. 6, 4056 Basel.

E-mail: *ch.koerner@unibas.ch*
https://plantecology.unibas.ch/koerner/index.shtml

Christian Körner, Dr. phil., Dr. h.c., ist emeritierter Professor der Botanik an der Universität Basel. Seit seiner Berufung im Jahre 1989 aus Innsbruck widmete sich Christian Körner der Erforschung der CO_2-Wirkungen auf Pflanzen und Ökosysteme. Weitere Arbeitsschwerpunkte sind die Erklärung des weltweiten Phänomens der alpinen Waldgrenze sowie alpine Pflanzenökologie, wozu er Lehrbücher verfasste.

1. Der biologische Kohlenstoffkreislauf

Das Objekt dieses Beitrages gehört sowohl zur belebten als auch zur unbelebte Umwelt, es kreist zwischen den beiden Umwelten: Das Element Kohlenstoff (C) in seiner oxidierten Form, das Kohlendioxid, kurz CO_2. Seit über 200 Jahren ist bekannt, dass Pflanzen quasi ‹Luft essen›, also sich ihre Körpersubstanz hautsächlich aus dem CO_2 der Luft im Wege der Blattphotosynthese holen. Über den Atmungsprozess aller Organismen, insbesondere auch der mit recycling beschäftigten Bakterien, gelangt CO_2 wieder in die Luft zurück – das ist der biosphärische Kohlenstoffkreislauf. Auch über die Verbrennung von Biomasse (z.B. Wildfeuer) gelangt CO_2 wieder zurück in die Luft. Dieser Kreislauf ist seit Urzeiten weitgehend ausgeglichen, die Aufnahme und Abgabe von CO_2 durch die Biosphäre sind nahezu gleich gross (Abb. 1).

Abildung 1. *Pflanzen entnehmen der Luft im Wege der Photosynthese CO_2 und alle nicht-grünen Pflanzenteile, Tiere und Mikroben befördern das CO_2 durch Atmungsprozesse wieder in die Atmosphäre zurück. Dieser natürliche Kreislauf des Kohlenstoffs ist langfristig und grossräumig weitgehend geschlossen und die Bilanz ist nahezu ausgeglichen.*

Wenn über fast unvorstellbar lange Zeiträume etwas mehr aufgenommen als abgegeben wird, entstehen biogene Kohlenstofflager, die aber nur Bestand haben wenn der Sauerstoffzutritt verwehrt ist. So entstanden vor grob 100 bis 300 Millionen Jahren, durch Schlamm und später Gestein überdeckt und somit konserviert, Kohle-, Erdöl- und Erdgaslager, die die Menschheit im Begriff ist, im Laufe von rund 200 Jahren aus der geologischen Konserve herauszuholen. Als CO_2-Anreicherung in der Luft beschäftigt uns heute das Thema wegen des dadurch erhöhten Treibhauseffektes. Zu der derzeit bereits von 700 auf fast 800 Milliarden Tonnen CO_2-Kohlenstoff angereicher-

ten Atmosphäre füttert die Menschheit gegenwärtig fast 10 Mrd. Tonnen C jährlich dazu (Abb. 2).

Weil der kleine Max lernte, dass Pflanzen CO_2 brauchen und so den ganzen Kreislauf des Lebens aufrecht erhalten, kamen naive Politiker auf die Idee, dass mehr CO_2 in der Luft ja grossartig sei, da würden die Wüsten ergrünen, bei Verdoppelung des Gehaltes in der Luft die Wälder viermal (!) so schnell wachsen und der ganze Planet würde immer üppiger, so wörtlich (The Greening of Planet Earth) G. Bush senior im einstigen US Präsidenten-Wahlkampf. Und wenn denn die Wälder, die ja bekanntlich 90% des Kohlenstoffs in der Pflanzenmasse der Erde speichern, schneller wüchsen, dann würde dort ja der Kohlenstoff sicher verwahrt und wir brauchen uns keine Gedanken über die Klimaerwärmung zu machen. Noch heute geistert hin und wieder dieser Unsinn durch den Blätterwald

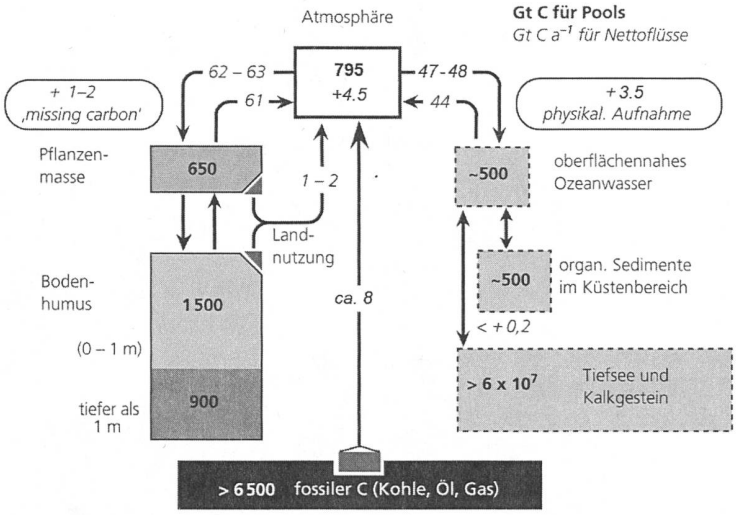


Abbildung 2. *Der Kohlenstoffkreislauf in einer vom Menschen veränderten Welt. Einheiten in Milliarden t C. Die Grösse der Kästchen symbolisiert die Grösse der diversen Kohlenstoffvorräte (pools). Die Pfeile geben die jährlichen C-Flüsse an (aus Körner 2014).*

2. Drei einfache Grundregeln dazu kann jeder verstehen:

Regel 1: Jeder Organismus, so auch der Mensch besteht nicht nur aus dem Element Kohlenstoff (das wäre Diamant, Russ, Graphit, die drei wichtigsten Zustandsformen elementaren Kohlenstoffs, C). Wir brauchen etwa 25 essentielle chemische Elemente um gesund zu bleiben. Das gilt auch für Bakterien, Pflanzen und Tiere. Wo sollten plötzlich Magnesium, Phosphor, Mangan, Molybdän, Selen etc. vermehrt herkommen? Im Gegensatz zum CO_2 kommen diese Elemente nicht aus der Luft sondern aus dem Boden. Sie müssen in verfügbarer Form, also gelöst im Boden für Pflanzen erreichbar sein. Das Leben auf dieser Erde ist ein einziger Wettkampf um diese begrenzten Bodenressourcen. Was der Eine übrig lässt, nimmt der Andere. 175 Jahre ist es her, dass Justus Liebig die Lehre von den begrenzenden Bodenressourcen begründete. Ausser wenn der Mensch diese mineralischen Elemente in lösbarer Form als Dünger zufügt, ist immer irgendeines dieser Elemente (meist sind es mehrere) im Mangel und damit wachstumsbestimmend (Gesetz des Minimums). Auch wenn vorübergehend mehr von einem Element in gewissen Grenzen die forcierte Aufnahme von anderen Elementen möglich machen kann, gilt dauerhaft doch die Regel, dass Kohlenstoff nur in dem Masse von Pflanzen gebunden werden kann, als es diese anderen Elemente erlauben. Nur so können die Elementverhältnisse (die ‹Stöchiometrie› des Lebens) bewahrt werden. In aller Regel ist Kohlenstoff nicht die limitierende Ressource (Körner 2003a, 2013). Also kann es den sogenannten CO_2-Düngeeffekt, von wenigen nährstoffreichen Situationen abgesehen, in freier Natur dauerhaft nicht geben. Mit mehr CO_2 allein kann keine Pflanze auf Dauer mehr wachsen.

Regel 2: Jeder, der Umsatz und Kapital verwechselt, ist schnell bankrott. Ein erhöhter Umsatz bedeutet nicht mehr Kapital. In dieser Analogie ist der Umsatz der Kohlenstoffkreislauf, also das Geboren werden, Wachsen und Sterben von Pflanzen (Aufnahme und Abgabe von CO_2). Das Kapital ist der Kohlenstoffvorrat in der Pflanzenmasse in der Landschaft. Selbst wenn Regel 1 nicht (!) verbieten würde, dass mehr CO_2 gebunden wird, wenn also tatsächlich schnelleres Wachstum stattfände, bedeutet das nicht automatisch, dass der Vorrat, also das Kapital steigt. Genau diesen Kardinalfehler begehen alle, die Wachstum mit Kohlenstoffspeicherung verwechseln. Ein schneller wachsender Baum erreicht seine maximale Grösse rascher. Andernorts stirbt gerade einer oder wird genutzt. Über alle Bäume der Landschaft hinweg (vom Sämling bis zum Greis) bleibt der Vorrat in der Regel konstant (Körner 2003b). Das ist übrigens die Grundregel nachhaltiger Forstwirtschaft – nur das ernten was nachwächst –; von dort stammt der Nachhaltigkeitsbegriff (von Carlowitz 1713; Abb. 3). Es gibt, zumindest kurzfristig, zwei Auswege: eine Verschiebung der Altersverteilung (z.B. mehr alte und weniger junge Bäume) oder die Waldfläche wird vergrössert. Mehr Alte bedeutet weniger Erneuerung, programmiertes Massensterben in der Zukunft. Mehr Fläche bedeutet weniger Agrarland, und ein Stück Wald kann nur einmal aufgeforstet werden. Man darf sich also nicht einen einzigen grösser und schwerer werdenden Baum herauspicken, der tatsächlich Kohlenstoff speichert, sondern *muss alle* Altersklassen betrachten einschliesslich der Jüngsten und der Sterbenden. Nur die gesamte Alterspyramide über grosse Landstriche zählt für die Bemessung des Kohlenstoffvorrates in der Landschaft. Dazu kommt noch, dass ältere Wälder weniger schnell wachsen. Das ist der

Mit GOtt!
SYLVICVLTVRA OECONOMICA,
Oder
Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige
Anweisung
Zur
Wilden Baum-Zucht,
Nebst
Gründlicher Darstellung/
Wie zuförderst durch Göttliches Benedeyen dem allenthalben und insgemein einreissenden
Grossen Holtz-Mangel/
Vermittelst Säe-Pflantz- und Versetzung vielerhand Bäume zu prospiciren/
Alles zu nothdürfftiger Versorgung des Hauß-Bau-Brau-Berg- und Schmelz-Wesens/
Worbey zugleich eine gründliche Nachricht von den in Churfl. Sächß. Landen
Gefundenen Turff
Dessen Natürliche Beschaffenheit/ grossen Nutzen/ Gebrauch und nützlichen Verkohlung.
Aus Liebe zu Beförderung des algemeinen Bestens beschrieben
Von
Hannß Carl von Carlowitz/
Königl. Pohl. und Churfl. Sächß. Cammer-Rath und Ober-Berg-Hauptmann.
Mit Königl. Pohl. und Churfürstl. Sächß. allergnädigsten PRIVILEGIO.
LEIPZIG/
verlegts Johann Friedrich Braun 1713.

Abbildung 3 a: *Titelblatt Carlovitz*

Hanns Carl von Carlowitz:
Sylvicultura Oeconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht, nebst Gründlicher Darstellung, wie zuförderst durch Göttliches Benedeyen dem allenthalben und insgemein einreissenden Grossen Holtz-Mangel, vermittelst Säe-Pflantz- und Versetzung vielerhand Bäume zu prospicieren, auch also durch Anflug und Wiederwachs des so wohl guten und schleunig anwachsend, als anderen gewüchsig und nützlichen Holtzes, ganz öde und abgetriebene Holtz-Ländereyen, Plätze und Orte wiederum Holzreich, nütz und brauchbar zu machen; Bevorab von Saam-Bäumen und wie der wilde Baum-Saamen zu sammeln, der Grund und Boden zum Säen zuzurichten, solche Saat zu bewerckstelligen, auch der junge Anflug und Wiederwachs zu beachten. Daneben das sogenannte lebendige, oder Schlag-an Ober- und Unter-Holz auffzubringen und zu vermehren, welchen beygefügt die Arten des Tangel- und Laub Holzes, thels deren Eigenschafften und was besagtes Holtz für Saamen trage, auch wie man mit frembden Baum-Gewächsen sich zu verhalten, ferner wie das Holz zu fällen, zu verkohlen, zu äschern und sonst zu nutzen. Alles zu nothdürfftiger Versorgung des Hauß-Bau-Brau-Berg- und Schmeltz-Wesens, und wie eine immerwährende Holtz-Nutzung, Land und Leuten, auch jedem Hauß-Wirthe zu unschätzbaren großen Auffnehmen, pfleglich und füglich zu erzielen und einzuführen, worbey zugleich eine gründliche Nachricht von den in Churfl. Sächß. Landen Gefundenen Turff Dessen Natürliche Beschaffenheit, grossen Nutzen, Gebrauch und nützlichen Verkohlung Aus Liebe zu Beförderung des algemeinen Bestens beschrieben.

Abbildung 3 b: *Vollständiger Text des Titelblattes*

Grund, warum man Plantagen mit kurzer Umtriebszeit wählt, wenn man den Ertrag erhöhen möchte. Hoher Umsatz, bei niedrigem Kapital. Wachstum (Teil des Umsatzes) darf man also nicht mit Vorrat (Kapital) verwechseln, wie in der Wirtschaft (Körner 2009a).

Regel 3: Was in der organischen Substanz gebunden ist, steht nicht für Umsatzerhöhung zur Verfügung. Sollte mehr CO_2 in der Atmosphäre dennoch zu mehr Wachstum führen, und sollte mehr Wachstum zu grösserem Vorrat an Biomassekohlenstoff in der Biosphäre führen, was beides gemäss Regel 1 und 2 nicht gut möglich ist, dann würden in diesem Vorrat andere chemische Elemente als C ebenfalls gespeichert sein und nicht für weiteres Wachstum zur Verfügung stehen. Da auch Bodenorganismen dieselben 25 essentiellen Elemente für ihr Leben brauchen, kann man diese Elemente sogar den Pflanzen entziehen, wenn man diese Organismen mit Zucker füttert, oder, wie das experimentell gemacht wurde, durch Ausstreuen von nährstoffarmem Sägemehl im Wald, das rasch in seine Zuckerbestandzeile zerlegt wird, einseitig mit Kohlenstoff überfüttern. Sie raffen dann alle anderen Elemente an sich und das Baumwachstum geht zurück. Das passiert übrigens auch in CO_2-Anreicherungsexperimenten. Wenn man Pflanzen auf natürlichem, nährstoffarmem Substrat mit CO_2 ‹düngt›, sie aber mangels anderer Elemente nicht mehr wachsen können, dann schwitzen sie gleichsam den von der Photosynthese im Übermass produzierten Zucker über die Wurzeln aus (Wurzelexsudation), fördern damit die heterotrophen Bodenorganismen, die ihrerseits alle ihnen irgendwie noch verfügbaren Mineralstoffe an sich binden und damit die Pflanze mineralisch ‹aushungern›. So kann ein erhöhtes CO_2-Angebot, zumindest vorrübergehend, sogar das Wachstum hemmen (Diaz et al. 1993, Inauen et al. 2012).

Erhöhtes CO_2 Angebot in der Atmosphäre kann also in freier Natur das Wachstum nicht nachhaltig (dauerhaft) fördern (Regel 1). Selbst wenn es das täte, würden dadurch nicht die Biomasse-Kohlenstoff-Vorräte dauerhaft steigen (2). Sollte in einer ersten Phase dennoch mehr gespeichert werden, droht eine demographisch bedingte C-Freisetzungswelle in der Zukunft und eine mineralische Aushungerung der Böden (3). Was der US-Präsident G. Bush sen. seinen potentiellen Wählern verkaufte, waren Produkte naiver Einflüsterer, die die elementarsten Regeln des Funktionieren eines Waldes nicht verstanden. Es geht ja wirklich nur um den Wald, wenn wir über biologisches Kohlenstoffmanagement reden. Das politische Motiv war klar: Ein hoher Konsum fossiler Energie sollte als für die Natur segensreich dargestellt werden.

3. Die Kohlenstoffbilanz der Erde

Betrachtet man die errechnete Kohlenstoffbilanz der Erde, fehlen uns allerdings pro Jahr 1–2 der 10 von der Menschheit freigesetzten Milliarden Tonnen C

(nahezu 9 Mrd. t aus der Verbrennung fossiler Energieträger, etwa 1 Mrd. t durch Zerstörung tropischer Wälder; Abb. 2). Sieht man von möglichen Rechenfehlern ab (z.B. unklare Beiträge des Vulkanismus), verbleiben etwa 5–6 Mrd. Tonnen in der Atmosphäre als CO_2-Anreicherung, der oberflächennahe Ozean speichert durch Lösen von CO_2 etwa 3 Mrd. Tonnen C als ‹Kohlensäure› (der Ozean wird tatsächlich saurer, mit schwerwiegenden ökologischen Folgen) und der Rest bleibt tatsächlich unerklärt. Ein Teil dürfte durch Wiederbewaldung wenig ertragreichen Agrarlandes in den gemässigten Breiten gebunden werden (die Schweiz ist gutes Beispiel), ein Teil mag durch Überalterung (Unternutzung) der Wälder erklärt werden (die Schweiz hat deshalb aus rein ökonomischen Gründen mit Luxemburg die am stärksten überalterten Wälder Europas), ein weiterer Teil dieses ‹fehlenden› Kohlenstoffs mag im Boden festgelegt werden. Dies ist indes ein sehr sehr langsamer Prozess, und der Rest mag sich auf schwer messbare Prozesse verteilen, wie der Export organischer Abfälle durch Flüsse ins Meer.

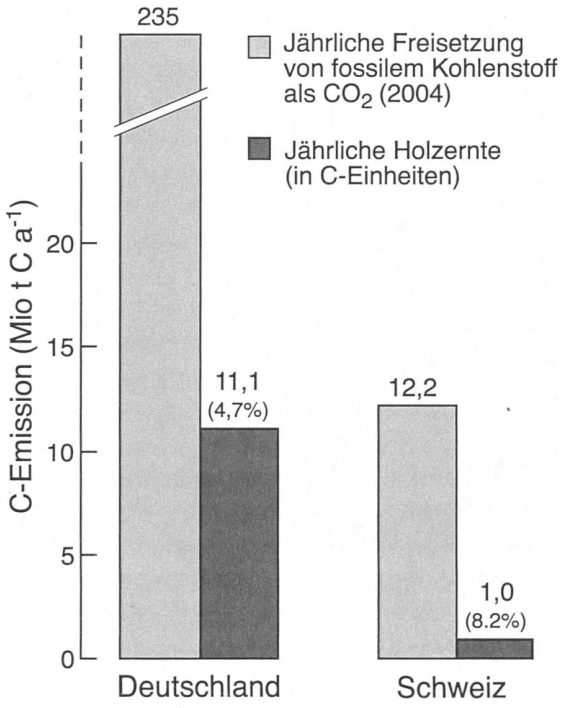
Abbildung 4. *Lianen spielen eine entscheidende Rolle bei der Frage, wieviel Kohlenstoff Tropenwälder speichern. Je aggressiver Lianen werden, desto dynamischer wird der Wald und desto niedriger ist der mittlere Kohlenstoffvorrat. Lianen wurden tatsächlich in den letzten Jahrzehnten ‚wüchsiger'. So kann eine Wachstumsförderung einer Pflanzengruppe das C-Kapital des Ökosystems reduzieren, während gleichzeitig mehr C-Umsatz herrscht (Körner 2009b).*

Aus meiner Sicht ist die Verschiebung der Altersverteilung (Demographie) in Wäldern ein wenig verstandener und beachteter Schlüsselprozess. Bäume brauchen Mineralstoffe primär für das Laubdach, Feinwurzeln und die Rinde. Der Stamm selbst braucht extrem geringe Mengen an Mineralstoffen. Deshalb ist über eine gewisse Zeit eine Wachstumssteigerung denkbar, indem vermehrt C-reiche, mineralstoffarme Strukturen (Holz) gebildet werden. Eine solche Zuwachswelle ist aber nur einmal möglich, denn Bäume wachsen bekanntlich nicht in den Himmel und haben ein endliches Leben. Wir schieben also sehr wahrscheinlich eine gefährliche, Demographie-bedingte Kohlenstoffexportwelle vor uns her. Es wird geschätzt, dass derzeit grob 1 Mrd. t Kohlenstoff pro Jahr (1/10 der Emissionen) in den Wäldern der Erde ‹verschwindet› (Pan et al. 2011). Der Grund dürfte hauptsächlich in dieser demographischen Verschiebung liegen. Dass wir uns der Sättigung der Biosphäre mit CO_2 nähern, zeigen auch globale C-Statistiken. Der Anteil der in der Atmosphäre verbleibenden CO_2-Menge steigt stetig (Le Quéré et al. 2009), und tropische Wälder (immer noch fast die Hälfte aller Wald-Biomasse) wurden in den letzten Jahrzehnten dynamischer, das heisst die Sterberate von Bäumen nahm deutlich zu (Phillips et al 2002). Jeder gefallene Baum öffnet eine Nische für Nachwuchs, der über Jahrzehnte noch wenig C speichert, aber rasch wächst. Lianen spielen bei dieser Dynamisierung tropischer Wälder eine Schlüsselrolle, sie wurden in den letzten Jahrzehnten aggressiver, was die mittlere Überlebensdauer von Bäumen reduziert und damit langfristig den Kohlenstoffvorrat senken kann (Abb. 4).

Das Kyoto Protokoll fördert Aktivitäten zur Wiederbewaldung (Körner 2003b). Daran ist ökologisch nichts schlecht. Wenn man aber bedenkt, dass es bis zu 200 Jahre dauert, bis auf einer Rodungsfläche wieder der ursprüngliche C-Vorrat steht, wäre ein Schutz der bestehenden, vorratsreichen Altwälder viel wichtiger als neuer Jungwald. Der nötige nachwachsende Rohstoff Holz sollte also nicht durch ‹Mineure› (ohne vorherige Investitionen) aus alten Wäldern geholt werden, sondern nachhaltig aus Plantagen bezogen werden. Europa macht das seit Jahrhunderten. Alle unsere Wälder in Europa, mit Ausnahme schwerzugänglicher, entlegener Steilhänge, sind Plantagen. Kaum jemand hat je eine ausgewachsene Fichte (Rottanne) gesehen. Diese Baumart kann 70 m hoch werden, einen Stammdurchmesser von 1.6 m haben und 600 Jahre alt werden. Was wir im Wald sehen, sind ‹jugendliche› Bäume von meist weniger als 120 Jahren Alter, in einer für die Nutzung handlichen Dimension.

4. Welche Optionen haben wir, die CO_2-Anreicherung in der Luft zu bremsen?

Kann der Mensch irgendwie in den grossen Kohlenstoffkreislauf der Biosphäre so eingreifen, sodass sich das anthropogene CO_2-Anreicherungsproblem in der Luft reduziert? Abgesehen von der Vermeidung der Waldrodung, sind die biologischen Möglichkeiten sehr gering. Es gibt eigentlich nur eine, wenn auch vergleichsweise kleine biologische Option, den nachwachsenden Rohstoff Biomasse nachhaltig zu nutzen und damit fossile Rohstoffe zu schonen. Von der potentiellen Substitutionsmenge her wird das Aus-



Abildung 5. *Ein utopisches Experiment: Würde man den Kohlenstoffgehalt im jährlichen Holzertrag der schweizerischen Forstwirtschaft als Ersatz für den Konsum fossilen Kohlenstoffs pro Jahr benutzen, könnte man 10% der CO_2-Emissionen vermeiden. Abgesehen von der fraglichen Machbarkeit und dem unterschiedlichen Brennwert würde dann Holz für keine andere Verwendung zur Verfügung stehen (Körner 2014).*

mass gern überschätzt. Vor allem ‹Biofuels› weckten weltfremde Hoffnungen, nicht bedenkend, dass man auf einem Quadratmeter Ackerboden nur entweder Nahrung oder Energie erzeugen kann, ein nicht auflösbarer Konflikt angesichts einer wachsenden und immer noch in grossen Teilen der Welt unterernährten Weltbevölkerung. Bei uns Energie vom Acker zu holen und dafür Futtermittel aus Übersee zu importieren, ist ja ein energiepolitischer Schwindel (Schulze und Körner 2012). Manche setzen auf Intensivierung der Landwirtschaft, was nur mit vermehrtem Düngereinsatz möglich ist. Stickstoffdünger wird von Mikroben in Lachgas verwandelt, das 300-mal so treibhauswirksam ist wie CO_2. Das CO_2-Problem mit Düngewirtschaft zu lösen ist also absurd. Noch absurder sind Hoffnungen auf Algenkulturen. Die Infrastruktur dafür verschlingt enorm viel Energie, verbraucht und versiegelt Land (Verlust von Bodenkohlenstoff im Humus), hat hohe Betriebskosten und eine Netto-Flächenproduktivität, die ein Sonnenblumenfeld bequemer und mit weniger Lateralkosten liefert, wenn man eine objektive Gesamtrechnung anstellt. Algenkulturen können aber wertvolle chemische Spezialprodukte liefern. Holz verbauen ist absolut angezeigt, aber der Netto-C-Fluss in Bau- und Möbelholz ist in etwa null, mit einer mittleren Verweildauer von einigen Jahrzehnten. ‹Grüne› Auswege sind also sehr bescheiden, womit der Verzicht und die Einsparung fossiler C-Quellen der bei Weitem effizienteste und wirksamste Weg ist. Der Rest ist global gesehen nicht weit entfernt von Kosmetik, auch wenn es lokale Ausnahmen gibt.

Die Rolle der Biologen in der Umweltforschung ist es, bei derartigen Fragen Zahlen auf den Tisch zu legen, Prozessverständnis zu wecken, da und dort behutsam zu desillusionieren. Gerade engagierte Bürger sind oft enttäuscht, wenn man vorrechnet, wie wenig biologisch ‹geht›. Würde man zum Beispiel den gesamten Jahresholzeinschlag der Schweiz von 1.2 Mio. t C ausnahmslos zur Substitution von fossiler Energie einsetzen (Abb. 5), so wären rein rechnerisch, noch ohne technische und logistische Lösung, ohne Berücksichtigung der geringen Energiedichte, ja Machbarkeit, rund 8% der derzeitigen 12 Mio. t C fossiler Import zu substituieren (Körner 2014). Dann würde Holz für nichts anderes mehr zur Verfügung stehen – kein Papier, kein Bauholz. Diese Zahlen kann jeder im Statistischen Jahrbuch der Schweiz nachprüfen. Das spricht nicht gegen Pelletheizungen oder Abfallvergasung. Man muss sich aber keine Illusion machen, dass damit das Problem auch nur ansatzweise lösbar wäre.

Das CO_2-Problem liegt hauptsächlich in unserem Verhalten. Wir suchen ‹end-of-the-pipe›-Lösungen, Tricks um ‹business as usual› mit grünem ‹touch› zu pflegen. Solang sich niemand schämt, allein oder überhaupt in schweren Karossen herum zu kutschieren, solange Wohnungen überheizt und sommerliche Räume sinnlos überkühlt werden, nur weil es technisch möglich ist, müssen wir noch nicht einmal von Isolierung und Energieeffizienz reden oder uns über die Industrie empören, die die Wegwerf-Produkte herstellt, die wir kaufen. Man mag über Flugreisen zu Recht schimpfen, aber sollte dabei nicht übersehen, dass es dabei um 2% des globalen CO_2-Ausstosses geht (in der Schweiz ist der Anteil höher). Die Masse der Einsparungsmöglichkeiten liegt vor oder hinter der eigenen Wohnungstür. ■

Literatur

Diaz S, Grime JP, Harris J, McPherson E (1993) Evidence of a feedback mechanism limiting plant response to elevated carbon dioxide. Nature 364:616–617

Inauen N, Körner C, Hiltbrunner E (2012) No growth stimulation by CO_2 enrichment in alpine glacier forefield plants. Glob Change Biol 18:985–999

Körner C (2003a) Carbon limitation in trees. J Ecol 91:4–17

Körner C (2003b) Slow in, rapid out - carbon flux studies and Kyoto targets. Science 300:1242–1243

Körner C (2009a) Biologische Kohlenstoffsenken: Umsatz und Kapital nicht verwechseln! Gaia 18:288–293

Körner C (2009b) Responses of Humid Tropical Trees to Rising CO_2. Annu Rev Ecol Evol Syst 40:61–79

Körner C (2013) Growth controls photosynthesis - mostly. Nova Acta Leopoldina 391:273–283

Körner C. (2014) Ökologie. In: Kadereith J, Körner C, Kost B, Sonnewald U: Strasburger - Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften (37. Aufl). Springer, Berlin

Le Quéré C, Raupach MR, Canadell JG, Marland G (2009) Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. Nature Geoscience 2:831–836

Pan YD und 17 co-Authoren (2011) A Large and Persistent Carbon Sink in the World›s Forests. Science 333:988–993

Phillips OI und 17 co-Autoren (2002) Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. Nature 418:770–774

Schulze ED, Körner C (2012) Nettoprimärproduktion und Bioenergie. In: German National Academy of Sciences Leopoldina: Bioenergy - Chances and limits. Leopoldina, Halle (Saale) p. 90–101

Von Carlowitz HC (1713) *http://de.wikipedia.org/wiki/Nachhaltigkeit_* (Forstwirtschaft)

Anzeige - Annonce

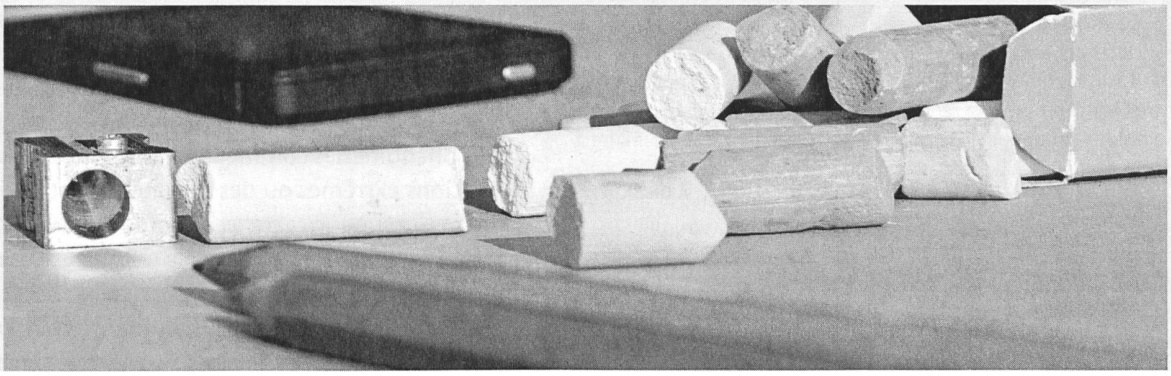
UNIVERSITÄT BERN

Innovative Hochschullehre?

Stärken Sie Ihr Lehrprofil und machen Sie Hochschullehre für sich und Ihre Studierenden zu einem lehrreichen Erlebnis.

Unser neues Weiterbildungsprogramm ist jetzt online.
Wir bieten handlungsorientierte Workshops, kleine Kursgruppen, solide Theorie-Praxis-Verzahnung und didaktisch topaktuelle Kursthemen.
Zum Beispiel: «Best of Frontalunterricht», «Selbstgesteuertes Lernen an der Hochschule», «Storytelling» oder «Mit Zielen führen in der Hochschullehre».

CAS Hochschullehre
Der flexible Einstieg in den hoch modularisierten Studiengang ist jederzeit möglich. Die Kurstage werden ergänzt durch die Vertiefung in Transfergruppen und individuelle Beratung.

Fokus Curriculumsentwicklung
Ein Angebot für alle, die Studienprogramme entwickeln oder optimieren wollen – zum Beispiel der Kurs «Planspiel Curriculumsentwicklung»

Weitere Informationen
www.hochschuldidaktik.unibe.ch, hd@zuw.unibe.ch, Tel. 031 631 55 32, für Infos auf dem Smartphone: hdid.ch