



Biologisch aktive Kohle, hier hergestellt aus Abfällen der Geflügelhaltung, kann die Fruchtbarkeit karger tropischer Böden enorm steigern.

Foto Getty Images

Das Beste vom Amazonas

Mit Holzkohle schufen Indios einen legendär fruchtbaren Boden. Jetzt will man moderne Nahrungsprobleme auf diese Weise lösen. Und nebenbei auch noch das Klima retten.

VON GEORG RÜSCHEMEYER

Herbert Huntington Smith war noch ein Naturforscher alter Schule. Auf seinen Reisen durch Brasilien bestimmte er fleißig Gesteine und Pflanzen, sammelte Tiere aller Art. Während seine Errungenschaften in der Systematik südamerikanischer Hautflügler jedoch fast vergessen sind, könnte ihm jetzt ein Absatz aus seinem Reisebericht „Brasilien: Amazonien und die Küste“ aus dem Jahr 1879 doch noch zu dauerhaftem Nachruhm verhelfen. Auf Seite 144 berichtet er von einem wogenden Zuckerrohrfeld mitten im Urwald. „Die Stengel zehn Fuß hoch und von der Dicke eines Handgelenks. Dies ist die fruchtbare Terra Preta, schwarzes Land, das beste am Amazonas.“

Mit dieser Notiz begründete er die Erforschung eines bodenkundlichen Rätsels. Denn eigentlich wachsen die Urwälder Amazoniens auf kargen Oxisolböden, aus denen der Regen längst die meisten Nährstoffe ausgewaschen hat. Die auf zahlreiche, meist wenige Hektar große Flecken verteilte Terra Preta jedoch entgeht offenbar diesem Schicksal: Auf ihr lassen sich auch anspruchsvolle Pflanzen jahrzehntelang ohne großen Düngereinsatz anbauen. Smith bemerkte bereits das entscheidende Indiz für die Herkunft dieser zumeist an Flussufern liegenden Flecken: „Darauf verstreut finden wir Fragmente indianischer Töpferei, stellenweise so zahlreich, dass der Boden fast davon bedeckt ist.“

Heute gilt als sicher, dass die „Terra Preta de índio“, die „schwarze Erde der Indios“, das Ergebnis menschlicher Aktivität ist. Indem sie dem Boden Holzkohle, Knochen und anderen organischen Abfall beimengten, schufen die präko-

lumbischen Bewohner Amazoniens einen Boden, der bis heute kaum etwas von seiner Ergiebigkeit eingebüßt hat.

Ob die Terra Preta mit Absicht erzeugt wurde und ob sie die Grundlage einstiger Hochkulturen bildete, ist unter Archäologen umstritten (siehe „Die Sehnsucht nach der ökologischen Indianerstadt“). „Für uns Bodenkundler ist das aber gar nicht so entscheidend. Hauptsache, das nachhaltige Aufwerten von kargen Böden durch die Zugabe von Kohle und Nährstoffen funktioniert“, sagt Johannes Lehmann von der Cornell University in Ithaca im Staat New York. Lehmann gehört zur kleinen Schar der Forscher, die das alte Indianerwissen ins 21. Jahrhundert übertragen wollen. Die entscheidende Zutat nennen sie allerdings nicht „Holzkohle“, sondern „Biochar“ oder „Biokohle“ – „um sie vom traditionellen Brennstoff zu unterscheiden und weil sie neben Holz aus jeder anderen Art von Biomasse gewonnen werden kann“, sagt Lehmann.

Das Prinzip der Herstellung, die Pyrolyse, ist jedoch das gleiche: Unter Luftabschluss wird das organische Rohmaterial auf über 300 °C erhitzt. Dabei brechen die großen Kohlenwasserstoffmoleküle auf, und es entstehen brennbare Gase wie Wasserstoff und Methan sowie flüchtige Öle. Zurück bleibt Kohle aus elementarem Kohlen-

stoff, dessen Menge etwa der Hälfte des ursprünglich enthaltenen Kohlenstoffs entspricht. Durch ihre poröse Struktur hat sie eine sehr große innere Oberfläche von bis zu 2000 Quadratmetern pro Gramm. Diese Eigenschaft macht Kohle allgemein zu einem bewährten Adsorptionsmittel zur Reinigung von Luft und Abwässern.

Die damit verbundene Anziehungskraft ist auch das Geheimnis der Terra Preta: Die Kohle bindet vor allem kationische, also positiv geladene Nährstoffe, wie Ammonium oder Kalium. „Und die elektrostatischen Bindungen sind gerade groß genug, um ein Auswaschen durch den Regen zu verhindern, aber so schwach, dass sich die Pflanzenwurzeln der Nährstoffe bedienen können“, sagt Lehmann.

Die im Boden untergegrabene Kohle fungiert also weniger als Quelle von Nährstoffen – dafür sorgen eher Küchenabfälle oder Exkremente –, sondern als Nährstoffspeicher. Diesen Effekt hat zwar auch unverkohlte Biomasse, wie jeder Gärtner, der mit Kompost arbeitet, weiß. Anders als Küchenschutt ist der pyrolytische Kohlenstoff aber extrem stabil.

Der dramatische Unterschied im Ertrag von Zuckerrohr, Mais und anderen Feldfrüchten, den schon Herbert Smith beschrieb, ließ sich in zahlreichen Feldversuchen mit Schwarzerde auf Basis von Biochar bestätigen. Allerdings

ist der Vorher-nachher-Effekt nur auf den kargen Oxisol-Böden beeindruckend – ob sich das Prinzip bei den Böden gemäßigter Breiten mit ihrer ohnehin meist hohen Kationenspeicherkapazität lohnt, ist umstritten. Das hindert einige auf „das wahre Gold der Indios“ spezialisierte Anbieter jedoch nicht, ihre „Wundererde Terra Preta“ an den Gärtnern zu bringen – altes Indianerwissen verkauft sich immer gut.

Als wahres Wundermittel wird der Einsatz von Biokohle in jüngster Zeit aber auch von ernsthaften Wissenschaftlern gefeiert. Auf tropischen Äckern in aller Welt soll sie nicht nur die Produktion von dringend benötigten Nahrungsmitteln steigern, sondern auch den Klimawandel stoppen. Denn mit der Kohle gelangt viel Kohlenstoff unter die Erde. Und weil Pflanzen diesen zuvor aus der Atmosphäre geholt haben, könnte Biochar eine Low-Tech-Alternative zur aufwendigen Sequestrierung bilden, also zur unterirdischen Endlagerung von technisch abgetrenntem Kohlendioxid aus Kraftwerken. „Selbst wenn ihre Halbwertszeit nur bei ein paar hundert Jahren läge, ließe sich mit Biochar eine erhebliche Kohlenstoffsänke schaffen“, sagt Johannes Lehmann.

Allerdings sei die Biokohle nur dann eine effektive Möglichkeit zur Klimakühlung, wenn auch das bei der Pyrolyse entweichende energiereiche Holzgas genutzt werde, das bei der traditionellen Holzkohleherstellung schlicht verpufft. Holzgas wurde schon in den benzinarmen Kriegs- und Nachkriegszeiten in Deutschland genutzt. Klobige Kessel am Heck der Autos lieferten damals den gasförmigen Brennstoff für den Motor (Sonntagszeitung v. 12. August 2007).

Lehmann und den anderen Verfechtern der Biochar schwebt ein geschlossenes System vor, in dem das Gas als regenerativer Brennstoff und die Kohle als Bodenverbesserer und Kohlenstoffsänke genutzt werden – sei es in großtechnischen Anlagen oder in kleinen Öfen für einzelne Haushalte, die das entstehende Gas direkt zum Kochen nutzen könnten. „Damit hätte man erstmals einen Brennstoff, der nicht nur klimaneutral

ist, sondern aktiv zur Verringerung des atmosphärischen CO₂ beiträgt“, sagt Lehmann.

In der aktuellen Ausgabe des Fachblatts *Environmental Science & Technology* rechnet Lehmanns Kollegin Kelli Roberts die Effizienz dieser gekoppelten Doppelnutzung für Biomasse aus verschiedenen Quellen durch. Ihr Ergebnis: Mit ohnehin anfallender Biomasse aus dem Maisanbau oder aus Gartenabfällen lasse sich tatsächlich eine erhebliche Kohlenstoff-Sequestrierung mit ökonomischem Gewinn verbinden. Letzterer würde allerdings entscheidend davon abhängen, ob eine Biochar-Wirtschaft in der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen aner-

kannt würde. Denn erst dann könnte der verbuddelte Kohlenstoff auf dem Emissionsrechtmarkt zu Geld gemacht werden.

Wenig Chancen sieht Roberts dagegen für eigens angebaute Energiepflanzen wie Rutenhirse: Sie eignen sich weder ökologisch noch ökonomisch zur Verkohlung. Dieser Befund nimmt Kritikern der Biokohle wie der englischen Organisation „Biofuelwatch“ den Wind aus den Segeln. Sie befürchten ein erneutes „Land Grabbing“, das schon den Anbau von Energiepflanzen zur Gewinnung von Biosprit in Verruf brachte. „Diese Vorwürfe gehen völlig ins Leere. Niemand, der sich mit Biochar auskennt, will riesige Flächen Acker-

land mit Eukalyptusbäumen bepflanzen, nur um diese als Kohle zu begraben. Es geht ausdrücklich um Biomasse, die sonst verrottet“, ärgert sich Christoph Steiner, der als einer der bekanntesten Biochar-Experten freiberuflich Entwicklungsdienste berät. Steiner warnt allerdings vor überhöhten Erwartungen an eine neue Terra Preta als Allheilmittel gegen Hunger und Klimawandel. Für die moderne Landwirtschaft könne sie aber ein Vorbild für ein nachhaltiges Stoffstrommanagement sein, in dem vorhandene Nährstoffe optimal genutzt und recycelt würden, anstatt sie durch Kunstdünger zu ersetzen. Auch sein Kollege Lehmann betont die vielen offenen Fragen, die es zu beantworten gelte, bevor man mit einer großflächigen Ausbringung von Biochar beginnen könne.

So unterscheiden sich Kohlen erheblich, je nachdem, aus welchen Materialien und unter welchen Bedingungen sie pyrolysiert werden. Kohle aus Macadamia-Nusschalen etwa ließ in einer Studie der University of Hawaii die Testpflanzen sogar absterben – erst als die Schalen wesentlich stärker verkohlt wurden, wuchsen die Pflanzen –, dann allerdings in Kombination mit Dünger tatsächlich um 60 Prozent besser als Pflanzen auf gedüngter, aber kohleloser Erde.

Auch was das Potential der Biokohle als Kohlenstoffsänke im Kampf gegen den Klimawandel angeht, sind noch viele Fragen offen. Enthusiasten wie Jim Amonette vom amerikanischen Energieministerium rechnen in ihren Szenarien mit der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche der Erde von 1,5 Billionen Hektar, auf der sich die geschätzte halbe Billion Tonnen Biokohle aus den jährlich weltweit anfallenden Agrar- und Forstabfällen locker unterbringen lasse. Zusammen mit den dabei eingesparten fossilen Brennstoffen käme man dann auf 1,2 Gigatonnen Kohlenstoff, die aus der Atmosphäre entfernt würden – in etwa die Menge, welche die europäischen Staaten jährlich in die Luft blasen. Solange man nicht mehr über die möglichen Nebenwirkungen eines solchen globalen Geoengineering weiß, bleiben das aber reine Zahlenpiele.

Die Sehnsucht nach der ökologischen Indianerstadt

Im Sommer 2008 machten Berichte von Archäologen um Michael Heckenberger von der University of Florida Schlagzeilen: Die Forscher hatten am Oberlauf des Xingu (in der Karte orange markiert) ausgehende präkolumbische Siedlungsspuren gefunden: Gräben, Palisadenreste, planierte Flächen. Nach Heckenberger stammen sie von einer urbanen Kultur, deren „Gartenstädte“ bis zu 50 000 Menschen beherbergten. Allerdings sind weder Heckenbergers Interpretation der Spuren als planmäßig angelegte Zentren noch seine Schätzungen der Einwohnerzahl unumstritten.

Noch viel weniger klar ist, ob diese Kultur, wenn es sie in dieser Form gegeben hat, etwas mit Terra Preta zu tun hatte. Zwar liegen von den Terra-

Preta-Fundorten (rote Kreise) auch einige am Xingu, doch die meisten Vorkommen stammen von Siedlungsaktivitäten, für die es bislang keine Hinweise auf monumentale prähistorische Siedlungsplanung gibt.

Es ist auch zweifelhaft, ob Terra Preta wirklich die Folge einer vorsätzlichen Bodenverbesserungs-Methode der präkolumbischen Amazonier war. Darauf weist etwa Heiko Prümers vom Deutschen Archäologischen Institut in Bonn hin. Möglicherweise ist die Idee, die alten Indianer hätten den Schlüssel zu einem harmonischen Miteinander von Zivilisation und Dschungel besessen, nur die Sehnsucht unserer Zivilisation, die den Regenwald bewahren, aber zugleich auch nutzen will.

UVR



Oxisolboden, wie er am Amazonas typisch ist (links), besitzt kaum Nährstoffe. Terra Preta (rechts) liefert über Generationen hinweg Erträge. Fotos Univ. of Georgia