

Wie die Humusentwicklung langfristig sichern?

Joachim Raupp

Die Leistungsfähigkeit eines Bodens ist im ökologischen Landbau eng an seinen Humusvorrat geknüpft. Langzeitversuche zeigen, dass ausreichende Humusbildung bei Stallmistdüngung wesentlich besser gesichert werden kann als mit anderen Düngerarten.

H heute sorget ihr für morgen, morgen für die Ewigkeit. Ich will heut, für heute sorgen, morgen ist für morgen Zeit (Franz Grillparzer, 1791-1872). – Man darf annehmen, dass der Dichter kein Landwirt gewesen ist, zumindest kein ökologisch wirtschaftender. Sonst hätte er gewusst, dass man schon heute die richtigen Maßnahmen ergreifen muss, um die Humusentwicklung seiner Böden auch für die Zukunft sicherzustellen. Denn Fehler von heute sind hier später nur schwer zu korrigieren. Sowohl unser Langzeit-Düngungsversuch (Tabelle 1) als auch andere, mehrjährige Feldversuche zeigen, dass dabei die Düngerart und -menge sowie die Fruchtfolge eine entscheidende Rolle spielen.

Der richtige Dünger

Bei dem im Jahr 1980 angelegten Langzeitversuch in Darmstadt sind die Düngermengen seit 1985 so berechnet, dass mit jeder Düngerart die gleiche Stickstoffmenge ausgebracht wird. Die Gesamt-N-Mengen der drei Stufen entsprechen ungefähr einem Viehbesatz von 0,9, 1,4 und 1,8 GV/ha. Seit vielen Jahren haben die Rottemistvarianten höhere Humusgehalte als die Mineraldüngervarianten. Alleinige Mineraldüngung (zusammen mit den Ernterückständen) hat dagegen zu deutlichem Humusrückgang geführt (Abb. 1). Die Gehalte an organischer Substanz liegen seit etwa 16 Jahren ziemlich konstant auf dem jeweils gleichen Niveau. Im Vergleich zur Ausgangssituation konnte der Humuspiegel nur bei Rottemistdüngung und Anwendung der biodynamischen Präparate gehalten werden. Die Steigerung der Düngermenge hat nur mit organischer Düngung zu höheren Humusgehalten geführt, bei Mineraldüngung sind die Gehalte in allen Stufen gleich niedrig (Abb. 1).

Die besondere Bedeutung von Stallmist für die Humuserhaltung geht auch aus einem Langzeitversuch von Diez und Bach-

thaler (1978) hervor. Sie haben Düngung mit gut verrottetem Stallmist, mit strohreinem Mist, Strohdüngung, Gründüngung und eine Variante ohne organische Düngung (mit normaler Mineraldüngung) miteinander verglichen (Abb. 2). Mit Stallmist stieg der Humusgehalt am stärksten an: Der Kohlenstoffgehalt nahm von 1,3 Prozent auf 2,0 (mit strohreinem Mist) und 2,4 (mit Rottemist) in sechs Jahren zu. In den anderen organischen Düngungsvarianten war dagegen mit 1,8 (Strohdüngung) und 1,6 Prozent (Gründüngung) nur eine vergleichsweise geringe Erhöhung festzustellen. In den folgenden 23 Jahren dieses Versuches wurde jegliche organische Düngung unterlassen, so dass der Humusgehalt in allen Varianten wieder absank, in den Varianten nach Stroh- und Gründüngung sogar unter das ursprüngliche Ausgangsniveau von 1,3 Prozent. Deutlich über diesem Niveau blieb der Gehalt nur in den Mistvarianten.

von Strauch et al. (1977) Mistkompost, alle drei Jahre gegeben, mit gut 1,8 Prozent Kohlenstoff einen deutlich höheren Humusgehalt als im gleichen zeitlichen Abstand verabreichter Frischmist (etwa 1,65 Prozent C). Bei jährlicher Ausbringung von Frischmist war die Humuserhaltende Wirkung jedoch geringer (nur knapp 1,55 Prozent C) und lag auf gleichem Niveau wie in der Variante ohne organische Düngung.

Die richtige Fruchtfolge

Allgemein bekannt ist, dass es humusmehrende und humuszehrende Kulturen gibt. Doch nicht allein die Kultur, sondern auch ihr Flächenanteil in der gesamten Fruchtfolge und die mit der jeweiligen Kultur verbundenen Anbaumaßnahmen (v. a. Düngung) sind von entscheidendem Einfluss auf die Humusentwicklung. Diesbezüglich haben Diez und Bachthaler (1978) von

Tab. 1: Versuchsaufbau und Standortangaben des Langzeit-Düngungsversuches Darmstadt

Versuchsanlage	Streifenanlage mit 9 Varianten in 4 Wiederholungen in identischer Form auf 4 Feldern nebeneinander
Düngungsvarianten	<p>Düngerart:</p> <p>RM = Düngung mit Rottemist und Jauche RMBD = Düngung mit Rottemist und Jauche, dabei Anwendung aller biologisch-dynamischen Präparate MIN = Mineraldüngung (Kalkammonsalpeter, Superphosphat, 50er Kali oder Kalimagnesia)</p> <p>Düngermenge:</p> <p>niedrig: 60 kg N/ha zu Getreide, 50 kg N/ha zu Hackfrucht mittel: 100 kg N/ha zu Getreide und zu Hackfrucht hoch: 140 kg N/ha zu Getreide, 150 kg N/ha zu Hackfrucht</p>
Fruchtfolge	1. Rotklee (oder Perserklee oder Klee gras), 2. Sommerweizen, 3. Kartoffeln, 4. Winterroggen
Standortdaten	langjährige Mittel: 9,5 °C Lufttemperatur und 590 mm Niederschlag pro Jahr Boden: sandige Braunerde mit 87 % Sand, 8 % Schluff und 5 % Ton im Oberboden

Die Humuswirkung des Stallmistes hängt unter anderem von der Art seiner Aufbereitung und der Häufigkeit seiner Anwendung ab. So bewirkte in Versuchen

interessanten Untersuchungen berichtet. Im Vergleich mehrerer Systeme am gleichen Standort (Puch, Oberbayern) hatte die verbesserte Dreifelderwirtschaft mit

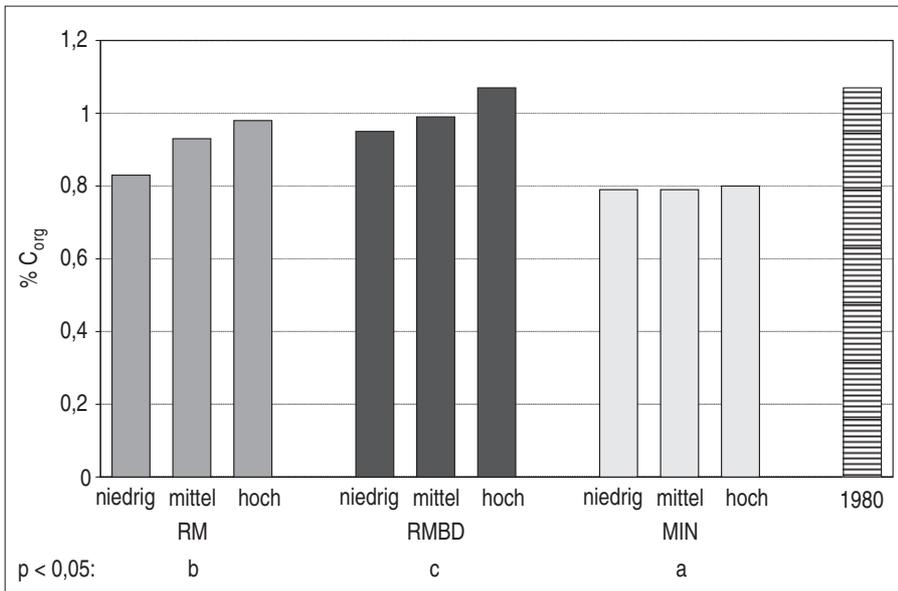


Abb. 1: Gehalt an organischem Kohlenstoff im Oberboden als Maß für den Humusgehalt / Darmstädter Langzeit-Düngungsversuch nach 18 Jahren; RM = Rottemistdüngung, RMBD = Rottemistdüngung mit allen biol.-dyn. Präparaten, MIN = Mineraldüngung; jeweils in 3 Mengen; Versuchsbeginn 1980; verschiedene Buchstaben kennzeichnen signifikant unterschiedliche Humusgehalte.

Stallmist und Klee gras (2/3 Getreide, 1/6 Hackfrucht, 1/6 Klee) das beste Ergebnis mit 2,33 Prozent Humus im Oberboden. Dagegen erreichte man beim Daueranbau von Leguminosen (Ackerbohnen-Erbsen) nur 90 Prozent dieses Wertes bzw. 79 Prozent beim Daueranbau von Kartoffeln (ohne Stallmist). In Verbindung mit jährlicher Mistdüngung (90 dt pro Hektar und Jahr) entsprach der Humusgehalt bei fortgesetz-

tem Kartoffelanbau beinahe dem der verbesserten Dreifelderwirtschaft (97 Prozent davon). Hinsichtlich der Humusentwicklung erwies sich nur das Dauergrünland als überlegen. Hier wurde ein Humusgehalt von 2,90 Prozent ermittelt, also etwa ein Viertel mehr als bei der besten Ackerfruchtfolge.

Man sollte aus diesen Ergebnissen natürlich nicht unmittelbar Fruchtfolgeemp-

fehlungen für den ökologischen Landbau ableiten, denn der Daueranbau einer bestimmten Kultur ist aus Gründen der Gesunderhaltung von Böden und Pflanzen nicht ratsam. Aber die Ergebnisse lassen die zentrale Bedeutung der Stallmistdüngung für die Humusentwicklung und -erhaltung in Verbindung mit einer gemischten Fruchtfolge erkennen.

Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate

Wie Abb. 1 zeigt, hat in unserem Versuch die Rottemistanwendung in Verbindung mit den biologisch-dynamischen Präparaten als einzige Variante den zu Versuchsbeginn (1980) vorhandenen Humusgehalt erhalten können. Die Verminderung des Humusgehaltes in der Rottemistvariante ohne die Präparate ist sehr erstaunlich, da diese Variante die gleichen Aufwandmengen enthielt, also weitestgehend die gleichen Mengen an organischer Masse, Kohlenstoff, Stickstoff usw. in den Boden brachte wie die Präparatevariante. Entweder hatte der präparierte Mist eine andere Beschaffenheit, oder die Präparate haben dafür gesorgt, dass der Dünger im Boden anders verarbeitet wurde, so dass ein höheres Humusniveau erhalten blieb als ohne Präparateinfluss.

Die Ergebnisse eines schwedischen Langzeitversuches sprechen für die zweite Annahme. Demnach haben vor allem die Spritzpräparate Hornmist und Hornkiesel positive Wirkungen auf die Humusdynamik. Bei sonst gleicher Düngung (präparierter Mistkompost) hat man nach Anwendung dieser beiden Präparate höhere Humusgehalte festgestellt (Pettersson et al., 1992).

Warum Stallmist?

Warum Stallmist oder Rottemist für die langfristige Entwicklung des Humushaushaltes offenbar wirksamer sind als andere organische Dünger, lässt sich heute noch nicht abschließend beantworten. Häufig wird für den Humusaufbau bzw. -ersatz die

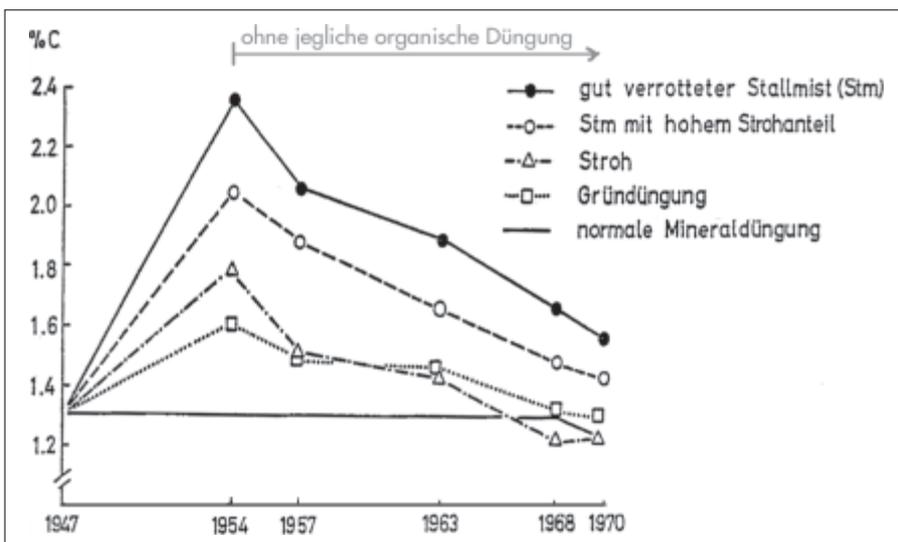


Abb. 2: Kohlenstoffgehalt des Bodens in Abhängigkeit von der Düngungsart und deren Nachwirkung (Quelle: Diez & Bachthaler, 1978, ergänzt)

Anlieferung von organischer Substanz bzw. Kohlenstoff als wichtigste Eigenschaft der organischen Dünger angesehen. Infolgedessen werden C-Bilanzen erstellt, um zu prüfen, ob die Humusversorgung langfristig gesichert ist. Diese Bilanzen geben allerdings nur einen Teil der Wirklichkeit wieder, denn die unterschiedlichen Wirkungen organischer Dünger sind nicht mit ihrem C-Gehalt erklärbar. Es kommt wohl eher auf die Zusammensetzung oder auf bestimmte Komponenten der organischen Substanz an. Rauhe (1990) hält die Kombination von tierischen Ausscheidungen und Stroh für besonders bedeutsam für den Humusersatz. Ein weiterer Hinweis auf spezielle Eigenschaften des Stallmistes ergibt sich aus den Untersuchungen von Scheller et al. (1997). In mit Rottemist gedüngten Böden wurden höhere Aminosäuregehalte festgestellt als in mineralisch gedüngten Parzellen, was mit der Zufuhr von Aminosäuren mit der Mistdüngung erklärt werden kann. Man nimmt an, dass die Aminosäuren Ausgangsprodukte für die Entstehung von Humus sind. Dieser Spur sollte noch weiter nachgegangen werden. □

Dr. Joachim Raupp, Institut für Biologisch-Dynamische Forschung, Brandschneise 5, D-64295 Darmstadt, E-Mail raupp@ibdf.de



Literatur:

- Diez, T. & G. Bachthaler, 1978: Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung auf den Humusgehalt der Böden. Bayer. Landw. Jahrbuch 55, S. 368-377
- Pettersson, B. D., H. J. Reents, E. v. Wistinghausen, 1992: Düngung und Bodeneigenschaften. Ergebnisse eines 32-jährigen Feldversuches in Järna, Schweden. Schriftenreihe, Band 2; Institut für biologisch-dynamische Forschung, Darmstadt
- Rauhe, K., 1990: Ergebnisse und Erfahrungen aus langjährigen Feldversuchen mit organischer Düngung sowie ¹⁵N-Anwendung. VDLUFA-Schriftenreihe 30; Kongressband 1989; 509-516
- Scheller, E., J. Bachinger & J. Raupp, 1997: Einfluss von Mineraldüngung und Stallmist auf die Aminosäuregehalte im Oberboden und auf den Humusaufbau im Darmstädter Düngungsvergleichsversuch. In: Köpke, U. & J.-A. Eisele (Hrsg.): Beitr. 4. Wiss.-Tagung ökol. Landbau, 3.-4. März 1997, Bonn, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 63-69
- Strauch, D., W. Baader & C. Tietjen, 1977: Abfälle aus der Tierhaltung. Ulmer Verlag, Stuttgart

Nachlese

Warum müssen wir Humuswirtschaft treiben?

Ein Acker, der unfruchtbar ist, kann trotzdem hohe Ernteerträge abwerfen. Ja, es scheint heute sogar allgemein erstrebenswert zu sein, unter Umgehung der Bodenfruchtbarkeit hohe Ernten zu erzielen. Diesem Wunschziel entsprechen auch Pflanzenzüchtung und Düngewirtschaft. Welcher Landwirt kennt überhaupt den Humusgehalt seines Bodens? Als man sich auf den Weg „Ernten ohne Fruchtbarkeit“ begab, hat man auf der Suche nach Kernnährstoffen den Humus vernachlässigt.

Dabei führt die Methode, hohe Ernten zu erzielen und dabei die Belange der Bodenfruchtbarkeit und Humusversorgung zurückzustellen, über kurz oder lang in eine Sackgasse. Starke Gaben an mineralischem N-Dünger führen zu einer beschleunigten Zersetzung des Bodenhumus. Je geringer der Humusgehalt ist, um so geringer ist auch die Festhaltekraft für die mineralischen Kernnährstoffe und Mikroelemente. Die natürliche Bodenstruktur bricht zusammen, so dass die Bodenbearbeitung erschwert wird. Die Fähigkeiten des Bodens, Feuchtigkeit und Nährstoffe zu speichern und für die Pflanzen verfügbar zu halten, schwindet, kulturwidrige Verunkrautung setzt ein, es kommt zu einem Mangel an Spurenelementen, Pflanzen- und Tierkrankheiten nehmen überhand.

In einem Boden in gutem Fruchtbarkeitszustand, der genügend humusreich ist, erzeugen die Mikroorganismen wesentliche Pflanzenwuchsstoffe. „Auch werden bei der Umsetzung des Nährhumus weitere Stoffe wie z. B. Antibiotika, Hormone, Vitamine und Fermente gebildet, die wahrscheinlich bei der Steuerung des biologischen Gleichgewichtes im Boden eine wichtige Funktion ausüben. Das Fehlen der Antibiotika begünstigt z. B. die Ausbreitung pflanzenpathogener Mikroorganismen“ (Scheffer/Schachtschabel).

Wenn humusverarmte, unfruchtbare Böden hohe Ernten bringen sollen, ist das nur bei starker und ansteigender Mineraldüngung möglich, durch die man einen künstlichen Ersatz für die natürlichen Wachstumsfaktoren zu schaffen versucht. Außerdem muss man eine diesen unnatürlichen Verhältnissen entsprechende Sortenwahl treffen und die Pflanzenzüchtung auf dieses Ziel ausrichten. Von einer solchen Sorte wird verlangt, dass sie bei abnehmender Bodenfruchtbarkeit, schwindendem Humusgehalt und bei steigenden Mineraldüngergaben hohe Ernteerträge abwirft.

Diese Eigenschaften werden erzielt auf Kosten der Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber Krankheiten und Schädlingen und auf Kosten der biologischen Wertigkeit des Erntegutes. So zeigten ertragreiche Maishybriden in den USA einen bis zu 30 Prozent verminderten Eiweißgehalt, und die Wertigkeit des Eiweißes verschlechterte sich so wesentlich, dass dieser Mais nicht nur als minderwertig, sondern auch als gesundheitsschädlich angesehen werden muss, da ihm bis zu fünf lebenswichtige Aminosäuren fehlen, was seinen Wert für die menschliche oder tierische Ernährung stark einschränkt.

Hier wird der Zusammenhang von Bodenfruchtbarkeit, Humuswirtschaft, Vollwert der Erzeugnisse sowie der Gesundheit von Boden, Pflanze, Tier und Mensch offensichtlich. □

Auszüge aus:
Wolfgang von Haller: Bodenfruchtbarkeit und Bodenerträge. Warum müssen wir Humuswirtschaft treiben? In: Boden und Gesundheit, Nr. 27, Frühjahr 1958