

# Wertvoller Kohlenstoff

Christine Jones, PhD  
Gründerin von „Erstaunlicher Kohlenstoff“  
[www.amazingcarbon.com](http://www.amazingcarbon.com)  
übersetzt von Gerald Dunst

In Ermangelung einer katastrophalen Kollision mit einem Asteroiden oder einem Vulkanausbruch mit gigantischem Ausmaß, wird die dünne Schicht aus verwittertem Gestein, die wir Boden nennen, in nächster Zeit um 50% mehr Menschen ernähren müssen. Dieses Problem ist bislang weitgehend unbemerkt geblieben. Gescheite Männer und Frauen haben sich versammelt, haben Bücher geschrieben und Konferenzen abgehalten. Aber was wurde diskutiert? Wie man neuen Oberboden herstellt? Nein – alles andere, nur das nicht!

In nahezu jedem Bereich, vom kleinsten subatomaren Teilchen bis zur größten Galaxie ist das kollektive Wissen der Menschheit außergewöhnlich, aber wir wissen so wenig über unseren Boden. Diese Welt unter unseren Füßen, dieser Stoff des Lebens, der unser Überleben sichert, ist zu gewöhnlich, zu selbstverständlich.

Die fehlende Bereitschaft, den Boden zu beobachten, zu messen und dabei zu lernen, wie man rasch fruchtbare Böden herstellen kann, könnte sich als eines der größten Versäumnisse der Menschheit herausstellen. Üblicherweise werden



landwirtschaftliche Böden nur in den obersten 10-15 cm untersucht und auch hier nur auf wenige Elemente, insbesondere Phosphor (P) und Stickstoff (N). Die Überdüngung dieser Nährstoffe hat eine Vielzahl von mikrobiellen Interaktionen im Boden, die normalerweise stattfinden würden, maskiert. Vor allem Interaktionen die für die Kohlenstoffspeicherung und damit für die Bildung von fruchtbaren Böden erforderlich sind.

In Abbildung 1 (links) werden zwei Böden verglichen, wo das Grundmaterial, die Hangneigung, Ausrichtung und Niederschlagsmenge, sowie der ursprüngliche Kohlenstoffgehalt völlig gleich waren.

Links: 0-50cm Bodenprofil aus einer Koppel, wo über Schnitt und Beweidung ein aktives Bedeckungsmanagement betrieben wurde, um die Photosyntheseleistung zu verbessern.

Rechts: 0-50cm eines Bodenprofils der konventionell bewirtschafteten Weide (nur 10m entfernt, durch Zaun getrennt), wo seit langer Zeit regelmäßig mit Phosphor gedüngt wird.

## MERKE:

- 1) Der Kohlenstoffgehalt in der obersten Bodenschicht (0-10 cm) ist sehr ähnlich. Dieser Kohlenstoff stammt vom Abbau der organischen Masse (Blätter, Wurzeln, org. Dünger etc.) und besteht aus kurzkettingen, instabilen, bzw. „labilen“ Kohlenstoff.
- 2) Der Kohlenstoff in den tieferen Schichten (unter 30cm) wurde über den „flüssigen Kohlenstoffeg“ (Wurzelausscheidungen) gespeichert und schnell in nichtlabile Huminstoffe umgewandelt. Es handelt sich dabei um langkettigen, stabilen Kohlenstoff.

(Abbildung 1 – Foto: Christine Jones, Betrieb Colin und Nick Seis in Winona)

## Landbewirtschaftung und Boden-Kohlenstoff

Das Profil auf der rechten Seite (Abb.1) ist durch eine konventionelle Beweidung und ebensolchen Düngungsmanagement entstanden. Das Profil auf der linken Seite zeigt hingegen bis 50cm eine gute Struktur und einen kohlenstoffreichen, fruchtbaren Boden, der durch die Aktivierung des „Speicherungsweges“ durch Veränderung des Weidenmanagements und damit Maximierung der Photosyntheseleistung entstanden ist. Seit 30 Jahren wird auf diesen Flächen kein Superphosphat verwendet. In den letzten 10 Jahren wurden auf diesem Boden 164 to CO<sub>2</sub>/ha (44,7 to C/ha) gespeichert. Die Speicherungsrate in den letzten beiden Jahren (2008-2010) betrug 33 to CO<sub>2</sub>/ha und Jahr (9 toC/ha/J).

Aufgrund des erhöhten Kohlenstoffgehaltes und der damit verbundenen höheren Bodenfruchtbarkeit, kann der linke Boden mittlerweile doppelt so viele Tiere ernähren wie der rechte Boden.

Der Gehalt an verfügbaren und Gesamtnährstoffen sowie an Spurenelementen wurde im linken Boden durch Herauslösen aus den Mineralien durch Mikroben, welche durch die Wurzelausscheidungen mit Energie und Nahrung versorgt wurden, dramatisch verbessert. Dadurch wurde eine Positivspirale in Gang gesetzt, die die Kohlenstoffspeicherung weiter erhöht, was wiederum zu einer verstärkten Herauslösung von Mineralien und einer stärkeren Humifizierung führt.

Ein weiteres Ergebnis ist, dass der Polymerisationsgrad des neu angereicherten Kohlenstoffs ebenfalls erhöht wurde und zu 78% als stabile Fraktion bezeichnet werden kann. Diese stabilen, langkettigen, hochmolekularen Huminstoffe, die durch den Pflanzen-Mikroben-Speicherungsweeg gebildet werden, können auch durch Trockenheit nicht reduziert werden. Der im linken Profil gezeigte Bodenumus wurde tatsächlich in einer seit 13 Jahren andauernden Trockenperiode in Ost-Australien gebildet.

Eine der Hauptursachen für die Bodenfunktionsstörungen die im rechten Profil Abb.1 zu sehen sind, ist die Entfernung von mehrjährigen bodendeckenden Pflanzen und/oder die Reduktion der Photosyntheseleistung der Weiden durch unsachgemäßes Management. In der Nachkriegszeit wurden eine Reihe von verschiedenen Düngern auf die Böden aufgebracht, was in der Folge die Bodenfunktionen reduziert, und den Kohlenstoffverlust vor allem in den tieferen Bodenschichten beschleunigt hat. Die reduzierte Aufnahme und Speicherung von Wasser, der Verlust an Artenvielfalt,

reduzierte Mineralstoffgehalte in Pflanzen und Tieren sowie eine Zunahme von Stoffwechselerkrankungen sind die Folgen dieses Strukturverlustes. Dies kann nicht länger akzeptiert werden.

Australien ist aber nicht das einzige Land, in dem sich der Unterboden, und damit die ökologischen Funktionen des Bodens als Folge von ungeeignetem Management und dem Einsatz von chemischen Düngern verschlechtern. In Neuseeland, einem Land in dem weite Teile mit fruchtbarem Boden gesegnet sind, kommen unter stark gedüngten Weiden und damit der Hemmung des Kohlenstoff-Speicherung-Weges in tieferen Bodenschichten diese Kohlenstoffverluste ebenfalls vor. Bisher wurden alternative Managementsysteme entweder nicht erkannt oder durch wissenschaftliche Einrichtungen im Land ignoriert.

Die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und der Bodenfunktionen, wie in Abbildung 1 links dargestellt, gelingt nur über eine Leistungssteigerung der Photosynthese, welche wiederum durch regenerative Formen des Ernte- und Weidemanagements herbeigeführt werden kann.

## **Nicht irgendein Kohlenstoff – und nicht irgendwo**

In der obersten Bodenschicht (0-10cm) sind die Kohlenstoffverbindungen vorwiegend kurzkettig, labil und daher rasch umzusetzen. Dieser „aktive“ Kohlenstoff ist für die Gesundheit der Bodennahrungskette wichtig, kann aber keinesfalls als „stabil“ bezeichnet werden, der den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre verringern kann. Je tiefer im Boden Kohlenstoff gebunden wird und je stärker dieser Kohlenstoff humifiziert worden ist, desto besser.

In den letzten 10 Jahren hat sich die langkettige, nichtlabile Kohlenstofffraktion (Huminstoffe) (im linken Profil der Abbildung 1) in den oberen 10-20 cm verdoppelt, in 20-30cm verdreifacht, und in 30-40cm vervierfacht. In den nächsten Jahren wird erwartet, dass die meiste und schnellste Anreicherung von stabilen Bodenkohlenstoff in einer Tiefe von 40-50cm erfolgen wird, und später schrittweise auch in tieferen Bodenschichten. Das heißt, dass sich fruchtbarer, kohlenstoffreicher Boden im weiter nach unten aufbaut.

Tief gespeicherter Kohlenstoff lindert die Beschränkungen durch den Unterboden, verbessert die landwirtschaftliche Produktivität, verbessert die hydrologischen Funktionen und erhöht den Mineralstoffgehalt in Pflanzen, Tiere und Menschen.

Das Kyoto Protokoll beschränkt sich auf die oberste Bodenschicht 0-30cm und übersieht dabei die Bedeutung der Kohlenstoffspeicherung in den tieferen Bodenschichten 30-60cm.

## **Bildung von neuem Mutterboden**

Die Bildung von fruchtbaren Mutterböden kann, wenn die biologischen Punkte verbunden worden sind, und der Speicherungs/Mineralisations/Humifikationsweg aktiviert worden ist, atemberaubend schnell gehen. Durch die positive Rückkopplung

wird der flüssige Kohlenstoffweg zu einer Art Perpetuum mobile. Man kann schon fast mit freiem Auge erkennen, wie sich neuer Mutterboden bildet.

Die Sonnenenergie, die durch die Photosynthese gespeichert und als „flüssiger Kohlenstoff“ von oben nach unten transportiert und über Wurzelausscheidungen abgegeben wird, füttert die Mikroben, die ihrerseits wieder Mineralien aus dem Boden herauslösen. Ein Teil dieser neuen, herausgelösten Mineralien ermöglicht eine rasche Humifikation in tieferen Bodenschichten, während die übrigen Mineralien an die Pflanze und deren Blätter abgegeben werden, dadurch erhöht sich wieder die Photosyntheseleistung und es wird mehr flüssiger Kohlenstoff in den Boden gepumpt, dadurch werden wieder mehr Mineralien gelöst usw.

Die säureextrahierbaren (und damit pflanzenverfügbare) Mineralien sind im linken Profil gegenüber dem rechten Profil deutlich höher, und zwar im folgenden Verhältnis: Kalzium +177%, Magnesium +38%, Kalium +46%, Schwefel +57%, Phosphor +51%, Zink +86%, Eisen + 22%, Kupfer +102%, Bor +56%, Molybdän +51%, Kobalt +79% und Selen +17%.

Die Gehalt an wasserlösliche Pflanzennährstoffen ist um die gleiche Größenordnung gestiegen.

## **Woher kommen die „neuen“ Mineralien**

Ein Standard-Boden-Test bietet sehr wenig Informationen über die Zusammensetzung des Bodens, und den Gehalt an potentiell pflanzenverfügbaren Nährstoffen. Die meisten Labore ermitteln die sogenannten „pflanzenverfügbaren Nährstoffe“ (das sind verfügbare Nährstoffe, die eine mikrobielle Aktivität nicht brauchen), und bei Bedarf auch die mit Säure extrahierbaren Nährstoffe, die irreführender Weise als „Gesamtnährstoffe“ bezeichnet werden.

Für die Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphors werden beispielsweise folgende Methoden verwendet: Olsen, Colwell, Bray1 und 2, Mehlich 1 und 3 oder der Morgan-P-Test. Die Ergebnisse zeigen einen relativ geringen Anteil des gesamten anorganischen Phosphors. Wenn der „Gesamtgehalt“ bestimmt werden soll, wird ein Säureaufschluss verwendet, welcher auch wieder nichts über die gesamte P-Menge im Boden aussagt.

Um die Zusammensetzung der unlöslichen, säureresistenten Mineralfraktion bestimmen zu können, die 96-98% der Bodenmasse ausmacht, werden andere Methoden wie zB. die Röntgenfluoreszenz (XRF) benötigt. Damit können viel mehr Mineralien als bei den Standardmethoden erfasst werden.

Tatsächlich sind im obersten Meter Boden tausende Tonnen Mineralien pro Hektar enthalten. Spezielle funktionelle Gruppen von Bodenmikroorganismen können diese Mineralien herauslösen, andere können wiederum den Stickstoff aus der Luft fixieren, sofern sie flüssigen Kohlenstoff von den Pflanzen bekommen.

Die neu herausgelösten Mineralien, insbesondere Eisen und Aluminium, plus der neu fixierte N (48% mehr Gesamt-N im linken Bodenprofil der Abb1), ermöglichen eine rasche Humifizierung von labilem Kohlenstoff. Allerdings wird der dazu benötigte

flüssige Kohlenstoff ausbleiben, wenn große Mengen an N- und/oder P-Düngemittel eingesetzt werden, da diese die Pflanzen-Mikroben-Brücke hemmen.

Die klassischen Modelle für die Boden-Kohlenstoff-Dynamik basieren auf Daten die von konventionell gedüngten Weiden oder Böden mit einjährigen Pflanzen kommen, wo die Pflanzen-Mikroben-Brücke und damit die Nährstofffreisetzung aus den Mineralien und die N-Bindung aus der Luft nicht mehr funktionieren. Daher kann mit diesen Modellen die rasche Bodenbildung in der Tiefe nicht erklärt werden. Das Problem ist, dass sich die etablierte Wissenschaft an diese veralteten Modellen klammert, die im realen Leben gesammelten Daten scheinen belanglos zu sein. Messungen, die außerhalb der institutionalisierten Wissenschaft gemacht werden, werden weitgehend ignoriert oder als „anekdotisch“ abgestempelt.

## **Aus der Welt einen besseren Ort machen**

Wenn in Weiden Deckpflanzen oder Ackerkulturen eingesät werden und das Management so betrieben wird, dass mit den Geschenke der Natur – Sonnenlicht, Luft und Mikroben – rasch neue fruchtbare, kohlenstoffreiche Böden produziert werden, haben nicht nur die jeweiligen Landwirte einen immensen Vorteil, sondern gleichzeitig auch die gesamte Gesellschaft rund um den Globus.

Der Landwirt Colin Seis hegt nicht den Wunsch, zu ehemaligen Management-Praxis zurückzukehren, da er nun auf derselben Fläche den doppelten Viehbestand halten kann, und dies zu einem Bruchteil der Kosten. Wenn aber aus einem unvorhersehbaren Grund die Management Praxis wieder geändert wird, dann ist der in tieferen Schichten gespeicherte Humus (nicht-labiler-Kohlenstoff) deutlich länger stabil, als der Kohlenstoff, der in Bäumen gespeichert wurde.

Durch die Aktivierung des Kohlenstoff-Speicherungs-Weges wird nicht nur das CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre reduziert, sondern gleichzeitig Nährstoffe von den theoretisch unlöslichen Mineralien freigesetzt, die den größten Teil der Bodenmasse (96-98%) ausmachen. Diese erhöhte Verfügbarkeit der Mineralien verbessert die Gesundheit der Weiden, des Getreides, des Viehs und der Menschen die diese landwirtschaftlichen Produkte konsumieren. Jeder profitiert, wenn Lebensmittel nahrhafter werden.

Die Verfügbarkeit der Mineralien hängt mehr vom Kohlenstofffluss der Pflanze in den Boden, als vom Kohlenstoffgehalt des Bodens selbst ab. Der Schlüssel zum Mineralstoff-Management ist ein entsprechendes Bodendecker-Management. Wenn der Pflanze-Boden-Speicherungs-Weg einmal aktiviert wurde, können mehr Menschen von weniger Land ernährt werden.

## **Maßnahmen für den Bodenkohlenstoff ergreifen**

Diejenigen, die die Meinung aufrecht erhalten, dass die Anreicherung von Bodenkohlenstoff mit Kosten verbunden ist, und/oder dieser Kohlenstoff in Trockenperioden wieder verschwindet, und/oder die Anwendung dieses neuen Management-Systems teure Düngemittel erfordert, und/oder dadurch Produktionsausfälle einhergehen könnten, sollte sich besser informieren. Wenn

einmal dieser Speicherungsweg für stabilen Kohlenstoff aktiviert worden ist, stimmt das Gegenteil.

Wie lange werden die Landwirte noch die Mythen, die Missverständnisse und irreführenden Modelle von denjenigen Beratern ertragen, die eigentlich dafür angestellt worden sind, die Probleme des sinkenden Kohlenstoffgehaltes, der schwindenden Bodenfruchtbarkeit und den Verlust der Bodenfunktionen zu lösen.

Wird die Politik initiativ werden, die Wahrheit suchen und entsprechend handeln?

### Zusammenfassung der Daten „Winona“

**2000-2010:** 164 Tonnen CO<sub>2</sub> wurden pro Hektar gespeichert (44,7 to C/ha)

**2008-2010:** Die Speicherungsrate betrug 33 to CO<sub>2</sub> pro Hektar und Jahr (9 to C/ha/J)

**Permanent:** 78% des neu gespeicherten Kohlenstoffs ist in der nicht-labilen Fraktion zu finden (Humine) – ist also sehr stabil.

**Lage:** Der größte Anstieg von stabilen Bodenkohlenstoff hat in der Tiefe stattgefunden, wodurch die Beschränkungen des Untergrundes überwunden wurden. Der nicht labile Kohlenstoff wurde in 10-20cm verdoppelt, in 20-30cm verdreifacht und in 30-40cm vervierfacht.

**Stickstoff:** Die Zunahme von 2 to/ha (Anstieg um 48%) ist theoretisch nicht möglich, es sei denn, die N-fixierenden Bakterien wurden über den flüssigen Kohlenstoffweg unterstützt.

**Mineralien:** Folgende Erhöhungen der Bodenmineralien sind aufgetreten: Kalzium +177%, Magnesium +38%, Kalium +46%, Schwefel +57%, Phosphor +51%, Zink +86%, Eisen + 22%, Kupfer +102%, Bor +56%, Molybdän +51%, Kobalt +79% und Selen +17%.

**Finanzieller Vorteil:** Bei einem Preis von 30 € pro Tonne CO<sub>2</sub>, und vorausgesetzt, dass nur für die nicht-labile Fraktion bezahlt wird, beträgt der Wert der Kohlenstoffspeicherung bei 33 to CO<sub>2</sub>/ha/Jahr: 990 Euro / Jahr.

Ein Preis für die nicht-labile Kohlenstofffraktion würde für progressive Bauern einen Anreiz bieten, unsere wertvollen landwirtschaftlichen Böden wieder aufzubauen.