

## Humusaufbau statt Hungersnot

von Hans-Peter Schmidt

Über eine Milliarde Menschen leiden weltweit an Hunger. Hauptgrund ist die Zerstörung der landwirtschaftlichen Böden durch ungeeignete Bewirtschaftungsmethoden. Zynisch predigt die Politik, dass die erwarteten 9 Milliarden Menschen nur durch Intensivierung der Landwirtschaft mit synthetischen Düngemitteln, Pestiziden, genmodifiziertem Saatgut und großen Maschinen ernährt werden können, obwohl genau das bereits heute der Grund für die schlimmste Hungersnot der Menschheitsgeschichte ist. Wissenschaftlich ist hinreichend nachgewiesen, dass einzig ein gezielter Humusaufbau in den Entwicklungsländern die Ernährung der Bevölkerung sichern kann. Die Erntemengen würden linear mit der Erhöhung der Humusgehalte zunehmen, gleichzeitig würde CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entzogen und die Umwelt stabilisiert.

Weltweit durchgeführte Studien zeigen seit über einem halben Jahrhundert, dass die Verringerung des Humusgehaltes der Böden zu verringerten Erntemengen führt [Lal 2006] und ab einem bestimmten Grenzwert auch nicht mehr durch höhere Düngemittelmengen kompensiert werden kann. Trotz dieses Wissens schreitet der Humusverlust landwirtschaftlicher Böden unvermindert voran. Obwohl die Maßnahmen zur Verhinderung des Humusverlustes und zum Wiederaufbau der Humusgehalte bekannt und wissenschaftlich abge-

sichert sind, gehört der Schutz der Böden und Ökosysteme in keinem Land der Welt zu den politischen Prioritäten. Seit Beginn der Landwirtschaft vor über 10 000 Jahren haben die Böden zwischen 55 [IPCC 2001] und 320 Milliarden Tonnen Kohlenstoff [Ruddiman 2003] verloren. Das entspricht einem Verlust des ursprünglichen Humusgehaltes von 25% bis 75% [Lal 2011]. Der größte Teil des aus den Böden verlorenen Kohlenstoffes ging dabei in Form von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre und hat somit einen erheblichen Anteil am Klimawandel.

Für gesunde Böden gelten Humusgehalte zwischen 3,5% und 6%. Diese lassen sich aber nur durch weitgehend geschlossene Stoffkreisläufe und die Arbeit mit organischen Bodenverbesserungen wie Kompost und Mulch sowie durch minimale Bodenbearbeitung erhalten. In zielgerichtet aufgebauten Böden tropischer Regionen mit hohen Niederschlägen lassen sich sogar Humusgehalte von 10% bis 15% erreichen, wie es die von Menschen geschaffene Terra Preta im Regenwald des Amazonas besonders eindrucksvoll zeigt. Böden hingegen, auf denen industrialisierte Landwirtschaft betrieben wird, verlieren durch ungeeignete Bearbeitungsmethoden sehr rasch an Humus. Häufige Bodenbearbeitung und Bodenverdichtung, halbsaisonal nackte Böden, Monokulturen ohne Fruchtrotation und ohne Feldrainbewuchs, Einsatz von Herbiziden und mineralisch-synthetischer Dün-

gung, Entwaldung und Verbrennung von Biomasse (sowohl Ernterückstände als auch Viehdung) führen zu Verlust der Ackerkrume. Die meisten intensiv genutzten landwirtschaftlichen Böden in den gemäßigten Klimazonen Mitteleuropas, Asiens und Nordamerikas weisen nur noch Humuswerte zwischen 1% und 2% auf, wobei zahlreiche Flächen bereits Humuswerte von deutlich unter 1% (z.B. die norddeutschen Sandböden) aufweisen und bereits mehr als den halben Weg zur Verwüstung hinter sich gelegt haben.

Die kritische Grenze des Humusgehaltes, unter der die Erntemengen deutlich zurückgehen, liegen für die gemäßigten Klimazonen bei 2% [Lal 2006; Kemper et al. 1966; Loveland et al 2003] und für die meisten tropischen Böden bei 1,1% [Aune und Lal, 1997]. Unterhalb dieser Grenzen nimmt die Wasserspeicherkapazität der Böden schnell ab, wodurch das Potential der Pflanzen, längere Trockenperioden zu überstehen, schnell sinkt. Ebenso rasch sinkt die Nährstoffspeicherkapazität der Böden, was bedeutet, dass Düngemittel schneller ausgewaschen werden oder vergasen und jedenfalls den Pflanzen und symbiotischen Mikroorganismen nicht mehr in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen. Mit sinkendem Humusgehalt sinkt zudem die Kapazität des Bodens, sich gegen Schädlinge zu wehren und Schadstoffe abzubauen, womit auch die Krankheitsanfälligkeit der Pflanzen steigt.

Um unter diesen Bedingungen die Flächenerträge zu halten, müssen mehr Düngemittel, spezifisch gezüchtetes Saatgut und immer wirksamere Pestizide eingesetzt werden. Und genau da ist wahrscheinlich auch die Ursache des Übels zu suchen: So wie die Pharmaindustrie die höchsten Gewinne bei chronisch Kranken mit langer Lebenserwartung erzielt, fährt die Agrochemie ihre höchsten Profite bei humusar-

Einfluss des organischen Kohlenstoffes auf Erntemengen in den Tropen und Subtropen (Lal 2006)

Country	Crop	Soil/region	Yield increase (Kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> Mg <sup>-1</sup> of SOC)	Reference
Kenya	Maize	Kikuyu red clay	243	Kapkiyai et al, 1999
Kenya	Beans	Kikuyu red clay	50	Kapkiyai et al, 1999
Nigeria	Maize	Egbeda/Alfisol	254	Lal, 1976
Nigeria	Cowpea	Egbeda/Alfisol	20	Lal, 1976
Argentina	Wheat	Hapludolls/Haplustoll	64	Diaz-Zorita et al, 1999
Thailand	Maize	Northeastern	408	Petchawee and Chaitep, 1995
India	Mustard	Inceptisol/UP	360	Shankar et al, 2002
India	Maize	Inceptisol/faryane	210	Kanchikerimath and Sing, 2001
India	Wheat	Inceptisol/Faryane	38	Kanchikerimath and Sing, 2001
Sri Lanka	Rubber	Alfisol/Ultisol	66	Samarppuli et al, 1999

men, ausgelaugten Böden mit industrieller Bewirtschaftung ein.

Doch während mit dem beschriebenen agrochemischen Cocktail in gemäßigten Klimazonen noch bei Humusgehalten von 0,9% bis 1,5% einigermaßen stabile Erntemengen erzielt werden können, ist dies in den Tropen bei Humusgehalten unter 1% schlicht nicht mehr möglich. Die Ernten sinken von Jahr zu Jahr bis schließlich keine traditionelle Bewirtschaftung mehr möglich ist, die Böden verwüsten und die Bauern sich nicht einmal mehr selbst versorgen können. In Kenya haben einige landwirtschaftliche Flächen innerhalb von 30 Jahren 2% bis 3% ihres Humusgehaltes verloren [Quellen in Lal 2006]. Im Senegal fiel der Humusgehalt in der

Oberbodenschicht bereits vor der «grünen Revolution» von 2,8% auf 1% [Siband 1974]. Dieses Bild zieht sich über den gesamten afrikanischen Kontinent und ebenso über Südostasien und Lateinamerika. Fast 90% der einen Milliarde hungernder Menschen wohnen in jenen Klimazonen, wo der Humusgehalt unter die kritische Grenze gesunken ist und wo dementsprechend die Erträge nicht mehr zur Eigenversorgung der Landbewohner ausreichen.

### Mehr Humus im Boden, mehr Korn in der Mühle

Rattan Lal vom Carbon Management and Sequestration Center in Columbus (Ohio), einer der verdienstvollsten Forscher auf diesem Gebiet, zeigt seit über 35 Jahren durch ausge-

dehnte Feld- und Sammelstudien in Afrika, Mittelamerika und Südostasien, dass innerhalb des kritischen Bereiches von 0,5% bis 2,5% Humus die Erntemengen linear mit der Erhöhung des Humusgehaltes zunehmen. Nicht die mechanische und chemische Intensivierung der Landwirtschaft, wie Agrochemie und Politik noch immer stur und zynisch behaupten, sondern nur die Erhöhung des Humusgehaltes durch nachhaltige landwirtschaftliche Methoden kann die Nahrungsmittelversorgung für die wachsende Weltbevölkerung sichern.

Durch eine jährliche Erhöhung des Humusgehaltes in der Wurzelzone von 1t C/ha/a (ca. 0,035% Humus) könnte die Getreideproduktion in den Entwicklungsländern um jährliche 32 +/- 11 Millionen Tonnen gesteigert werden [Lal 2006]. Diese Menge entspricht dem Nahrungsmittelbedarf von 150 Millionen Menschen. Jede zusätzliche Tonne Kohlenstoff in einem Hektar landwirtschaftlichen Bodens der Tropen und Subtropen könnte die Erträge um durchschnittlich 20–70 kg/ha Weizen, 10–50 kg /ha Reis, 30–300 kg/ha Mais und 40–60 kg/ha Bohnen [Lal 2006] steigern.

Die Steigerung des Humusgehaltes landwirtschaftlicher Böden von jährlich 0,035% ist mit den bekannten Methoden des Klimafarmings sehr wohl zu erreichen, wobei die Zahl sogar äußerst konservativ gerechnet ist. Bei vollständiger Umsetzung der Methoden wäre sogar das drei- bis fünffache dieser Humuszuwächse durchaus realistisch.

### Klimafarmingmethoden

Die Methoden des Klimafarmings gehören im Grunde seit Jahrhunderten zur guten landwirtschaftlichen Praxis, sie sind weltweit erprobt und wissenschaftlich bestätigt, jedoch in den letzten 50 bis 100 Jahren weitgehend aus der üblichen

Praxis verschwunden. Dank der modernen Wissenschaft und der erweiterten Kenntnisse über die Bodenbiologie sowie über die Kohlenstoff-, Stickstoff und sonstigen Nährstoffkreisläufe konnten die Methoden gezielt optimiert und auf verschiedene Standortbedingungen angepasst werden. Die folgenden acht Elemente sind von zentraler Bedeutung:

- 1 Dauerhafte Bodenbedeckung (Der Boden sollte nie nackt liegen. Nackte Böden fördern die Erosion, die Verdunstung des Bodenwassers, die Auswaschung und Ausgasung von Nährstoffen; sie schwächen die Bodenbiodiversität und die Ernährung der Symbionten, sie führen zu fehlender Nutzung des Bodenpotentials zur Assimilation von atmosphärischen Kohlenstoff, Stickstoff und Wasser. Die Bodenabdeckung kann durch Mulching mittels Ernterückständen oder Gründüngungssystemen erreicht werden.)
- 2 Pflugloser Anbau, Direktsaat (Schont die Bodenstruktur und deren Porosität; Bodenschichten bleiben erhalten; es kommt nicht zu Bodenverdichtungen, die Biozönose wird gefördert; die Ausgasung von Bodenkohlenstoff und anderen Nährstoffen wird gebremst.)
- 3 Schließung der Nährstoffkreisläufe (Einsatz von Kompost, Bokashi, Mist – die Nährstoffe die dem Boden entzogen werden, müssen dem Boden in geeigneter Weise zurückgeführt werden.)
- 4 Mischkulturen / Ackerforst (Mischkulturen fördern die Bodenbiodiversität und damit die biologische Nährstofffixierung sowie die Krankheitsresistenz des Agro-Ökosystems. Ackerforst verhindert Erosion, nutzt besser die verschiedenen Bodenhorizonte, erhöht die Assimilation von atmosphärischem Kohlenstoff, der im Boden angereichert wird)

- 5 Gründüngung/Leguminosen (Förderung der biologischen Stickstofffixierung, Bildung von Bodenaggregaten, erhöhte Biomasseproduktion)
- 6 Kulturrotation (3-Felderwirtschaft)
- 7 Wassermanagement (Wasser ist eines der limitierenden Elemente sowohl für das Pflanzenwachstum als auch für die biologische Aktivität des Bodens, die für den Humusaufbau von entscheidender Bedeutung ist. Durch gezielte Wurzelbewässerung, Kondenswasserrückgewinnung, und Steigerung des Wasserrückhaltvermögens lässt sich das System rasch optimieren.)
- 8 Einsatz von Pflanzenkohle (Erhöhung der Wasser- und Nährstoffspeicherung, Bildung von Bodenkomplexen, Stimulation der mikrobiellen Bodenaktivität)

### Probleme bei der Umsetzung

Die landwirtschaftlichen Ökosysteme in den Tropen und Subtropen sind bereits seit vielen Jahrzehnten überfordert. Dieser Zustand hat sich durch das Bevölkerungswachstum, die Intensivierung der Landwirtschaft und den Klimawandel weiter akzentuiert. Anstatt die Ernterückstände als Mulch auf den Feldern zu belassen oder zu kompostieren, werden sie verbrannt oder als Viehfutter verwendet. Und anstatt wenigstens den Dung der so gefütterten Tiere zur Herstellung von Bodensubstraten zu nutzen, wird er als Brennstoff verwendet, wodurch den Böden insgesamt jährlich bedeutend mehr Kohlenstoff und Nährstoffe entzogen, als ihnen zurückgeführt werden.

Um einen Wandel der landwirtschaftlichen Methoden zu erreichen, sind drei entscheidende Eckpunkte zu beachten:

- 1 Umschichten der Entwicklungshilfe für industrielle Landwirtschaft, Düngemittel- Saatgut- und Nahrungs-

mittelimporte zu einer Entwicklungshilfe für landwirtschaftliche Schulen und Beratungsnetzwerke

- 2 Wandel der Subventionen für Düngemittel in Subventionen für Humusaufbau
- 3 Förderung alternativer Brennstoffe (Pyrolysekocher, Solarkocher, Anbau von Brennholzstreifen (Ackerforst), damit Ernterückstände wieder auf den Felder verbleiben können und die Nährstoffkreisläufe geschlossen werden.

Insofern die Erträge der Flächen vom ersten Jahr an steigen, wäre dieser Methodenwandel auch wirtschaftlich nachhaltig. Eine zusätzliche Finanzierung der neuen landwirtschaftlichen Schulen und der Ausbau alternativer Brennstoffe und Energiequellen ließe sich zudem über Klimazertifikate aufbauen. Denn...

### **Humusaufbau führt zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre**

Durch die Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes der Böden von weltweit 10% in den nächsten 100 Jahren könnte das Äquivalent von 900 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> im Boden sequestriert werden [Lal 2011]. Allein dadurch könnte der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre um 110 ppm reduziert werden, womit dieser, sofern er nicht durch weitere industrielle Emissionen erhöht würde, wieder auf vorindustrielles Niveau sinken würde.

Die Bodensequestrierung von Kohlenstoff durch die Landwirtschaft ist daher auch laut McKinsey&Co (2009) die kosteneffizienteste Möglichkeit, um den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre zu reduzieren.

Laut Berechnungen ebenfalls von McKinsey&Co (2009) liegen im Vergleich dazu die Kosten für die Sequestrierung von CO<sub>2</sub> durch das neue, von der Bunderregierung geförderte CCS-

Verfahren (Carbon Capture Storage) zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus Rauchgas und dessen unterirdische Lagerung bei \$60 bis \$100 pro Tonne CO<sub>2</sub>. Laut StatoilHydro betragen die Kosten sogar bis zu \$280 [Reuters 2009], wobei jeweils die Risiken – ebenso wie bei der Atomenergie – nicht einberechnet sind!

Würden die Bauern für einen durchschnittlichen Humusaufbau von 0,03% pro Jahr (1t C/ha) entsprechend der oben genannten Summen über CO<sub>2</sub>-Zertifikate gefördert, könnten sie mit jährlichen Einnahmen zwischen \$210 und \$360 (McKinsey) pro Hektar rechnen. Für die meisten Bauern in den Tropen und Subtropen wäre dies mehr als sie je an Ertrag erwirtschaftet haben. Aber vor allem würden ihre Böden wieder genug Nahrung für die Ernährung der Kinder hergeben.

Solang jedoch die Globalisierung vor allem eine Zentralisierung der Gewinne ist, wird eher die halbe Welt verhungern, als dass das Naheliegende getan wird.

### **Literaturnachweis**

- Aune JB, Lal R.: *Agricultural productivity in the tropics and critical limits of properties of Oxisols, Ultisols and Alfisols*. Tropical Agriculture 74: 96 – 103 (1997)
- FAO: *More People than ever are Victim of Hunger*. Press Release, FAO, Rome, Italy (2009)
- IPCC: *Climate Change 2001. Scientific Basis*. IPCC, Cambridge University Press: Cambridge; 851 pp (2001)
- Kemper WD, Koch EJ: *Aggregate Stability of Soils from Western United States and Canada*. USDA Technical Bulletin No. 1355, Washington, DC (1966)
- Lal, R: *Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands*. Land Degradation and Development 17, 197 – 209 (2006)
- Lal R: *Sequestering carbon in soils of agri-ecosystems*. Food Policy 36, 33 – 39 (2011)
- Loveland P, Webb J.: *Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review*. Soil & Tillage Research 70: 1 – 18 (2003)
- McKinsey & Co: *Pathways to a Low Carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. McKinsey & Co., London, UK (2009)
- Reuters: <http://www.reuters.com/article/2009/05/29/us-statoilhydro-carbon-idUSTRE54S4UF20090529> (2009)
- Ruddiman W: *The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago*. Climatic Change 61: 261 – 293 (2003)
- Siband P: *Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance*. L'Agronomie Tropicale 29: 1228 – 1248 (1974)