

# Die schwarze Revolution

Mit Holzkohle wollen Forscher das Klima retten. Sie soll das Treibhausgas Kohlendioxid langfristig binden und die Böden fruchtbarer machen.

Vielleicht war es der Zufall, der den Indios Amazoniens das „schwarze Gold“ bescherte. Pflanzenreste, Knochen, Gräten, Asche und verkohltes Holz kippten sie in ihren Siedlungen auf Halde. Schwelbrände taten ein Übriges. Dann stellten die Bauern fest: Auf den verschmurgelten Komposthaufen im Dschungel wuchs der Mais gleich doppelt so hoch.

Terra Preta, schwarze Erde, heißt der fruchtbare Boden, den die Ureinwohner bald großflächig entlang dem Amazonas ausbrachten oder – nach noch immer nicht vollständig gelüftetem Rezept – direkt auf den Feldern ansetzten. Mindestens zehn Prozent Amazoniens sollen bis heute von dem Material bedeckt sein.

Die präkolumbischen Agraringenieure konnten frohlocken: Reiche Ernten bescherte ihnen die wundersame Substanz. Und die Forscher haben inzwischen auch herausgefunden, warum: Fruchtbarkeit verleiht der Terra Preta vor allem die feine, poröse Holzkohle, die ein perfekter Speicher für Mineralien ist.

Nun, Jahrtausende später, soll dieselbe Substanz wieder Wunder bewirken. Es geht um ein drängendes Problem der Menschheit: den Klimawandel. Holzkohle wie jene aus der Terra Preta, von Forschern Biokohle genannt, könnte dem Planeten aus dem Schwitzkasten helfen.

Gewaltige Mengen des Materials, so die Idee der Experten, sollen in Mutter Erde eingearbeitet werden und dort Gigatonnen



Bodenforscher Lehmann: „Win-win-win-Szenario“

des Klimagases Kohlendioxid aus der Atmosphäre für lange Zeit binden. Damit könnte das Verfahren sogar größere Bedeutung für den Klimaschutz erlangen als der derzeit kontrovers diskutierte Versuch, CO<sub>2</sub> aus Kraftwerksabgasen zu filtern und unterirdisch zu deponieren (siehe Interview Seite 109).

„Wenn ein Drittel der globalen Ernterückstände in Biokohle verwandelt würde, käme das einer Senkung der Treibhausgas-Emissionen um 10 bis 20 Prozent gleich“, sagt Johannes Lehmann von der Cornell University in Ithaca, Bundesstaat New York. Zusammen mit Stephen Joseph von der australischen University of New South Wales hat der Geoökologe jüngst ein Buch zum Thema vorgelegt\*.

Von einer „schwarzen Revolution“ sprechen die beiden Experten. Es gehe darum,

„die wichtigste Umweltinitiative für die Zukunft der Menschheit“ anzustoßen, schreibt der australische Ökologe Tim Flannery im Vorwort des Kompendiums. Biokohle, so Flannery, sei „die mächtigste Klimaschutzmaschine, die wir besitzen“.

Die Eigenschaften des Materials sind fraglos bestechend. Biokohle entsteht, wenn Biomasse bei niedriger Temperatur und unter Sauerstoffabschluss verschwelt wird (siehe Grafik). Für die sogenannte kalte Verkohlung kommen nicht nur Holz- oder Erntereste in Frage, sondern auch Gülle, Hühnermist oder Essensreste.

Der Clou des Verfahrens: Es wird nur halb so viel Kohlendioxid freigesetzt wie beim Verbrennen oder beim Verrotten der Abfälle. 50 Prozent des Kohlenstoffs aus dem Ausgangsmaterial bleiben in der Holzkohle gebunden – und das über Jahrhunderte. Das Alter mancher Terra-Preta-Böden im

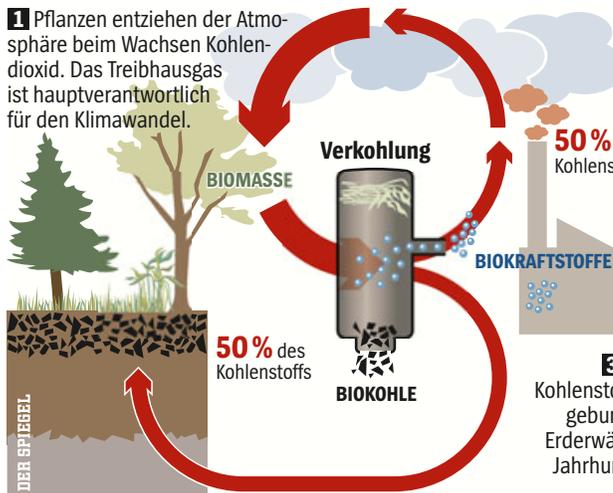
Amazonas-Becken wird sogar auf 7000 Jahre geschätzt.

Und das Terra-Preta-System hat noch weiteren Nutzen. Neben der Kohle entstehen bei der Verschmelzung Gase, aus denen Biotreibstoffe synthetisiert werden können. Zudem verbessert Biokohle die Böden: Wie ein Schwamm hält sie Mineralien und Wasser in der Erde zurück. Mikroorganismen siedeln sich an der porösen Kohle an. Pflanzen wachsen fortan oftmals doppelt so gut.

Dünger und fossile Treibstoffe könnten auf diese Weise eingespart werden, glaubt Lehmann – mit weiteren positiven Folgen für das Klima. Unter dem Strich blieben der Atmosphäre bei konsequenter Biomasse-Verkohlung jährlich bis zu 35 Gigatonnen Treibhausgase erspart, schätzt er – mehr, als derzeit bei der Verbrennung von Öl, Kohle und Gas erzeugt wird.

Als „Win-win-win-Szenario“ beschreibt David Laird vom United States Department of Agriculture entsprechend die „Holzkohle-Vision“. Doch bei so viel Lorbeer – warum dominiert da diese Schwarzerde nicht längst die Äcker der Welt? Was verhindert die von den Forschern geforderte „Biokohle-Revolution“?

Das Problem: Noch rechnet sich die Technik nicht. Die Bauern können mehr Geld verdienen, wenn sie ihren Raps oder ihre Erntereste komplett in Biogas oder Biodiesel verwandeln. Auch ist es angesichts hoher Brennstoffpreise zumindest



## Kühlung durch Kohle

Wie Biokohle dem Klimawandel entgegenwirken kann

1 Pflanzen entziehen der Atmosphäre beim Wachsen Kohlendioxid. Das Treibhausgas ist hauptverantwortlich für den Klimawandel.

2 Wird die Biomasse unter Sauerstoffabschluss verkohlt, entstehen einerseits Biokraftstoffe. Wenn diese verbrennen, gelangt die Hälfte des einst gebundenen CO<sub>2</sub> zurück in die Atmosphäre.

3 Die andere Hälfte des CO<sub>2</sub> wird als Kohlenstoff dauerhaft in Holzkohle (Biokohle) gebunden und trägt daher nicht mehr zur Erderwärmung bei. Das Material bleibt über Jahrhunderte stabil, verbessert den Boden und reduziert so den Düngerbedarf.

\* Johannes Lehmann, Stephen Joseph: „Biochar for Environmental Management“. Earthscan, London; 448 Seiten; 58,95 Euro.

gewöhnungsbedürftig, Kohle auf die Felder zu schütten, statt sie zu verheizen. Zudem sind die Verkohlungsanlagen noch nicht ausgereift. Der Prozess ist komplex. Ob er wirtschaftlich und tatsächlich klimaschonend ist, hängt sehr von der eingesetzten Biomasse und der für die Verkohlung notwendigen Energie ab.

Erste Erfolge gibt es allerdings: Die Firma Eprida in Athens im US-Bundesstaat Georgia etwa arbeitet an Verfahren, die neben Holzkohle und Energie auch noch verschiedene organische Verbindungen zum Beispiel für Lebensmittelfarben oder Klebstoffe aus der Biomasse isolieren. „Wir kombinieren viele Produkte, um die Anlagen wirtschaftlich zu machen“, sagt Firmenchef Danny Day. Seine Vision sind Geräte „im Kaffeemaschinenformat“ für jeden Haushalt.

Unternehmen wie das australische Best Energies wiederum planen die Verkohlung im industriellen Maßstab. Schon gibt es eine Testanlage, die bis zu 500 Kilogramm Biomasse pro Stunde verarbeitet. Um tatsächlich klimawirksam zu sein, brauche man jedoch zehnmal so große Anlagen, und zwar „massenweise“, räumt Chefentwicklerin Adriana Downie ein.

Grundsätzliche Hindernisse jedoch sehen die Ingenieure nicht. Der Prozess wird ständig verbessert. Der Chemiker Markus Antonietti vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam etwa hat ein Verfahren entwickelt, mit dem sogar nasse Biomasse verkokt werden kann.

Über Nacht in einer Art Dampfkochtopf gelingt ihm der biochemische Zaubertrick. Einfache Zitronensäure treibt die Reaktion an. Am Ende rieselt schwarzer Kohlenstaub aus dem Gerät. In der Erde dauert derselbe Prozess Millionen Jahre.

Wird es also gelingen, die Terra Preta aus den Annalen der Geschichte in die Welt der CO<sub>2</sub>-Abscheidung zu überführen? Die Fans der Technik fordern, Biokohle müsse endlich in den Kyoto-Prozess eingebunden werden. „Biokohle hilft effektiv, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern“, sagt Lehmann, „es gibt keinen Grund, sie anders zu bewerten als zum Beispiel die Wiederaufforstung.“

Der Wissenschaftler hofft auf entsprechende Beschlüsse auf der Weltklimakonferenz in Kopenhagen im Dezember. Einmal von der Staatengemeinschaft als probate Klimaerfindung anerkannt, könne es gelingen, das Material in den internationalen Kohlenstoffhandel zu integrieren. An den Klimabörsen etwa in Leipzig, London oder Chicago könnte Biokohle dann gehandelt werden. Der Erlös würde die Technik vermutlich rentabel machen.

„Die Biokohleproduktion ist robust und kann in sehr vielen Weltregionen angewendet werden“, sagt Lehmann: „Die Technik ist einfach zu vielversprechend, um ignoriert zu werden.“ PHILIP BETHGE



CCS-Pilotanlage von Vattenfall bei Spremberg

RAINER WEISFLOG

## „Das ist ein Desaster“

Der Klimaökonom Ottmar Edenhofer über die Vorteile der CO<sub>2</sub>-Speicherung im Tiefengestein und das Versagen der Regierung



THOMAS FREY / IMAGO

*Edenhofer, 47, ist Vorsitzender im Weltklimarat IPCC und Vizechef des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung.*

**SPIEGEL:** Energiekonzerne wollen Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> in den Untergrund entsorgen. Doch die Große Koalition kann sich nicht auf eine Rechtsgrundlage für diese „CCS-Technik“ einigen. Umweltschützer feiern das Scheitern als Erfolg. Zu Recht?

**Edenhofer:** Das ist kein Triumph, sondern ein Desaster für das Klima. Ohne die Möglichkeit, CO<sub>2</sub> aus Kohlekraftwerken abzuscheiden und im Untergrund zu lagern, ist globaler Klimaschutz kaum möglich.

**SPIEGEL:** Warum?

**Edenhofer:** Besonders in China, Indien, Russland und den USA bleibt Kohle der billigste und beliebteste Brennstoff. In der Erde lagern mehr als elf Billionen Tonnen Kohlenstoff, von denen bis 2100 aber nur 0,3 Billionen Tonnen in der Atmosphäre landen dürfen – sonst ist der Klimawandel nicht mehr beherrschbar. Die Kohle-Nationen werden nur dann bei einem Uno-Klimaschutzabkommen mitmachen, wenn sie davon ausgehen dürfen, dass sie Kohle zumindest noch teilweise nutzen und das entstehende CO<sub>2</sub> entsorgen können. Dass man diese Option in Deutschland vor schnell ausschließt, ist unverantwortlich.

**SPIEGEL:** Warum ist es von so großer Bedeutung, was Deutschland macht?

**Edenhofer:** Wir gebärden uns als grünes Vorbild. Der drohende Ausstieg aus der Speichertechnik untergräbt unsere Glaubwürdigkeit und schmälert Exportchancen.

**SPIEGEL:** Unionspolitiker wie Ministerpräsident Peter Harry Carstensen wenden ein, die Entsorgung im Untergrund sei den Bürgern so schnell nicht zu vermitteln.

**Edenhofer:** Dazu müsste man es erst einmal ernsthaft versuchen – was nicht geschehen ist. Man muss mit der Bevölkerung offen über Risiken reden, aber auch durchsetzen, dass die offenen Fragen durch Forschung beantwortet werden.

**SPIEGEL:** Besteht durch CO<sub>2</sub>-Speicher eine Gefahr für die Anwohner?

**Edenhofer:** Die Erfahrungen mit dem Speichern von Erdgas stimmen optimistisch. Es ist sehr wahrscheinlich, dass das eingelagerte CO<sub>2</sub> für Jahrtausende im Boden bleibt. Austretendes Gas verwirbelt sofort mit der Luft und ist damit unschädlich.

**SPIEGEL:** Können Sie verstehen, dass Bürger trotzdem beunruhigt sind?

**Edenhofer:** Ja, aber das Verständnis wächst, wenn die Verfahren transparent sind und die Haftung für die Risiken geklärt ist. Wenig hilfreich ist die Haltung: „lokal denken, lokal handeln“.

**SPIEGEL:** Umweltschützer behaupten, die CO<sub>2</sub>-Speicherung verhindere Investitionen in Öko-Energien.

**Edenhofer:** Hier wird ein künstlicher Widerspruch aufgebaut. Wir müssen erneuerbare Energien ausbauen und CO<sub>2</sub>-Speicher erforschen. Der Zeitdruck ist gewaltig.

**SPIEGEL:** Sollte nicht eine Vollversorgung mit Öko-Energien das Ziel sein?

**Edenhofer:** Ja, aber niemand kann sagen, wann sich dieses Ziel erreichen lässt. Möglicherweise kommen wir bis 2020 auf einen Anteil von 40 Prozent Ökostrom. Das CO<sub>2</sub>, das weiter entsteht, muss in den Boden. Sonst verfehlen wir unsere Klimaziele.

**SPIEGEL:** Hat Kanzlerin Angela Merkel versagt?

**Edenhofer:** Sie will die Speichertechnik. Da wäre es sicher gut, wenn sie sich in der nationalen Klimadebatte ebenso stark engagieren würde wie in der internationalen.

INTERVIEW: CHRISTIAN SCHWÄGERL