

# Kann Humusaufbau in der Österreichischen Landwirtschaft das Klima retten? - Potenziale und Zertifizierung

Franz Xaver Hölzl<sup>1\*</sup>

## Entwicklung und Beurteilung der Humusgehalte

Auswertungen der AGES zeigen, dass im Zeitraum von 1990 bis 2015 die Humusgehalte der österreichischen Ackerflächen gesteigert werden konnten. Dies ist vorrangig auf die durchwegs vielgliedrigen Fruchtfolgen auf den österreichischen Betrieben und diverse ÖPUL-Maßnahmen, insbesondere auf den verstärkten Zwischenfruchtanbau inklusive Mulch- und Direktsaatsysteme, zurückzuführen. Dieser Humusanstieg befindet sich im Vergleich des Zeitraums 1991 bis 1955 mit dem von 2006 bis 2009 aber in einem begrenzten Umfang, nämlich um +0,12 Prozent im Wald- und Mühlviertel, um +0,29 Prozent im Alpenvorland und um 0,34 Prozent im nordöstlichen Flach- und Hügelland (AGES 2010).

Laut Daten von AGES-Versuchen liegt das Humussteigerungspotenzial im Zeitraum von 20 Jahren bei bestimmten Bewirtschaftungsänderungen wie jährliche Stallmist- oder Kompostgaben, Belassen der Ernterückstände, Minimalbodenbearbeitung oder Umstellung der Fruchtfolge nur bei wenigen Zehntelprozentpunkten (Dersch 2022).

Die höchsten Humusgehalte werden auf Ackerflächen erreicht, wenn Feldfutter, Klee gras, Futtergräser oder Wechselwiesen mehrjährig in der Fruchtfolge enthalten sind. Bei den anderen Maßnahmen wie Zwischenfruchtanbau, organische Düngung, reduzierte Bodenbearbeitung etc. ist der humusaufbauende Effekt bedeutend geringer (Dersch 2013).

Laut den Ergebnissen der von der BWSB durchgeführten oberösterreichischen Landesbodenuntersuchung 2009 unterscheiden sich die Humusgehalte der Regionen in Oberösterreich deutlich, mit dem niedrigsten Mittelwert im Alpenvorland von 3,3 Prozent und dem höchsten Wert in den Voralpen mit 4,9 Prozent. Dies ist auf die klimatischen Unterschiede (vor allem aufgrund der Höhenlage) und die unterschiedlichen Kulturarten zurückzuführen.

In den Hochlagen des Mühlviertels zeigt sich eine große Bandbreite der Gehalte. Dies ist auf die einerseits hohen Feldfutter- und Wechselwiesenanteile (Humusgehalte zwischen 5 Prozent und 7 Prozent) und andererseits auf das langjährige Fehlen von Feldfutter in der Fruchtfolge (Humusgehalte zwischen 2 Prozent und 3 Prozent) zurückzuführen. Auf den leichten Mühlviertler Granit-Verwitterungsböden ist offenbar ohne Feldfutter in der Fruchtfolge der Humusgehalt nur sehr schwer im anzustrebenden Bereich zu halten. Im Alpenvorland und in den Mittellagen des Mühlviertels sind die Verteilungen ähnlich. Bei biologisch bewirtschafteten Flächen ist durch den höheren Anteil an Feldfutterpflanzen und den geringen Maisanteil der Humusgehalt um 0,1 Prozent bis 0,3 Prozent höher als auf konventionellen.

Im Alpenvorland steigt der Humusgehalt auf Ackerland mit zunehmendem GVE-Bestand von 3,2 Prozent auf bis 3,4 Prozent, im Mühlviertel von 3,3 Prozent auf bis zu 3,7 Prozent an. Dabei sind die Effekte bei Rinderhaltung ausgeprägter als bei Schweinehaltung (Dersch et al. 2013).

Die Humusgehalte haben sich in den letzten Jahrzehnten erhöht und liegen bei den österreichischen Ackerflächen auf einem guten Niveau. So hat sich beispielsweise in der Traun-Enns-Platte der Median der Humusgehalte von ca. 2,8 Prozent im Zeitraum 1991 bis 1995 auf etwa 3,1 Prozent im Zeitraum 2006 bis 2011 erhöht. Im Zeitraum 2015 bis 2018 ist jedoch ein leichter Rückgang auf 3,0 Prozent festzustellen. Im

<sup>1</sup> Boden.Wasser.Schutz.Beratung, Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Auf der Gugl 3, A-4021 LINZ

\* Ansprechpartner: DI Franz Xaver Hölzl, email: franz.hoelzl@lk-ooe.at

Marchfeld hat sich der Median der Humusgehalte von 2,6 Prozent im Zeitraum 1991 bis 1995 auf 2,8 Prozent im Zeitraum 2006 bis 2011 und auf 2,9 Prozent im Zeitraum 2015 bis 2018 erhöht. Im Tullner Feld kann die gleiche Entwicklung beim Median der Humusgehalte 2,2 Prozent im Zeitraum 1991 bis 1995, mit 2,6 Prozent im Zeitraum 2006 bis 2011 und 2,75 Prozent im Zeitraum 2015 bis 2018 beobachtet werden. Dabei kann festgestellt werden, dass sich auch im Osten Österreichs der Anstieg der Humusgehalte in den letzten Jahren abflacht. Die Steigerungen der  $C_{org}$ -Vorräte liegen im Verlauf der letzten 25 Jahre zwischen 2,5 und 7,5 t/ha, das entspricht im Mittel einer  $C_{org}$ -Akkumulation von ca. 100 bis 300 kg/ha und Jahr. Höhere Steigerungen sind bei standörtlich niedrigeren Humusgehalten möglich. Bei bereits mittleren bis höheren Humusgehalten ist auch die Stabilisierung auf diesem Niveau positiv zu bewerten (Dersch 2020).

## Gesicherte C-Speicherung nur bei bestimmten Bedingungen möglich

Von einer künftig gesicherten C-Sequestrierung kann nur bei bestimmten Bedingungen ausgegangen werden. Dies ist nur der Fall, wenn eine **Landnutzungsänderung** in Form einer Umwandlung von Acker in Grünland, von Acker in Wald oder von Acker in eine dauerhaft mit einer Gründedeckung bewachsenen Dauerkultur wie Aroniabeere, Walnuss oder dergleichen erfolgt. Dieses Potenzial ist aber als sehr gering einzuschätzen.

Die Humusgehalte im **Grünland** sind vorrangig von den klimatischen und bodenbedingten Verhältnissen (Tiefgründigkeit, Bodenschwere, Feuchtigkeit, Exposition, ...) geprägt und grundsätzlich nur bedingt durch die Bewirtschaftung wie Nutzungshäufigkeit und Düngung beeinflussbar. Darüber hinaus besteht in dieser Thematik erheblicher Forschungsbedarf. Die diskutierte Wiedervernässung von dränagierten Flächen ist aus landwirtschaftlicher Sicht (Verlust der einzelbetrieblichen Produktionsgrundlage, [naturschutz-]rechtliche Festlegung für die nächsten Generationen, etc.) äußerst kritisch zu sehen.

Darüber hinaus wirkt sich der ständige Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche durch **Flächenverbrauch** für Infrastruktur und Siedlungsraum negativ auf das C-Sequestrierungspotenzial aus.

Um bei **Ackernutzung** in Zukunft – ausgehend vom bereits erreichten guten Niveau – von einer gesicherten C-Sequestrierung sprechen zu können, müssen zahlreiche Unsicherheiten berücksichtigt werden, die in der Folge kurz dargestellt werden.

- **Erosions-Unsicherheit:** Die offensichtlichen klimatischen Veränderungen haben zu einer höheren Intensität der Unwetter geführt. Durch ein Extremereignis in Form eines Starkniederschlages zu einem aus ackerbaulicher Sicht ungünstigen Zeitpunkt kann die humusschonende Bewirtschaftung von Jahrzehnten durch Bodenabtrag mit einem Schlag zunichtegemacht werden.
- **Produktions-Unsicherheit:** Die aktuelle Diskussion im Pflanzenschutz- und Düngemittelbereich (Green Deal, Farm-to-Fork, ...) ist einer gesicherten humussteigernden Bewirtschaftung nicht zuträglich. Österreich hat im internationalen Vergleich niedrige Stickstoffbilanzsalden. Muss von diesem niedrigen Niveau ausgehend noch einmal die Düngung reduziert werden, führt dies zu einer reduzierten Ertragssicherheit. Geringere Erträge sind mit niedrigeren Ernte- und Wurzelrückständen und damit einer geringeren Zufuhr an organischer Substanz verbunden. Fallen auch weiterhin viele Pflanzenschutzmittel weg, so ist dies oftmals mit einer höheren Intensität an Bodenbearbeitung verbunden. „*Bodenbearbeitung wird in nächster Zeit aufgrund fehlender Betriebsmittel (Herbizide und Insektizide) zu einer immer wichtigeren phytosanitären Maßnahme!*“ (Zitat Dr. Marion Seiter, LK OÖ).
- **Klima-Unsicherheit:** Die steigenden Temperaturen haben offensichtlich zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode geführt. Dies erhöht die biologisch aktive

Zeit im Jahr und damit die Mineralisierungsrate. Kann dies nicht durch gesicherte höhere Erträge kompensiert werden, führt dies bei gleichbleibender Bewirtschaftung unweigerlich zu einem niedrigeren Humusniveau. Will man unter den neuen Klimabedingungen dieses niedrigere Humusniveau wieder auf das ursprüngliche erhöhen, bedarf dies eines erheblich höheren Aufwands in Form einer gesteigerten Zufuhr an organischer Masse unter Berücksichtigung der Verlagerungsproblematik. Unter Verlagerung wird hier verstanden, dass es sich um keine C-Sequestrierung handelt, wenn von einer Fläche organische Masse weggenommen wird und ohne Stabilisierung auf einer anderen Fläche konzentriert aufgebracht wird (Sedy 2015).

- *Permanenz-Unsicherheit:* Es ist unter den geänderten klimatischen Verhältnissen und den geforderten Rahmenbedingungen in der Bewirtschaftung ungewiss, wie lange organischer Kohlenstoff im Boden stabil bleibt und nicht mineralisiert beziehungsweise freigesetzt wird. Denn der positive Effekt des  $C_{org}$ -Aufbaus ist vollständig reversibel (Wiesmeier 2020). In diesem Zusammenhang ist jedenfalls ein Zeithorizont zu definieren, in welchem ein  $C_{org}$ -Gehalt im Boden aufgebaut beziehungsweise gesichert auf dem Niveau gehalten wird. Fünf oder zehn Jahre erscheinen definitiv als ein viel zu geringer Zeithorizont, 30 Jahre, 100 Jahre bis hin zur sogenannten Ewigkeitsklausel werden diskutiert (Wiesmeier 2020).
- *Nachweis-Unsicherheit, C-Sättigungs-Unsicherheit und Humus-Zertifizierung:* Es ist davon auszugehen, dass eine C-Sequestrierung nachgewiesen werden muss. Aktuell wird der Ansatz eines analytischen Nachweises mittels Bodenuntersuchung verfolgt. Dabei muss eine Probenahme-Unsicherheit bedacht werden, die sich einerseits in einer erheblichen kleinräumigen Varianz der  $C_{org}$ -Gehalte auf der Beprobungsfläche sowie in Abweichungen bei Wiederholungs-Beprobungen – zeitlich (Jahreszeit, Bodenverhältnisse) und räumlich –, andererseits in der oftmals fehlenden Definition der Beprobungstiefe widerspiegelt. Darüber hinaus ist es erforderlich, dass für eine Ermittlung des  $C_{org}$ -Gehaltes pro Hektar die Lagerungsdichte und der Grobanteil bekannt sind. Zusätzlich ist die Analysetoleranz im Labor, sofern man die Analyse-methode selbst definiert hat, zu berücksichtigen.

Erfahrungsgemäß liegen allein diese Unsicherheiten bei den aktuellen privatwirtschaftlichen Zertifizierungssystemen, die in der Regel einen Marketingansatz verfolgen, schon über den oben angesprochenen Humussteigerungspotenzialen von 20 Jahren. Somit bleiben häufig das Risiko und die Kosten für die Probenahme, Analytik und Abwicklung beim Landwirt hängen.

Aufgrund der Bodeneigenschaften und der bisherigen humusfördernden Bewirtschaftung kann es sein, dass man sich bereits nahe der standortspezifischen Humussättigung befindet. Daher ist bei derartigen Verhältnissen ein weiterer Humusaufbau nur ganz schwer zu erreichen und analytisch noch schwieriger nachzuweisen. Humusaufbau wäre eigentlich nur dann relativ leicht erreichbar und lukrativ beziehungsweise leichter nachzuweisen, wenn vorher Humus entsprechend abgebaut worden ist. Diese Tatsache ist bezüglich Klimaschutz aus fachlicher Sicht zu hinterfragen und stellt bezüglich Zertifizierung ein gravierendes Fairnessproblem dar.

*„Um den  $C_{org}$ -Vorrat eines Standortes auf ein höheres Niveau anzuheben, muss die jährliche C-Zufuhr dauerhaft erhöht werden. Die Intensität der  $C_{org}$ -Akkumulation lässt dabei mit der Zeit nach, da bei erhöhtem  $C_{org}$ -Vorrat auch ein erhöhter Abbau stattfindet. Die Kurve der  $C_{org}$ -Akkumulation nähert sich schließlich einem neuen Gleichgewicht an. Damit erfolgt zu Beginn eine deutlich bessere Verwertung der Kohlenstoffzufuhr, das heißt eine schnellere  $C_{org}$ -Akkumulation als kurz vor Erreichen des neuen Gleichgewichtes (hohe Effektivität des C-Eintrags). Um die Speichergroße konstant auf dem neuen Niveau zu halten, ist daher dauerhaft ein höherer C-Eintrag erforderlich als vor Beginn der Maßnahme. Der Zeitraum bis zur Erreichung eines neuen Fließgleichgewichts hängt vom Standort und der Bewirtschaftungsmaßnahme ab und kann stark variieren“ (Wiesmeier 2020).*

## Humuswirtschaft mit Hausverstand

Standortangepasste optimale Humusgehalte haben zahlreiche Vorteile in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität, Aggregatstabilität samt reduziertem Erosionsrisiko, Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit, ...). Gerade in der Mineralisierung liegt der Hauptnutzen in der landwirtschaftlichen Bodennutzung bezüglich Bodenfruchtbarkeit und Ertragssicherheit.

Im Falle einer übermäßigen Steigerung der Humusgehalte durch Aufbringung von enormen Mengen an organischen Substraten ist jedenfalls das Risiko der erhöhten Nährstoffverluste (z.B. Nitrataustrag ins Grundwasser) zu beachten.

Wird auf der anderen Seite alles einer C-Sequestrierung (Vernässung, Erhöhung des C-N-Verhältnisses, ...) untergeordnet, ist dies unweigerlich mit niedrigeren Erträgen verbunden. Sollte dies zu einer Reduktion der nationalen Eigenversorgung mit Lebens- und Futtermitteln und daraus resultierend zu einer Erhöhung des Importbedarfes führen, so ist dies als kontraproduktiv zu bezeichnen. In diesem Zusammenhang wird auf die hohen Produktionsstandards (Düngung, Pflanzenschutz, Züchtungsfortschritt, Ernte, Lagerung, Verarbeitung, Wasserverbrauch), die Produktions-Effizienz (Aufwand pro Kilogramm produziertem Produkt) in Österreich sowie auf die ökonomischen und sicherheitspolitischen Aspekte hingewiesen.

## Resümee und Zusammenfassung

Grundsätzlich sind alle Instrumente und Systeme zu begrüßen, die Maßnahmen zum Humusaufbau bis zu einem standortspezifischen Optimum in der Bewirtschaftungspraxis implementieren. Der freiwillige analysebezogene Zertifikatshandel kann auch ein derartiges Instrument sein, wenn alle Unsicherheiten klar und transparent dargestellt und vermittelt werden! Passiert das nicht, wird der analysebezogene Zertifikatshandel aufgrund der Risiken und Kosten kritisch gesehen.

Bedeutend zielführender wird die Beurteilung beziehungsweise Honorierung einer maßnahmenbezogenen, humuserhaltenden, oder -steigernden Bewirtschaftung erachtet. Maßnahmen wie Fruchtfolgen mit Feldfutter, Leguminosen und Begrünung, keine Abfuhr von Ernterückständen, organische Düngung, reduzierte Bodenbearbeitung und Direktsaat, mineralische Düngung und dergleichen werden teilweise durch GAP-Vorgaben und durch diverse ÖPUL-Maßnahmen (Bio, UBB, Begrünung/System Immergrün, Mulch- und Direktsaat beziehungsweise Strip-Till, ...) abgedeckt. Darüber hinausgehende nachweislich humussteigernde Maßnahmen sollten berechtigterweise honoriert werden. Die Humusbilanzierung kann ein praktikables Instrument sein, die Gesamtheit der Maßnahmen ohne die hohen Analysekosten samt Unsicherheiten zu beurteilen.

Da eine substanzielle C-Sequestrierung in der landwirtschaftlichen Bodennutzung von zahlreichen Unsicherheiten behaftet ist, dabei insbesondere auch ökonomische und ökologische Aspekte zu berücksichtigen sind, ist letztendlich das Potenzial als gering einzuschätzen.

## Literatur

AGES (2010) ÖPUL-Evaluierung – Auswirkungen von ÖPUL-Maßnahmen auf die Nährstoffverfügbarkeit österreichischer Böden. Wien, März 2010.

Dersch G. et al. (2013) Humusgehalt, Säuregrad und pflanzenverfügbare Phosphor und Kaliumgehalte auf Acker- und Grünland in Oberösterreich: Aktueller Status auf Basis der Landesbodenuntersuchungsaktion 2009 in Abhängigkeit von Region, Betriebstyp (Tierhaltung und/oder Marktfruchtbetrieb), Bewirtschaftungsform (konventionell vs. biologisch)

und weiterer ÖPUL-Maßnahmen sowie Ableitung von Entwicklungstrends seit Einführung des ÖPUL auf Basis von Bodendaten aus der Praxis von den Perioden 1991-1995 und 2008-2011 und der Bodenzustandsinventur OÖ 1993. Wien 2013.

Dersch G. (2022) Entwicklung der Humusgehalte auf Ackerland: ÖPUL-Evaluierung seit 1991 und in Versuchen mit langjähriger unterschiedlicher Bewirtschaftung. Webinar 2022.

Sedy K. et al. (2015) Austrian Carbon Calculator. Wien 2015.

Wiesmeier M. et al. (2020) CO<sub>2</sub>-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen. München Mai 2020.

