Nicht jeder Mist macht guten Humus, aber ...

Autor(en): **Lübke-Hildebrandt, Angelika**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Kultur und Politik : Zeitschrift für ökologische, soziale und wirtschaftliche Zusammenhänge**

Band (Jahr): **62 (2007)**

Heft 4

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-891445

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Nicht jeder Mist macht guten Humus, aber...

Auch Angelika Lübke-Hildebrandt und ihr Mann Urs lesen k+p. Sie betreiben im österreichischen Feuerbach einen Forschungsbetrieb für Boden und Kompostierung und die Firma «cmc – Beratung für Boden & Kompost». Urs Hildebrandt berät auch Bauern und Gärtner in der Schweiz (vgl. k+p 5-06 «Bauern sollten wieder öfters durch die Bodenfenster schauen»). Kein Wunder also, dass die beiden das Gespräch mit Werner Edelmann («Unsere Kompostierung ist oft umweltschädlich») in k+p 2-07 besonders intensiv gelesen haben. Auf der Basis eigener Studien und Erkenntnissen aus Praxis und Wissenschaft untersucht Angelika Lübke-Hildebrandt nun als Replik ausführlich die Möglichkeiten eines nachhaltigen umweltfreundlichen Umgangs mit Organik. k+p publiziert ihre Auslegeordnung in zwei Teilen.

Der global, fortschreitende Humusschwund stellt angesichts des Klimawandels grosse Herausforderungen an eine nachhaltige Landwirtschaft. Die derzeit übliche Verwertung von Organik als Gülle, Mist oder Gärgut ist zweifelsfrei eine grosse Gefahr für Boden und Klima. Aber auch die Wiederverwertung organischer Stoffe durch unterschiedliche Formen der Kompostierung kann schädlich für Boden und Umwelt sein. Es ist daher wichtig, unterschiedliche Prozesse und ihre Auswirkungen auf Boden und Atmosphäre klar zu unterscheiden und zwar bezüglich ihrer ökologischen Sinnhaftigkeit sowie der langfristige nFolgen, die die Anwendung des Produktes auf Boden und Umwelt hat.

Grundvoraussetzung für eine derartige Diskussion ist ein klares Verständnis von Organik und ihren verschiedenen Zustandsformen.

Es gibt keine einheitliche Definition für *«die organische Masse von Böden»*. Um sie als Wert angeben zu können, wird sie daher mit Hilfe der Analytik vereinfachend als Kohlenstoffgehalt bestimmt.

Kohlenstoff als Kern

Der Hauptbestandteil von Humus ist Kohlenstoff. Daher wird der Kohlenstoffgehalt des Humus von der C-Bestimmung auch erfasst. In seiner Gesamtheit ist Humus aber etwas völlig anderes als «nur» Kohlenstoff. Er besteht aus einem Konglomerat aus ganz *bestimmten* Kohlenstoff-Formen, Sauerstoff,

Foto: zvg

Was die Bauern zu wenig begreifen: Ihre Böden sehen oft schlimmer aus, als sie meinen.

Nährstoffen, Tonmineralen, Mikroorganismen und deren Stoffwechselprodukte (welche unter anderem verschiedenste Huminstoffe sind, wie Fulvosäuren, Huminsäuren, Humine).

Seit Ende des 19. Jahrhunderts wird im Sprachgebrauch der meisten Agronomen organische Substanz mit Humusgehalt gleichgesetzt. Woraus der Fehlschluss entstanden ist, dass der Kohlenstoffgehalt eines Bodens mit seinem Humusgehalt identisch sei. Diese Begriffsverwirrung hatte folgenschwere Konsequenzen, denn sie hat dazu geführt dass in der Landwirtschaft nicht ausreichend über den Qualitätsunterschied zwischen Organik und Humus nachgedacht wird. Man vernachlässigt die Tatsache, dass Roh-Organik (Stroh, Gras, Wurzelreste) und Humus zwar aus sehr ähnlichen Grundelementen bestehen, aber ihre chemischen Verbindungen völlig andere sind und somit auch die Wirkung auf Boden und Umwelt.

Es wird schlichtweg angenommen, dass jede organische Substanz im Boden zu Humus verwandelt wird und somit für den Boden-Nahrungskreislauf erhalten bleibt. Das entspricht nicht der Realität, was durch langjährige Studien zweifelsfrei belegt ist. Denn Humusbildungsprozesse sind in erster Linie von der Qualität der verfügbaren Organik (frisch, verdorben usw.) sowie der Art der vorhanden Mikroflora und ihrer Funktionsfähigkeit abhängig. Je vielfältiger das Bodenleben, umso grösser ist die Bandbreite an Humusverbindungen und Humusstoffen, die gebildet und damit im Boden erhalten werden.

Von Roh-Organik zu Humus

Roh-Organik, wie Mist oder Ernterückstände, durchlaufen eine Reihe von Verwandlungsschritten, bevor Humusstoffe entstehen können. (Humus ist nicht, wie in verschiedenen Publikationen fälschlicherweise behauptet, bereits im Mist enthalten!) Je nach den spezifischen Bodenbedingungen entstehen niederwertige, nährstoffarme oder aber hochwertige Nähr- und Dauerhumusformen. Damit hochwertige Humusverbindungen entstehen können, welche für die landwirtschaftliche

Praxis alle erwünschten Vorteile wie Nährstofflieferant, Wasserspeicher, Schutz der Kulturpflanze, Toleranz gegenüber von Stressbelastung (Trockenheit, Nässe) usw. sichern, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Nämlich das Vorhandensein von: Kohlenstoff, Sauerstoff, humusbildender Mikroflora, Feuchtigkeit und Tonmineralen. Fehlt einer dieser Faktoren, findet weder hochwertige noch nachhaltige Humusbildung statt.

Gerade diese Humusformen sind es aber, die nebst der Landwirtschaft auch der Gesellschaft klare Vorteile bringen. Denn Böden, welche hochwertige Humusverbindungen enthalten, ernähren die Pflanze vollwertig und tragen zu einer höheren Nahrungsqualität bei, sie fungieren als Filter- und Reinigungssystem für das Wasser und die Luft, bauen Schadstoffe ab, binden CO_2 usw. Die Liste der Vorteile, die humusreiche Böden für die Gesellschaft bieten, ist lang.

Jedoch darf nie aus den Augen verloren werden, dass es nicht Roh-Organik ist, aus der eine Schutzfunktionen für Leben und Gesellschaft entsteht, sondern erst der zu hochwertigem Humus verwandelte Kompost.

Aus dieser Erkenntnis ergeben sich praktische Konsequenzen im Umgang mit wertvollen organischen Rohstoffen wie Mist, Gülle, Küchenabfälle usw., die leider zu *Abfällen* degradiert und dadurch in ihrem Wert als Humuspotenzial für landwirtschaftlich genutzte Böden völlig verkannt werden.

Das ist ein stark verdichteter, landwirtschaftlich genutzer Oberboden, Profil 0–30 cm.

Aerobe versus anaerobe Kompostierung

Der sinnvollste Weg zu erkennen, wie Landwirtschaft und Gesellschaft in optimaler Weise mit organischen Reststoffen umgehen können, ohne Umweltbelastungen zu verursachen oder die Humusreserven noch weiter abzubauen, ist der, den Weg der Organik unter gesunden und natürlichen Verhältnissen zu studieren. Bodenforscher, wie R. & A. Francé, E. Pfeiffer, S. & U. Lübke, G. Rhode uvm., deren ganzheitliche Arbeitsweise in den letzten Jahren immer mehr als Vorbild für neue Forschungsvorhaben eingesetzt werden, haben in jahrzehntelangen Studien intakte Bodenkreisläufe umfassend untersucht und sind allesamt zu der Erkenntnis gelangt, dass in funktionierenden biologischen (Boden)Systemen aerobe Bedingungen dominieren, während anaerobe Bereiche nur einen sehr geringen Teil des Bodenganzen ausmachen. Das bedeutet: Lebensprozesse in humusreichen, fruchtbaren Böden finden unter reichlich Sauerstoffzufuhr statt. Unter aeroben Bedingungen werden im Zusammenwirken mit einem hohen Kohlenstoff/Humusgehalt ausreichend Feuchtigkeit und Nährstoffe gespeichert, was gesundes und artenreiches Leben, in und auf dem Boden, erst möglich macht.

Allerdings ist die Zustandsform des Kohlenstoffs ausschlaggebend. Nur, wenn unterschiedliche Kohlenstoffverbindungen (rasch verfügbare Zucker- und schwer abbaubare ligninhaltige Gerüststrukturen) gleichzeitig für die Verarbeitungsprozesse verfügbar sind, findet eine effiziente und hochwertige Humusbildung statt.

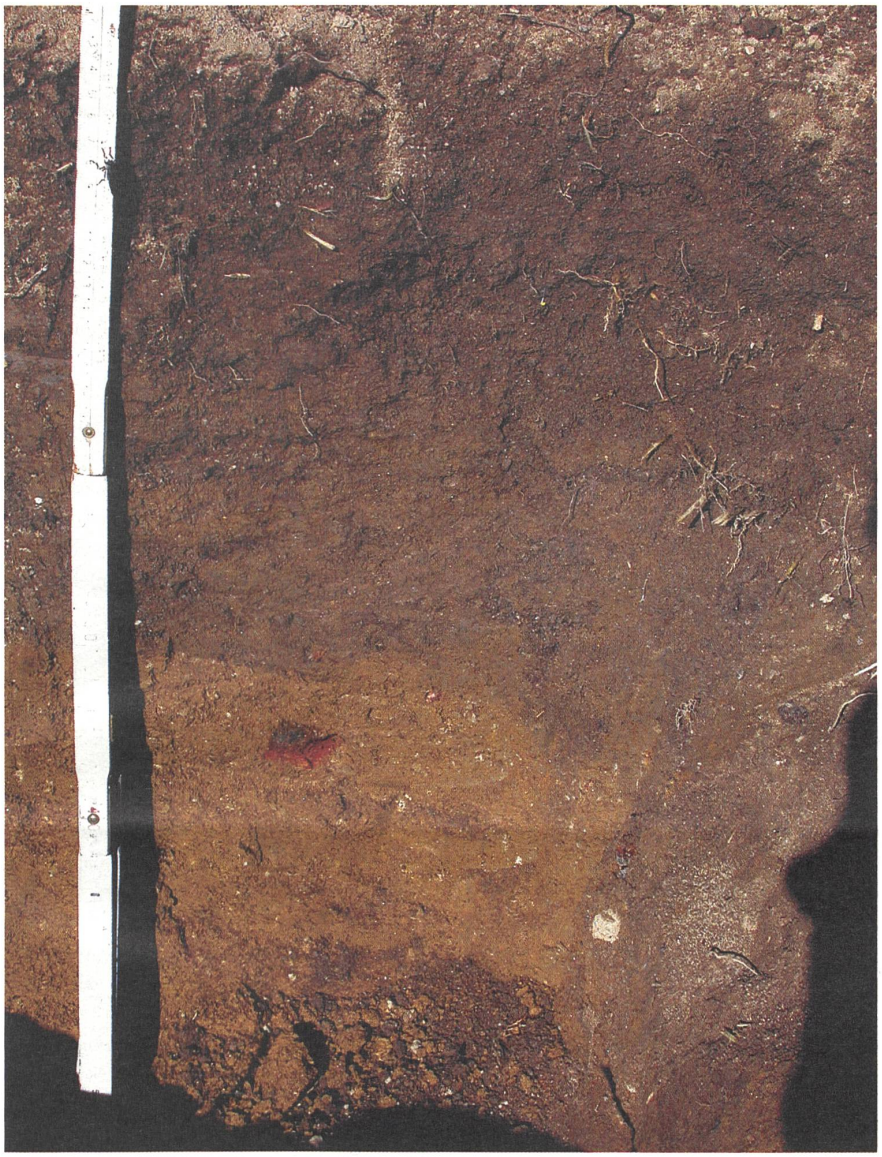
Die Verwandlung von Rohorganik zu Humus, nämlich Abbau der hochpolymeren organischen Verbindungen und ihre Wiedereinbindung in kolloidale Ton-Humus-Komplexe, passiert nur dann optimal, wenn die folgenden Schlüsselbedingungen erfüllt sind. Diese sind exakt die gleichen, die jegliche aerobe Lebensform auf unserem Planeten (inklusive der Spezies Mensch) für gesundes Leben benötigt:

1. Sauerstoff
2. Wasser
3. Nahrung – also Organik in verschiedenen Zustandsformen, von leicht bis schwer abbaubare Substanzen
4. Vielfältiger mikrobieller Besatz
5. Mineralstoffe – im Fall der humusbildenden Mikroflora die Tonminerale, da diese eine unerlässliche Lebensgrundlage für Humusbildner sind.

Diese Schlüsselbedingungen können nur durch bestimmte Formen der Kompostier-Prozess-Führung erfüllt werden.

Ist auch nur einer der oben genannten Faktoren reduziert oder fehlt ganz, dann stellt

Fotos: Urs Hildebrandt



Derselbe Boden nach fünf Jahren Kompostanwendung und Humuswirtschaft: Profil 0–50 cm.

das System Boden auf «Notbetrieb» um. Das heisst, die Effizienz der Verwandlungs- und Einbindungsprozesse wird geringer oder ist nicht mehr gegeben. Das kann sich auf vielfältige Art zeigen, wie beispielsweise eine zu langsame Einbindung der, aus der Organik, abgebauten Substanzen. Was zur Folge hat, dass bei Regen oder Bewässerung Grund-/Oberflächenwasser durch Nährstoffe verunreinigt wird oder gasförmige Emissionen Umwelt und Klima belasten. Eine andere Auswirkung von gestörten Stoffkreisläufen kann die Bildung minderwertiger Humusverbindungen sein, entweder weil das entsprechende Leben fehlt, das zur Produktion von hochwertigem Humus fähig ist, oder weil die nötigen Substanzen zur Humusbildung nicht zur Verfügung stehen. Sauerstoffmangel (Bodenverdichtung), zu tiefe pH-Werte, Monokulturen usw. verstärken das Problem. Meist wird, besonders in der Diskussion um Reststoffe aus Vergärung und Biotreibstoffgewinnung, übersehen: Wenn ausschliesslich schwer abbaubare Kohlenstoffverbindungen (z. B. ligninhaltige Faserstoffe aus Gärgut) in den Boden eingebracht werden, dann steht die Vielfalt an Substanzen, die zur Bildung von hochwertigem Humus Voraussetzung sind, nicht zur Verfügung.

Dann finden möglicherweise Abbauprozesse statt, sofern die Bodenbedingungen diese erlauben (abbauende Mikroflora, Feuchtigkeit usw.), aber kaum oder keine Humusbildung. In diesem Zusammenhang wird durch Studien immer deutlicher, dass die Organik, die auf Böden ausgebracht wird, keinen entsprechenden Anstieg des Gesamt-Kohlenstoff-Gehaltes bewirkt. Das bedeutet, dass grosse Mengen an Kohlenstoff und Nährstoffen durch Veratmung und Auswaschung verloren gehen und die Umwelt belasten.

Die Ursachen dafür sind nicht einfach zu beheben, denn in den meisten landwirtschaftlich genutzten Böden fehlen meist gleich mehrere Voraussetzungen für die Bildung von hochwertigen Humusverbindungen, und einzelne Massnahmen können bestenfalls Symptombehandlung sein. Um rasch und nachhaltig Verbesserungen zu erzielen, braucht es integrative Gesamtkonzepte wie: hochwertige Komposte, Gründüngung, Fruchtfolge, Ausbildung, Dokumentation, Analytik, Technik, landschaftsgestalterische Massnahmen usw.

Der wichtigste Teil der bodenverbessernden Massnahmen besteht darin, die Rahmenbedingungen zu schaffen, dass Organik rasch vom Leben im Boden abgebaut und zu Humus weiterverwandelt werden kann. Daher muss es ein vorrangiges Ziel jedes Landwirtes sein, ein vielfältiges Bodenleben auf seinen Böden anzusiedeln und zu erhalten. Denn genau dieses Leben macht den Unterschied aus, zwischen Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft oder Schutz der Gesellschaft durch Humusanreicherung.

Formen und Folgen

Derzeit kommt in der Landwirtschaft Organik in Form von Frischmist, Gülle, Schlämmen, Ernterückständen, Gründüngung, Komposte (aus eingehausten Anlagen, offenen Anlagen mit Trapez- oder Dreiecksmieten) sowie Rückständen aus Vergärung und Biogasgewinnung zum Einsatz.

Solche Rohstoffe können, je nach Art der Vorbehandlung und Lagerung, anaerob bis stark faulig sein. *Anaerobe Organik* enthält reduktive Substanzen (z. B. Sulfide), die im Boden unter Mitwirken des Bodenlebens erst entgiftet und zu essenziellen Verbindungen weiterverarbeitet werden müssen, da sie sonst das Pflanzen- und Bodenleben schädigen sowie die Umwelt belasten. Anaerobe organische Materialien müssen nicht zwangsläufig pathogene (krankheitserregende) Keime enthalten. (Sauerkraut ist ein Beispiel für Organik in einem anaeroben Zustand, welche im Normalfall keine krankheitserregenden Keime enthält). Während faulige *Organik* (Gülle, Schlämme, Mist, Rückstände aus Vergärung und Vergasung) neben den bereits erwähnten reduktiven Verbindungen immer Krankheitserreger in grosser Zahl enthält. Diese können über sehr lange Zeiträume in Böden aktiv bleiben und damit eine Gefahr für die Umwelt darstellen. Sie gelangen aber auch und über den

Futterkreislauf in die menschliche Nahrung (z. B. Clostridien, Salmonellen, E. Coli, Camphylobacter, Listerien usw.), was bereits viele Menschen das Leben gekostet hat.

Pathogene Keime sind hauptsächlich anaerobe Lebewesen. Das heisst, sie brauchen sauerstoffarme bis sauerstofffreie Bedingungen, und sie leben von Reduktase-Produkten. Sie ernähren und vermehren sich also aus reduktiven Verbindungen und hochgiftigen Substanzen (Leichengifte wie z. B. Putreszin, Kadaverin), die in sauerstoffarmen Böden gebildet werden oder durch anaerobe und faulige Organik in den Boden gelangen.

Diese anaeroben Keime wirken direkt gegen das aerobe, humusbildende Mikrobenleben des Bodens, indem sie Gase und Stoffwechselprodukte ausscheiden, die der aeroben Flora die Lebensgrundlage entziehen, sie hemmen oder abtöten.

Das bedeutet, die schädlichen Auswirkungen von anaerober und fauliger Organik in Böden können nur durch Sauerstoffzufuhr gestoppt werden, da Sauerstoff der pathogenen Mikroflora die Lebensgrundlage entzieht und für Entgiftungsprozesse in Böden unerlässlich ist.

Wird anaerobes/fauliges Material auf die Bodenoberfläche ausgebracht, dann gelangen zwar unerwünschte Substanzen in die Luft, aber gleichzeitig besteht die Möglichkeit, dass durch den Luftsauerstoff Reduktase-Produkte in oxidative Verbindungen übergehen, bevor sie in den Boden gelangen und dort zum Sauerstoffräuber werden können. Dadurch wird die Pflanzengesundheit verbessert, weil sie keine giftigen Substanzen aufnimmt und die erwünschte Bodenflora weniger geschädigt wird, weil die Sauerstoffreserven des Bodens geschont werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass pathogene (krankheitserregende) Keime, durch die Sauerstoffeinwirkung an der Bodenoberfläche, absterben und nicht in den Nahrungskreislauf gelangen.

Wird aber, im Gegensatz dazu, anaerobe/faulige Organik direkt in den Boden eingebracht (z. B. Gülleinjektoren), dann entziehen die aeroben Kleinstlebewesen notgedrungen dem Boden Sauerstoffreserven, um die nötigen oxidativen (entgiftenden) Prozesse einzuleiten. Ist der verfügbare Sauerstoff verbraucht, dann verschiebt sich das Milieu dauerhaft Richtung anaerob, mit all seinen umweltschädigenden Konsequenzen (Nährstoffverluste, klimaschädliche Gase, Pathogene usw.). Dadurch schliesst sich ein Teufelskreis, denn in anaerob dominierten Böden bleiben giftige Substanzen erhalten, welche wiederum die wichtigste Nahrungsquelle für Krankheitserreger darstellen. Weiter passiert durch faulige Organik eine stetige Neuimpfung mit krankheitserregenden Keimen, die sich auf Grund des Sauerstoffmangels im Boden hervorragend vermehren und die humusbildende Mikroflora verdrängen.

Meist dauert die «Reaerobisierungsphase» eines Bodens (die Zeit bis der nötige Sauerstoff im Boden wieder zur Verfügung steht und die sauerstoffliebende Bodenflora sich wieder erholt hat) nach einer Anwendung von Gülle, Mist, Schlämmen und Gärgut/-gülle mehrere Wochen bis zu Monaten. Die Dauer hängt ab von Faktoren wie Sauerstoffdynamik des Bodens, mikrobieller Besatz, klimatische Einflüsse, Bodenbearbeitung, Bewuchs usw.

In der konventionellen Landwirtschaft findet aber gewöhnlich bereits innerhalb der «Reaerobisierungsphase» eine erneute Anwendung statt und beschleunigt die Negativspirale.

Die Anwendung von anaerober und/oder fauliger Organik bewirkt ausserdem eine Versauerung von Böden. Und je tiefer die pH-Werte sinken, umso höher sind die Emissionen von klimaschädlichen Gasen wie Ammoniak, Methan und Lachgas. Gleichzeitig verlieren Böden durch das Absinken des pH-Wertes die Fähigkeit zur Humusbildung, da die humusbildende Mikroflora bei tiefen pH-Werten abstirbt. Azotobacter beispielsweise, die essentiell für die Humusbildung sind und ausserdem zu den wichtigsten Stickstoffsammlern des Bodens gehören, sterben bei pH-Werten unter 5,8 ab. Grundsätzlich gilt: Bei pH-Werten unter 5,8 sind nachhaltige, hochwertige Humusbildungsprozesse nicht mehr möglich.

Kontrollierter Kompostprozess

Es gibt zur Problematik von Gülle, Mist und Gärgut/-gülle nur eine wirklich umwelt- und bodenverträgliche Lösung – nämlich die Entgiftung und Humifizierung dieser wertvollen Organik durch einen kontrollierten Kompostierprozess zu sichern. Denn angesichts der prekären Situation, in der sich die meisten Böden weltweit befinden (Nährstoff-/Humusverluste, Verkarstung, Überhandnehmen von Pathogenen, Schädlingen usw.), ist rascher und effektiver Handlungsbedarf zur Sanierung landwirtschaftlich genutzter Böden dringend nötig. Zwischenlösungen wie Gülle-vorbehandlung usw. können nur als Symptombehandlung, nicht aber als echte Lösung dienen, da in den meisten Böden die Voraussetzungen zu einer effizienten und nachhaltigen Humusbildung nicht mehr gegeben sind. Die Vorbehandlung der Organik durch einen kontrollierten Kompostierprozess fixiert die Nährstoffe und hält sie damit im Oberboden fest. Weiter wird durch eine aerob dominierte Kompostierung Sauerstoff in das Material eingebunden, welcher in Böden dringend für gesunde Lebensprozesse benötigt wird.

Allerdings müssen unterschiedliche Kompostiermethoden differenziert gesehen werden, denn die Definition von Kompost lässt (leider) ein sehr grosses Spektrum zu. Sie reicht von Materialien, die mehr oder weniger aus Rohorganik bestehen, bis zu krümelstabilisierter, nährstofffixierter Organik (in Form von Ton-Humus-Komplexen, hochwertigen Huminstoffen usw.). Für den Humusaufbau von Böden ist verdaute Organik unerlässlich, die sich ohne Belastung für Bodenleben und Umwelt rasch in das Bodenganze einfügt und gleichzeitig Nährstofflieferant für die Kulturpflanze ist.

Wird andererseits Kompost in Form von Rohorganik in sauerstoffarme Böden eingearbeitet, dann kann das zu einer Fossilierung der Organik führen (ähnlich einem Verkohlungsprozess) und sie so den lebendigen Kreisläufen entziehen. Rohorganik kann aber auch Fäulnisprozesse in Böden verstärken, wodurch weitere Kohlenstoffverluste verursacht werden.

Angelika Lübke-Hildebrandt Msc

Fortsetzung folgt: Im nächste k+p lesen Sie den zweiten Teil der Ausführungen von Angelika Lübke-Hildebrandt. Sie diskutiert darin dann detailliert die Anforderungen an Kompostiermethoden und das Endprodukt Kompost und zeigt, wie man diesen Anforderungen nachhaltig entsprechen kann. Angelika Lübke-Hildebrandt doziert seit Ende der 1980er Jahre international zu den Themen Boden, Kompostierung, Ökologie und Lebensqualität. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt in der interdisziplinären Qualitätsforschung rund um Boden und Umwelt. Fragen zum Artikel beantwortet sie gerne unter cmc-info@nextra.at