

ClieNFarms Policy Brief #2: Herausforderungen bei der Verwendung von Modellen zur Überwachung und Bewertung der Treibhausgasemissionen europäischer landwirtschaftlicher Betriebe

Matthias Kuhnert, University of Aberdeen; Lin Bautze, FIBL; Katja Klumpp, INRAE; Alba Saez, IFOAM Organics Europe

Einführung

Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 in mehreren Sektoren Emissionsfreiheit zu erreichen, wie im EU-Klimaschutzgesetz festgelegt. Die Landwirtschaft ist einer der Sektoren, von denen erwartet wird, dass sie ihre Emissionen reduzieren und gleichzeitig Emissionen aus anderen Sektoren kompensieren. Daher ist die Überwachung, Berichterstattung und Verifizierung (MRV) der Treibhausgasemissionen und der potenziellen Kohlenstoffbindung in landwirtschaftlichen Betrieben von entscheidender Bedeutung, um die Fortschritte auf dem Weg zur Netto-Null-Landwirtschaft in der gesamten EU zu bewerten. Dies ist besonders relevant, da die Europäische Kommission Methoden der klimaeffizienten Landwirtschaft für die Zertifizierung der CO₂-Entnahme gemäß dem Unionsrahmen für die Zertifizierung von Kohlenstoffentnahmen (CRCF) vorschlägt. Um die Treibhausgasemissionen und -entfernungen genau abschätzen zu können, hat der Weltklimarat (IPCC) drei Methoden eingeführt, die als „Tiers“ bezeichnet werden und jeweils unterschiedliche Genauigkeits- und Komplexitätsgrade aufweisen. Je höher die Stufe (Tier), desto komplexer ist der Ansatz, wobei Tier 1 einen generischen Faktor beschreibt, Tier 2 sich auf einen nationalen Faktor oder eine einfache Gleichung bezieht und Tier 3 prozessbasierte Modelle charakterisiert. Zwar gibt es auf dem Markt eine große Vielfalt an Instrumenten zur Bewertung der Treibhausgasemissionen eines landwirtschaftlichen Betriebs, landwirtschaftlicher Erzeugnisse und flächenbezogener Emissionen, jedoch stellt die Frage, welche Instrumente in jedem Kontext zu verwenden sind, Herausforderungen dar.

Ziel des Policy Brief

Dieses Policy Brief soll politische Entscheidungsträger über die Herausforderungen und Chancen von Modellierungsansätzen in MRV-Systemen und deren Anwendung in landwirtschaftlichen Betrieben informieren. Insbesondere da die Veröffentlichung des neuen CRCF die Modellierung als geeignete Option enthalten wird, stehen die Vorteile und Herausforderungen der Anwendung von Modellen im Mittelpunkt des Interesses.

ClieNFarms

Der Inhalt dieses Policy Briefs basiert auf den Forschungsergebnissen des EU-Projekts „ClieNFarms“ im Rahmen des Programms „EU Horizon 2020“ und den Erfahrungen der daran beteiligten Landwirte. An ClieNFarms waren mehr als 200 landwirtschaftliche Betriebe beteiligt, die in innovativen systemischen Lösungsräumen (IS) in verschiedenen pedoklimatischen Zonen und Produktionssystemen der EU organisiert waren. In diesen wurden verschiedene Modelle und Instrumente zur Bewertung der Klimaleistung mit folgenden Zielen bewertet und verglichen:

1. Analyse der Unterschiede zwischen den Einschätzungen von Landwirten und Beratern und den Einschätzungen wissenschaftlicher Experten
2. Vergleich verschiedener Ergebnisse zur Klimaleistung und Methoden von im EU-Kontext häufig verwendeten Instrumenten
3. Bewertung der zusätzlichen Vorteile landwirtschaftlicher Praktiken, die auf dem Hof umgesetzt werden und über den Bereich der Klimaleistung hinausgehen (z. B. Biodiversität).

MRV-Systeme für die Bewertung der Klimaleistung landwirtschaftlicher Betriebe

Wichtigste Erkenntnis: Die Auswahl der Instrumente in MRV-Systemen und deren Parametrisierung beeinflussen das Ergebnis der Bewertung der Klimaleistung von landwirtschaftlichen Betrieben.

Die Modellierungserfahrungen innerhalb von ClieNFarms haben die Faktoren aufgezeigt, die die Genauigkeit der Ergebnisse beeinflussen. Die verfügbaren Instrumente sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

- Feldmessungen haben standardisierte Stichprobenverfahren, die Vergleiche zwischen verschiedenen Standorten ermöglichen, allerdings zeit- und arbeitsintensiv sind.
- Modellierungsansätze können verschiedene Prozesse im Zeitverlauf simulieren und Informationen über eine Vielzahl relevanter Umweltvariablen liefern. Wir haben jedoch festgestellt, dass die große Vielfalt an Instrumenten den Vergleich zwischen verschiedenen Feldstandorten erschwert. In diesem Dokument unterteilen wir die Modelle in zwei Kategorien:
 - Bewertungsinstrumente für landwirtschaftliche Betriebe, die die Quantifizierung der Emissionen von Distickstoffoxid (N₂O), Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂) aus allen landwirtschaftlichen Praktiken umfassen, einschließlich vorgelagerter Emissionen und nichtlandwirtschaftlicher Tätigkeiten (z. B. Energie oder Kraftstoff).
 - Prozessbasierte Modelle, die andere Datensätze erfordern, darunter detaillierte Bodeninformationen (mindestens Textur, Schüttdichte und pH-Wert) und Zeitreihen für Wetterdaten, die in der Regel nicht für jeden landwirtschaftlichen Betrieb verfügbar sind.

Tier-1- und Tier-2-Methoden werden für Nicht-Modellierer entwickelt und konzipiert, während prozessbasierte Modelle (Tier 3) in der Regel für Forschungszwecke entwickelt werden und für Anwender ohne vorherige Modellierungserfahrung eine Herausforderung darstellen können. Benutzerfreundliche Schnittstellen können dabei helfen, die Probleme hinsichtlich der Benutzbarkeit von Instrumenten anzugehen, während eine zugrunde liegende strukturierte Datenbank – wie sie beispielsweise im Tool COMET-Farmⁱⁱ verwendet wird – dazu beitragen kann, Probleme hinsichtlich der Datenverfügbarkeit zu überwinden. Allerdings erfordert dieser Ansatz eine angemessene Datenbankpflege und fortlaufenden Tool-Support, was wiederum zusätzliche Schwierigkeiten mit sich bringt.

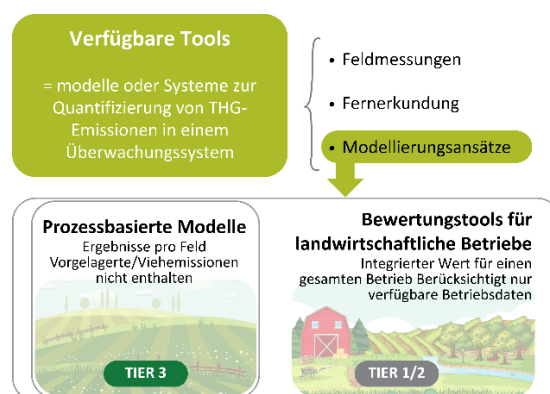


Abbildung 1 – Die verfügbaren Instrumente zur Bewertung von Treibhausgasemissionen können in Feldmessungen-, Fernerkundungs- und Modellierungsansätze unterteilt werden, wobei letztere je nach Modelltyp mit unterschiedlichen Tier-Methoden verknüpft sind. Quelle: Alba Saez, ClieNFarms.

Ökologische Landbau und nicht-konventioneller Landbau im Fokus

Modelle und Bewertungsinstrumente sollten die Vielfalt der Bewirtschaftungssysteme auf landwirtschaftlichen Flächen widerspiegeln, jedoch zeigen Studien zeigen, dass diese für die konventionelle Landwirtschaft tendenziell besser entwickelt und parametrisiert sind. Dies stellt Herausforderungen dar, wenn versucht wird, diese auf andere Systeme wie den ökologischen Landbau und die gemischte Tierhaltung anzuwenden. Die Erfahrungen im Rahmen des ClieNFarms-Projekts haben gezeigt, dass der

ökologische Landbau in den Modellierung und Tool-Anwendungen falsch dargestellt wird. So können beispielsweise Fruchtfolgen, die für die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen eine entscheidende Rolle spielen, nicht simuliert werden. Diese Tools betrachten jede Kulturpflanze für jedes Jahr separat und berücksichtigen keine zeitlichen Schwankungen. Gleichzeitig sind Mischkulturen und viele andere ökologische Praktiken wie die Ausbringung von Kompost usw. noch nicht ausreichend vertreten. Die Ergebnisse der Emissionen eines Bio-Produkts oder -Betriebs sind daher ungenau und irreführend.

Praktische Anwendung in der EU: Herausforderungen hinsichtlich der Instrumente

Wichtigste Erkenntnis: Die Datenverfügbarkeit und Stichprobenauswahl wirken sich ebenfalls auf die Genauigkeit der Ergebnisse

Tier-1- und Tier-2-basierte Instrumente sind hauptsächlich für Anwendungen auf landwirtschaftlichen Betrieben konzipiert und haben einen relativ geringen Datenbedarf, der in einem landwirtschaftlichen Betrieb leicht zu decken ist. Allerdings sind lokale, feldspezifische Messungen erforderlich, um die zeitliche Entwicklung und Geschichte des Bodens zu verfolgen. Beispielsweise sind Daten, die auf landwirtschaftlichen Betrieben und für bestimmte Felder erhoben werden, erforderlich, um zwischen Kultur- und Grünlandflächen voneinander zu unterscheiden. Daher kommen für die Bewertung oder Überwachung des organischen Kohlenstoffs im Boden (SOC) mit akzeptabler Genauigkeit nur prozessbasierte Modelle der Tier-3-Methodik in Frage, die durch Messungen ergänzt werden (siehe Abbildung 2).

Andererseits sind zur ordnungsgemäßen Validierung von Feldmessungen und der Entwicklung des SOC mehrere Proben erforderlich, um repräsentative SOC-Messungen zu erhalten. Die Anzahl der Proben hängt von der Heterogenität der Zielparmeter und Variablen in Raum und Zeit ab (z. B. Textur, tatsächlicher SOC-Gehalt, Schüttdichte, pH-Wert). Beispiele dafür sind:

Räumliche Heterogenität: Je höher die SOC-Heterogenität, desto mehr Proben sind erforderlich, um genaue Ergebnisse zu erhalten.

Zeitliche Heterogenität: Für eine korrekte Darstellung der SOC-Veränderungen sollte der Zielzeitraum an die Bewirtschaftung vor Ort angepasst werden.

Das CRCF spiegelt unsere Ergebnisse wider und schlägt vor, die Tier-3-Modellierung durch Feldmessungen zu ergänzen. Der Arbeits- und Energieaufwand für die Bewertung sollte jedoch so gering wie möglich gehalten werden.

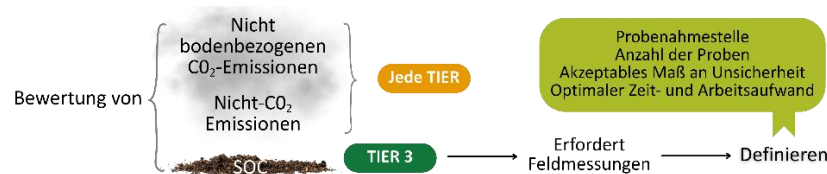


Abbildung 2 – Empfohlene Tier-Methoden zur Bewertung verschiedener Treibhausgasemissionen und des organischen Kohlenstoffs im Boden (SOC). Der hellgrüne Kasten zeigt Dinge, die bei Feldmessungen zu beachten sind, die bei Tier-3-Ansätzen erforderlich sind. Quelle: Alba Saez, ClieNFarms.

Empfehlungen

- Für die SOC-Bewertung und -Überwachung sollten prozessbasierte Modelle verwendet werden. Für die Bewertung oder Überwachung von Nicht-CO₂-Emissionen sind landwirtschaftliche Instrumente eine gute Option.
- Jede Tier-3-Methodik, die zur Bewertung und Überwachung von SOC-Änderungen verwendet wird, muss durch Feldmessungen ergänzt werden.
- Um die Abweichungen zwischen den Ergebnissen aufgrund von benutzergesteuerter Parametrisierung, Heterogenität der Proben und Datenverfügbarkeit zu begrenzen, sind klare Protokolle erforderlich. Bewertungen sollten den Zielbereich und den Zeitraum unter Berücksichtigung der gesamten Fruchtfolge definieren, um genauere Ergebnisse zu erzielen und ökologischen Landwirten gleiche Wettbewerbsbedingungen zu bieten.

Praktische Anwendung in der EU: Einblicke in die Benutzererfahrung

Wichtigste Erkenntnis: Das Projekt hat gezeigt, dass ohne regelmäßige und klare Schulungen zur Verwendung der Klimaleistungsinstrumente für einen bestimmten Zweck und zur Interpretation der endgültigen Bewertungen die Berechnungen wahrscheinlich nicht zu Veränderungen im Hinblick auf Klimaschutzmaßnahmen in landwirtschaftlichen Betrieben führen

Die Anwendung von MRV innerhalb von ClieNFarms wurde von ausgewählten und geschulten Experten durchgeführt, die Landwirte eines bestimmten pedoklimatischen Gebiets und Produktionssystems unterstützten. Die engere Zusammenarbeit mit Forschern, landwirtschaftlichen Beratern und Landwirten in der gesamten EU hat die in Abbildung 3 zusammengefassten Herausforderungen deutlich gemacht:



Abbildung 3 – Herausforderungen bei der Überwachung von Treibhausgasen und organischem Kohlenstoff, die sich auf Anwender von Instrumenten, Landwirte und politische Entscheidungsträger im EU-Agrarsektor auswirken. Quelle: Alba Saez, ClieNFarms.

Landwirte und landwirtschaftliche Berater, die mit der Bereitstellung von Daten nicht vertraut waren, hatten Schwierigkeiten mit der Verwendung der Instrumente, was zu einer uninformierten Parametrisierung und mangelnder Motivation während des gesamten Projekts beitrug, insbesondere wenn die Landwirte nicht verstanden, wie die Ergebnisse zu interpretierten waren und welche Maßnahmen aus den Ergebnissen folgen könnten.

Wie im vorigen Abschnitt erwähnt, können landwirtschaftliche Instrumente und prozessbasierte Modelle bei der Quantifizierung von Treibhausgasemissionen eine Rolle spielen und reichen aus, um Nicht-CO₂-Emissionen zu quantifizieren, allerdings sind die Fehlerquote und Unsicherheit in der Regel zu hoch für die erforderlichen Standards hinsichtlich SOC-Veränderungen und bodenbezogenen Emissionen. *Daher sind Messungen erforderlich, was zusätzliche Zeit und Ressourcen erfordert.* Einige der Daten waren für Landwirte leicht zugänglich (z. B. Düngemiteleininsatz), während andere Daten weiterhin schwer zu beantworten waren (z. B. Bodendaten, Grünlanderträge, Trockenmasseerträge (TM) für bestimmte Kulturen).

Empfehlungen

- Die politischen Entscheidungsträger müssen geeignete Methoden festlegen, um Emissionsreduktionen im EU-Agrarsektor zu erreichen. Darüber hinaus sollten die Personen, die die Bewertungen durchführen, angemessen geschult und für die Zeit und die Ressourcen, die die Datenerhebung erfordert, angemessen entschädigt werden. Die Politik sollte sicherstellen, dass die Landwirte diese Last nicht allein tragen müssen.

Referenzen

ⁱNiels H. Batjes, Eric Ceschia, Gerard B.M. Heuvelink, Julien Demenois, Gueric le Maire, Rémi Cardinael, Cristina Arias-Navarro & Fenny van Egmond (2024) Towards a modular, multi-ecosystem monitoring, reporting and verification (MRV) framework for soil organic carbon stock change assessment, *Carbon Management*, 15:1, 2410812, DOI: 10.1080/17583004.2024.2410812

ⁱⁱEllis, E., et al. 2024. Importance of on-farm research for validating process-based models. Notes models are parameterized on limited experiments and need farm-scale validation. *Carbon Balance and Management*, 19, 16. doi.org/10.1186/s13021-024-00260-6

ⁱⁱⁱMontemayor, E., et al. 2022. Critical analysis of life cycle inventory datasets for organic crop production systems. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 27, 543–563. doi.org/10.1007/s11367-022-02044-x