Humusaufbau braucht aktives Bodenleben und Zeit

Schweizer Wissenschaftler haben die Veränderungen des organischen Kohlenstoffgehaltes im Boden im Laufe von 42 Jahren untersucht. Dafür wurden biodynamische, ökologische und konventionelle Anbausysteme verglichen. Besonders in der biodynamischen Landwirtschaft zeigten sich positive Auswirkungen.

Luftbild des DOK-Versuchs aus dem Jahr 2017 mit Soja und zwei Mal Winterweizen.

© Tibor Fuchs

Ob die wachsende Weltbevölkerung zu einer zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft führte oder letztere erst so ein starkes Bevölkerungswachstum ermöglichte, ist schwer zu sagen. Aber es blieb nicht ohne Folgen für die Umwelt. Mit dem Wissen darum nahm auch das Bewusstsein der Verbraucher*innen zu: Der Marktanteil ökologisch erzeugter Agrarprodukte stieg weltweit. Obwohl die Erträge der ökologischen Landwirtschaft im Vergleich zu konventionellen Systemen niedriger sind, stellt die ökologische Landwirtschaft durch ihren Fokus auf nachhaltige Bodenbewirtschaftung eine wichtige Alternative der Nahrungsmittelproduktion dar.

Eine nachhaltige Bewirtschaftung wirkt sich auf die Qualität des Bodens und dessen Fähigkeit, Ökosystemdienstleistungen zu erbringen, aus. Diese beinhalten beispielsweise die Regulierung von Nährstoffkreisläufen und die Bereitstellung von Lebensräumen für eine hohe Biodiversität. Für die Bodenqualität ist der organische Kohlenstoffgehalt der wichtigste Indikator. Da seit Beginn der landwirtschaftlichen Intensivierung der Bodenkohlenstoffgehalt großflächig abnimmt, besteht ein dringender Handlungsbedarf, diesen Prozess zu stoppen und zusätzlichen Bodenkohlenstoff aufzubauen. Zeit für eine Studie über den DOK-Versuch, der seit 1978 in Therwil, Schweiz, durchgeführt wird.

Versuch, um die Anbausysteme zu vergleichen

Am Anfang stand die Frage: „Kann die ökologische Landwirtschaft dauerhaft stabile Erträge erreichen?" Daraufhin wurde in Zusammenarbeit von Praxis, Forschung und Politik der DOK-Versuch entwickelt (DOK steht hier für bioDynamisch, bioOrganisch, Konventionell), der diese landwirtschaftlichen Anbausysteme mit einem rein mineralisch gedüngten System und einer ungedüngten Kontrollvariante vergleicht. Der Feldversuch ahmt damit konventionelle und ökologische Systeme nach, die in der Region praktiziert werden. Mit der Zeit entwickelte sich aus dem Versuch ein Datenschatz über den Einfluss von Anbausystemen auf die Dynamik des organischen Bodenkohlenstoffs im Boden über 42 Jahre.

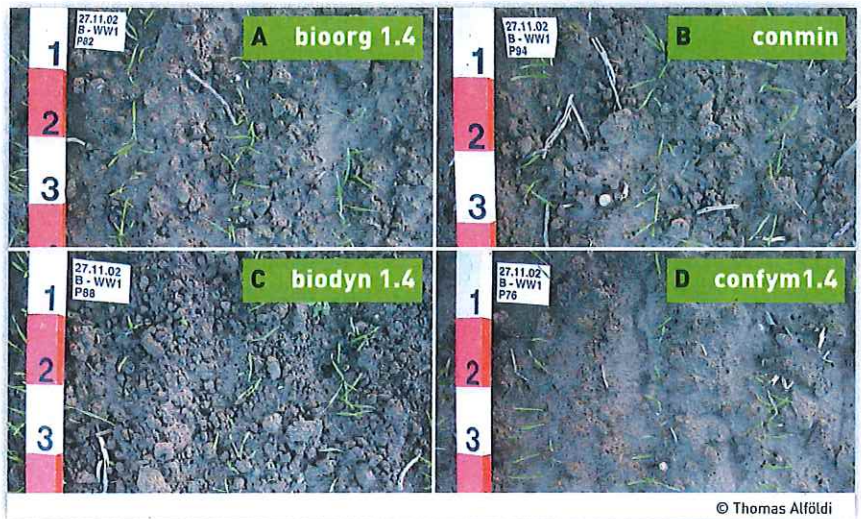
In den für den DOK-Versuch angelegten Anbausystemen unterscheiden sich vor allem die Düngungsstrategien und der Pflanzenschutzeinsatz. In allen Systemen wird die gleiche siebenjährige Fruchtfolge angebaut, die zwei Jahre Kleegras und eine Zwischenfrucht vor den Sommerkulturen umfasst. Die fünf Hauptkulturen sind Kleegras, Mais, Weizen, Kartoffeln und Sojabohnen. Das biodynamische und das bioorganische System erhalten als Dünger nur Gülle und Dung. Der Dung des biodynamischen Systems wird allerdings noch kompostiert. Das konventionelle System erhält zusätzlich zu Gülle und Dung noch ergänzende Kunstdünger. Alle organisch gedüngten Systeme werden auf zwei Düngungsstufen praktiziert, die 0,7 und 1,4 Großvieheinheiten pro Hektar (GV/ha) entsprechen. Eine GV entspricht dabei der Düngewirkung einer Großvieheinheit und 1,4 GV entspricht der durchschnittlichen regionalen Viehdichte. Der Pflanzenschutz wird nach den jeweiligen Standards (Demeter, BioSuisse und IPSuisse) durchgeführt. In den konventionellen Systemen werden Herbizide, Fungizide und Insektizide nach den Richtlinien des integrierten Pflanzenschutzes eingesetzt. Abgesehen von der mechanischen Unkrautbekämpfung in den ökologischen Systemen wird die Bodenbearbeitung in allen Systemen auf die gleiche Weise bis zu einer Tiefe von 20 Zentimetern durchgeführt.

Erste Unterschiede nach acht Jahren

Das biodynamische System mit praxisüblicher Düngungsstufe von 1,4 GV/ha pro Jahr wies über die 42 Jahre den durchschnittlich höchsten jährlichen Anstieg an Bodenkohlenstoff auf. Im bioorganischen Verfahren auf gleicher Düngeintensität stieg der Bodenkohlenstoffgehalt leicht an, während im konventionellen Verfahren mit 1,4 GV/ha pro Jahr der Bodenkohlenstoff konstant gehalten werden konnte. Alle organisch gedüngten Systeme mit 0,7 GV/ha pro Jahr verlieren in etwa gleich viel Bodenkohlenstoff über die Zeit. Größer waren die Verluste allerdings im mineralisch gedüngten System und die größten Bodenkohlenstoffverluste wurden in der ungedüngten Kontrollvariante beobachtet. Dies zeigt, dass trotz zweijährigem Kleegrasanbau und Leguminosen in der Fruchtfolge der Kohlenstoffeintrag über die Tierhaltung ein integraler Bestandteil einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung ist. 1986, acht Jahre nach Beginn des Versuchs, zeigte sich der erste statistisch signifikante Unterschied zwischen dem biodynamischen Verfahren mit 1,4 GV/ha pro Jahr und der ungedüngten Kontrolle. Die ersten signifikanten Unterschiede zwischen zwei Systemen mit gleicher Düngeintensität wurden erst nach 22 Jahren deutlich. Ab diesem Zeitpunkt konnten im biodynamischen Verfahren höhere Bodenkohlenstoffgehalte im Vergleich zum konventionellen Verfahren beobachtet werden. Diese Ergebnisse zeigen, dass der Aufbau von Bodenkohlenstoff im Ackerbau zwar möglich ist, aber lange Zeit und konstante Bewirtschaftungsmethoden braucht.

Höchste Bodenqualität im biodynamischen System

Neben der Entwicklung der Bodenkohlenstoffgehalte wurden auch biologische Qualitätsindikatoren im DOK-Versuch untersucht. Als biologische Qualitätsindikatoren dienen zum Beispiel Messungen zur Bodenatmung, um die generelle mikrobielle Aktivität zu ermitteln, oder Messungen einzelner Enzymaktivitäten wie der Phosphatase, die eine Aussage über mikrobielle Fähigkeit zur Nährstoffmobilisierung liefern können.



© Thomas Alföldi

A: Bioorganischer Anbau, gedüngt mit Dung und Gülle.
B: Rein mineralisch gedüngtes System.
C: Biodynamischer Anbau, gedüngt mit Gülle und kompostiertem Dung.
D: Konventioneller Anbau, gedüngt mit hofeigenem Dung, Gülle und ergänzend Mineraldünger.

Wiederum wurde im biodynamischen System die höchste biologische Bodenqualität beobachtet, gefolgt vom bioorganischen und konventionellen System mit 1,4 GV/ha pro Jahr. Die verbesserte biologische Bodenqualität bei ökologischer und insbesondere biodynamischer Bewirtschaftung verdeutlicht den engen Zusammenhang zwischen Bodenbiologie und Veränderungen des organischen Kohlenstoffgehalts. Dieser Prozess hängt eng mit der Qualität des Kohlenstoffeintrags in den Boden zusammen. So scheint, paradoxerweise, eine hohe Bodenatmung für die Erhöhung des Bodenkohlenstoffgehalts im Laufe der Zeit entscheidend zu sein.

KURZ ZUSAMMENGEFASST

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Dung und Gülle von 1,4 GV/ha ausreichen, um den Bodenkohlenstoffgehalt stabil zu halten. Durch die effiziente mikrobiologische Verwertung von kompostiertem Dung kann eine weitere Steigerung des Bodenkohlenstoffs erreicht werden. Dies wurde im biodynamischen System deutlich, das den höchsten jährlichen Anstieg an Bodenkohlenstoff aufwies. Die langfristige Erhaltung der Bodenqualität hängt daher von einem ausgeklügelten Recycling der organischen Substanz und von Bewirtschaftungsentscheidungen ab.

Angesichts der Forderung nach einer Verringerung der Tierbestände und steigender Bodentemperaturen, die den Verlust von Bodenkohlenstoff beschleunigen, sollten alternative Kohlenstoffeinträge in landwirtschaftlich genutzten Böden gezielt erforscht werden, zum Beispiel durch die Schließung von regionalen Stadt-Land-Stoffkreisläufen, um breitflächig eine nachhaltige Bodenqualität gewährleisten zu können.

Hans-Martin Krause und Andreas Fliessbach, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Schweiz

Die Originalstudie ist zu finden unter:
https://doi.org/10.1007/s13593-022-00843-y