



Bedarfsanalyse für eine einfach anzuwendende Humusbilanz-Software-Anwendung

Ergebnisse einer Umfrage

Sofia Heukrodt, Uwe Helm, Inken Christoph-Schulz, Axel Don

Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig, 04.12.2019



Sofia Heukrodt
Axel Don
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz

Dr. Inken Christoph-Schulz
Thünen-Institut für Marktanalyse

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Tel.: 0531/596-2635
E-Mail: sofia.heukrodt@thuenen.de

Uwe Helm
HELM Software
Adam-Herd-Strasse 23
68526 Ladenburg

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gliederung

	Abstract	1
1	Hintergrund	3
2	Ergebnisse	4
2.1	Betriebsinformationen, Repräsentativität der Umfrage	4
2.2	Aktuelles Management	5
2.3	Relevanz Humusmanagement^	7
2.4	Bodenwissen	8
2.5	Humusbilanzierung	8
2.6	Software-Nutzung	9
2.7	Anforderungen CarboCheck	10
	Literatur	12

Zusammenfassung

Die Umfrage erreichte fast 800 Landwirtinnen und Landwirte, die großes Interesse an einer einfachen Möglichkeit zur Humusbilanzierung für ihre Betriebe zeigten, um die Qualität ihrer Böden und damit ihren Ertrag zu erhalten und zu verbessern. Bisher nutzen wenige von ihnen eine Humusbilanzmethode, da der Aufwand zu hoch und die Ergebnisse zu ungenau sind. Da an über 90% der Betriebe organisch gedüngt wird und an fast 90% Zwischenfrüchte angebaut werden, sollte die im Projekt CarboCheck zu entwickelnde Software-Anwendung zur Humusbilanzierung die gängigen organischen Düngemittel, vor allem die Wirtschaftsdünger, sowie eine große Bandbreite an angebauten Zwischenfrüchten, die in der Umfrage ermittelt werden konnten, abbilden können.

Hinsichtlich der Aufmerksamkeit, die der Humusbilanzierung an den Betrieben derzeit zukommt, ist das vorhandene Potential noch nicht ausgeschöpft. An lediglich 40% der Betriebe wird gelegentlich bis regelmäßig eine Humusbilanzierung vorgenommen, viele Landwirte haben sich bisher nicht mit dem Thema auseinandergesetzt. Die Klimarelevanz des Humusmanagements steht in der Praxis gegenüber der Verbesserung des Bodens bzw. des Ertragspotentials hintenan. Dies kann als Chance gesehen werden, da sich mit letzterem ein persönlicher bzw. finanzieller Nutzen eines erfolgreichen Humusmanagements ergeben kann.

Die Genauigkeit der Bilanzierungsergebnisse ist für den Erfolg der Humusbilanzierungsmethode essentiell. Die Landwirte und Landwirtinnen sind daran interessiert, die Änderungen der Kohlenstoffgehalte ihrer Böden möglichst genau verfolgen und mit der Anwendung für verschiedene Managementoptionen abschätzen zu können. Einige sehen bereits jetzt eine regelmäßige Laboruntersuchung ihrer Bodenkohlenstoffgehalte als sinnvoll und für die Humusbilanzierung als notwendig an.

Summary

Our survey was answered by almost 800 farmers who showed great interest in a simple humus balance option for their farms to maintain and improve the quality of their soils and thus their yields. So far, few of them use a humus balance method because the effort is too high and the results are too vague. Since more than 90% of the farms use organic fertilizers and almost 90% grow catch crops, the CarboCheck software tool should be able to model the common organic fertilizers as well as a wide range of catch crops that were determined in the survey.

Regarding the attention that is currently being paid to humus balancing at the farms, the existing potential has not yet been exploited. Only 40% of the farms are doing humus balances infrequently to regularly. Many farmers have not yet addressed the topic. So far, climate relevance of humus management takes a back seat to the improvement of the soil quality and yield potential.

This can be seen as an opportunity, as the latter can provide a personal i.e. financial benefit of a successful humus management.

The accuracy of the balance results are essential for the success of the humus balance method. Farmers are interested in being able to follow changes in the carbon content of their soils as precisely as possible and to estimate the future development under different management options. Some of them already consider a regular laboratory soil carbon measurement to be useful and mandatory for humus balancing.

1 Hintergrund

Bodenhumus besteht zum Großteil aus organischem Kohlenstoff und stellt ca. 60% des globalen terrestrischen Kohlenstoff (C-) Speichers. Jede Humusanreicherung bedeutet eine Reduktion des klimarelevanten Kohlenstoffdioxids CO₂ in der Atmosphäre und kann somit als Klimaschutzmaßnahme der aktuellen Klimaveränderung entgegenwirken (Ciais and Jones 2013). Die internationale Initiative ‚4 per 1000‘ (Minasny et al. 2017) benennt das hohe Potential von Böden für den Klimaschutz und rechnet vor, dass eine jährliche Erhöhung des Boden-C um 4‰ den menschengemachten Anstieg des atmosphärischen CO₂ ausgleichen könnte.

Landwirtschaftliche Böden, insbesondere Äcker, sind im Vergleich zu Waldböden durch eine Humusverarmung charakterisiert und bieten ein starkes Potential als CO₂-Senke. Zusätzlich spielt Humus eine wesentliche Rolle für die Bodenfruchtbarkeit (geringeres Erosionsrisiko, Nährstoff- und Wasserspeicherfähigkeit) und somit für die Ertragsstabilität bei klimatischen Veränderungen, z.B. zunehmenden Extremwetterereignissen. Durch das landwirtschaftliche Management kann, abhängig von den gegebenen standörtlichen Boden- und Klimaeigenschaften, Einfluss auf die Bodenhumusgehalte genommen werden (Paustian et al. 2016).

Entscheidungstragende des Humusmanagements sind in erster Linie die Landwirte und Landwirtinnen, die z.B. durch Kulturartenwahl und Nutzung von Nebenernteprodukten den Bodenkohlenstoffgehalt beeinflussen. Aktuell gibt es für sie jedoch keine Methode, die zeitliche Entwicklung von Humusgehalten als Konsequenz ihrer landwirtschaftlichen Praxis unter Berücksichtigung standörtlicher Gegebenheiten zu quantifizieren. Im Projekt CarboCheck wird eine gleichnamige anwendungsfreundliche und modellbasierte landwirtschaftliche Software-Anwendung zur Unterstützung von teilschlagspezifischem Humusmanagement entwickelt um zur Nutzung des Bodens als CO₂-Senke beizutragen. Das Projekt wird gefördert im Programm zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen der Richtlinie über die Förderung von Innovationen im Themenbereich Boden als Beitrag zum Klimaschutz gemäß des Pariser Abkommens und zur Anpassung an Klimaänderungen.

Am Ende des Projektes soll eine Software-Anwendung für Landwirtinnen und Landwirte entstanden sein, die –möglichst einfach, schnell und leicht verständlich- Humusbilanzierung sowie Humusmanagement ermöglicht. Am Projekt CarboCheck beteiligt sind der Fachbereich organische Bodensubstanz am Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, die Arbeitsgruppe Bodensystemforschung am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung und der Agrarsoftware-Anbieter HELM.

Im Rahmen des Projektes CarboCheck wurde im Zeitraum vom 09.04.2019 bis 14.07.2019 eine Online-Umfrage über die Plattform www.soscisurvey.de durchgeführt. Ziel der Umfrage war die Bedarfsanalyse bei Landwirten und Landwirtinnen, Berater*innen und sonstigen im Bereich der Landwirtschaft tätigen Personen hinsichtlich einer solchen Software-Anwendung. Die Fragen reichen von allgemeinen Informationen zur Tätigkeit bzw. zum Betrieb der Teilnehmenden über Fragen zur aktuell verwendeten Methode der Humusbilanzierung hin zu genutzter Software und möglichen Hindernissen bzw. Anforderungen bei der Nutzung einer CarboCheck-Anwendung.

2 Ergebnisse

Insgesamt erreichte die Umfrage 880 Teilnehmende, darunter 790 in der landwirtschaftlichen Praxis Tätige. Die restlichen 90 Fragebögen wurden von Berater*innen, in der Verwaltung oder in der Wissenschaft Arbeitenden beantwortet.

Drei von vier Fragebögen wurden komplett beantwortet, fast 85% der Teilnehmenden (742) gelangten bis zur vorletzten Frage. Die folgende Ergebnisanalyse berücksichtigt alle gesammelten Informationen, auch solche, die aus unvollständigen Fragebögen stammen. Zu jeder Frage gibt es also eine unterschiedliche Anzahl an Antworten. Die Prozentangaben beziehen sich im Folgenden immer auf die jeweilige Gesamtzahl der Antworten der entsprechenden Frage.

2.1 Betriebsinformationen, Repräsentativität der Umfrage

Von den 790 Landwirtinnen und Landwirten betreiben 328 einen Marktfruchtbetrieb, 46 haben einen Milchvieh-, 66 einen Veredelungs- und 181 einen Gemischtbetrieb. 54 gaben eine „andere Betriebsart“ an, während 115 keine Angaben machten. Im Vergleich mit dem statistischen Jahrbuch der deutschen Landwirtschaft (Maul 2019) zeigt sich, dass die Anzahl der Marktfrucht- und Veredelungsbetriebe, die an der Umfrage teilgenommen haben, repräsentativ sind. Sehr gering vertreten ist hier die Zahl der Milchviehbetriebe, mit 6% in der Umfrage und 22% bundesweit.

Dementsprechend ergibt sich eine Überrepräsentierung der Gemischtbetriebe, die in der Umfrage rund 23% einnehmen, statistisch aber nur 9% der Betriebe in Deutschland ausmachen.

Im Jahr 2017 wurden 11% aller landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland nach den Regeln des ökologischen Landbaus bewirtschaftet (Maul 2019). In der Umfrage gaben 10% der teilnehmenden Personen an, ihren Betrieb ökologisch zu führen. In den letzten 20 Jahren ist ein (zuletzt um ca. 1% pro Jahr) aufsteigender Trend zum Ökolandbau zu verzeichnen

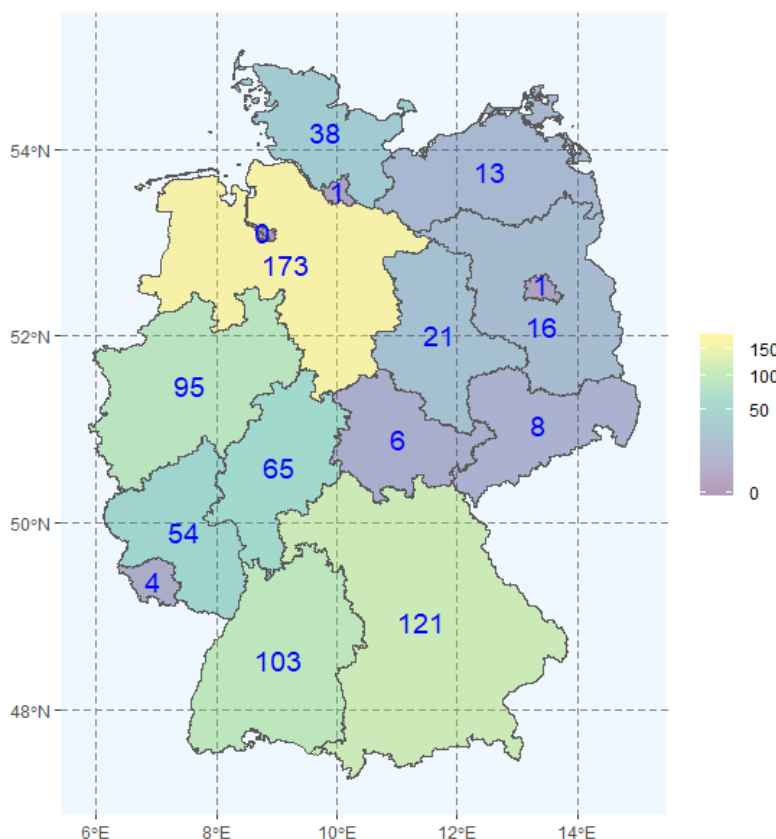


Abbildung 1: Anzahl der Antworten des Fragebogens pro Bundesland (von insgesamt 719 Antworten)

(Baumgarten et al. 2018, Moewius et al. 2019). Der Anteil der ökologischen Betriebe in der Umfrage kann auf nationaler Ebene als repräsentativ angesehen werden.

Die meisten Antworten kamen aus den Bundesländern Niedersachsen, Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen (Abb. 1). Diese Bundesländer weisen im nationalen Vergleich die höchsten Gesamtanzahlen an landwirtschaftlichen Betrieben auf (DeStatis 2019). Auch die geringe Anzahl der Antworten aus den Bundesländern im Osten entspricht mit anteilig 10% dem Anteil der ostdeutschen Betriebe in der nationalen Statistik (DeStatis 2019).

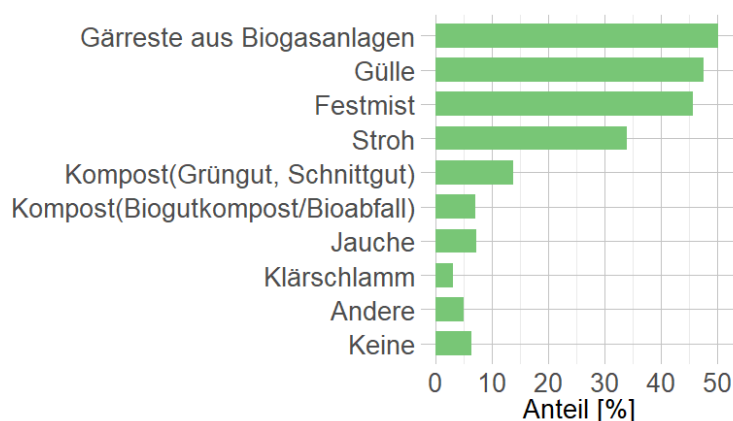
Die Betriebe in den Bundesländern im Westen sind flächenmäßig deutlich kleiner als die im Osten. Während 84% der Betriebe in den alten Bundesländern eine Ackerfläche kleiner als 250 ha aufweisen, sind die Betriebe in den neuen Bundesländern zu 73% größer als 250 ha. Diese Verteilung spiegelt die Verhältnisse in der deutschen Landwirtschaft wieder, wo die durchschnittliche Betriebsgröße in den alten Bundesländern bei etwa 44 ha und in den neuen Bundesländern bei etwa 223 ha liegt (Baumgarten et al. 2018).

Zusammengefasst erreichte die Umfrage zwar einen nur sehr geringen Teil aller Landwirte und Landwirtinnen in Deutschland (ca. 0,3%). Bei der Betrachtung der bundesweiten Verteilung und der Größe der bewirtschafteten Fläche wird aber deutlich, dass sie als eine repräsentative Stichprobe angesehen werden kann.

Da die 90 Antworten der nicht aus der landwirtschaftlichen Praxis stammenden Personen nicht signifikant von denen der Landwirte und Landwirtinnen (unserer „Zielgruppe“) abweichen, werden sie im Folgenden nicht berücksichtigt.

2.2 Aktuelles Management

Um die Ansprüche an die zu entwickelnde Anwendung zu erfahren, wurde in der Umfrage das aktuelle Humusmanagement in Form von organischer Düngung und Zwischenfruchtanbau abgefragt. Diese Fragen helfen dabei, die Parameter und Managementoptionen festzulegen, welche das CarboCheck-Modell abbilden können muss.



Unter den organischen Düngern nehmen die Wirtschaftsdünger den größten Anteil ein (Abb. 2). Gärreste aus Biogasanlagen, sowie die tierischen Ausscheidungen Gülle und Festmist werden jeweils in jedem zweiten Betrieb ausgebracht. Jauche nimmt mit 7% einen kleinen Teil ein. Jede*r dritte Landwirt*in nutzt Stroh als organische Düngung.

Abbildung 2: Antworten auf die Frage "Welche organischen Dünger bringen Sie aus?", Zustimmungen jeweils anteilig von insgesamt 782 Antworten

Dies kann sich teilweise auch auf den Verbleib von Stroh als Nebenernteprodukt auf dem Acker beziehen. Kultursubstrate wie Komposte aus Grüngut bzw. aus Bioabfall sowie Klärschlamm kommen deutlich seltener zum Einsatz. Außerdem wurden viele weitere genutzte organische Dünger wie beispielsweise Hühnertrockenkot oder Kartoffelfeuchtwasserkonzentrat genannt. Diese Angaben beschränken sich jedoch auf wenige bis einzelne Nennungen. Die CarboCheck-Anwendung soll mindestens 90% der eingesetzten organischen Dünger abbilden können. Die Vielfalt der Düngemittel zeigt, dass die Modelle auch für solche weniger üblichen organischen Dünger kalibriert und nutzbar gemacht werden müssen.

Auf fast 90% der landwirtschaftlichen Betriebe werden regelmäßig Zwischenfrüchte angebaut. Der Großteil davon, nämlich 86%, wird zur Bodenverbesserung als Gründüngung in den Boden eingearbeitet. Pro Betrieb, der Zwischenfrüchte anbaut, werden im Schnitt 2.4 unterschiedliche Zwischenfruchtsorten angebaut. Die am meisten angebauten Sorten sind dabei Phacelia (auf 33% der Betriebe), Gelbsenf (42%) und Ölrettich (40%). Diese drei Zwischenfrüchte werden fast nie abgeerntet, sondern zu nahezu 100% eingearbeitet (Abb. 3). Die Zwischenfruchtsorten wurden zur Auswahl in der Umfrage vorgegeben, es gibt jedoch knapp 100 Fälle, in denen diese Liste nicht ausreichte. Das bedeutet, dass 5% der angebauten Zwischenfrüchte aus anderen Sorten beziehungsweise anderen, uns unbekanntem, Gemengen bestehen.

In den meisten Bundesländern werden in fast allen Betrieben Zwischenfrüchte angebaut. In Rheinland-Pfalz und Mecklenburg-Vorpommern kommen dagegen nur an 65% bzw. 77% Zwischenfrüchte in der Fruchtfolge zum Einsatz.

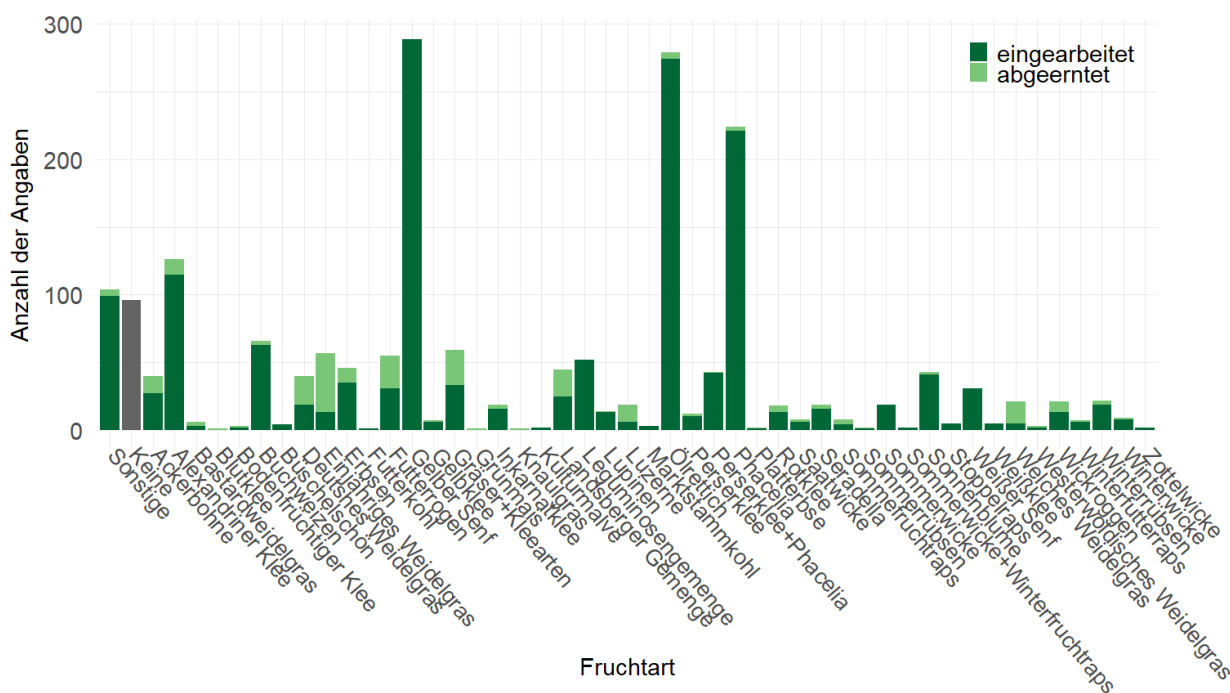


Abbildung 3: Antworten auf die Frage "Welche Zwischenfrüchte bauen Sie an?", sowie die Angabe, ob die jeweilige Zwischenfrucht eingearbeitet (Gründüngung) oder abgeerntet wird.

2.3 Relevanz Humusmanagement

Wir möchten, dass die CarboCheck-Anwendung später an möglichst vielen Betrieben zum Einsatz kommt. Dabei stellt sich die Frage, aus welcher Motivation Landwirte und Landwirtinnen überhaupt Humusmanagement betreiben beziehungsweise betreiben würden. Welchen Zweck sehen sie hinter der Erhaltung und dem Aufbau von Humus in ihren Böden? Und welche Maßnahmen ergreifen sie eventuell momentan schon mit dem Hintergedanken, Bodenkohlenstoff aufzubauen?

Die wichtigsten Gründe, Humusmanagement zu betreiben, sind laut Umfrage die positiven Wirkungen von Humus auf die Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffversorgung und Wasserspeicherleistung (Abb. 4). Weniger relevant, aber auch noch von mehr als 50% der Teilnehmenden genannte Gründe sind positive Ertragseffekte sowie Erosionsschutz. Rund jede*r Vierte sieht die aktuelle

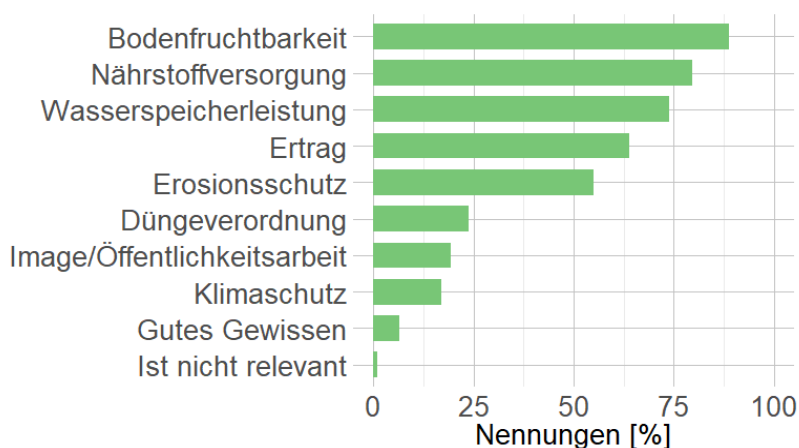


Abbildung 4: Antworten auf die Frage "Wieso ist Humusmanagement wichtig?", Zustimmungen jeweils anteilig von insgesamt 750 Antworten

Düngeverordnung sowie Image- und Öffentlichkeitsarbeit als Grund dafür an, Humusmanagement zu betreiben. CarboCheck zielt darauf ab, Landwirten und Landwirtinnen eine Möglichkeit zu bieten, mehr Kohlenstoff in ihren Ackerböden zu binden. Die Klimarelevanz, die das Projekt dabei unter anderem in den Fokus stellt, ist allerdings nur für jede*n Fünfte*n Anlass, gezielte Maßnahmen

zum Humusaufbau zu ergreifen. An den kleineren Betrieben (<30 ha) wird der Klimaschutz häufiger als Grund für Humusmanagement gesehen als an den größeren Betrieben. Positiv zu bewerten ist die Tatsache, dass nur 7 von 750 Antwortenden angeben, Humusmanagement sei für sie nicht relevant. Den Landwirten und Landwirtinnen ist die Bedeutung von Humus für die Produktivität ihrer Böden also sehr bewusst. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine geeignete Software-Anwendung zum Humusaufbau durchaus genutzt werden wird sobald sie zur Verfügung steht. Sei es aus Gründen der Bodenfruchtbarkeit, der damit einhergehenden Ertragserhaltung beziehungsweise -steigerung oder auch aus Klimaschutzaspekten.

Die Maßnahmen, die hauptsächlich zum Erhalt und Aufbau von Humus ergriffen werden, sind der Zwischenfruchtanbau, das Einbringen von Ernterückständen sowie die organische Düngung. Auf jeweils rund drei Viertel aller Betriebe werden diese Maßnahmen bereits zum Humusmanagement ergriffen. Die konservierende Bodenbearbeitung, die zu einem nicht nachweisbaren Anstieg des organischen Bodenkohlenstoffvorrats führt (Hermle et al. 2008, Powlson et al. 2014, Jacobs et al. 2018) wird von einem Drittel der Landwirte und Landwirtinnen in der Praxis angewandt.

Durch die reduzierte Bodenbearbeitung kommt es dabei zu einer Umverteilung von Humus mit mehr Humus an der Bodenoberfläche und dafür weniger Humus im unteren Teil der Krume (Don 2017). Einige Teilnehmende bauen außerdem spezielle Fruchtfolgen zum Humusmanagement an.

2.4 Bodenwissen

Für die Berechnung der zu erwartenden Bodenkohlenstoff-Entwicklung mit der CarboCheck-Anwendung ist es besonders wichtig, den aktuellen Kohlenstoffgehalt im Boden zu kennen. Dabei kann zur Not auch auf geschätzte Werte aus Bodenkohlenstoffkarten zurückgegriffen werden, die aufgrund ihrer Schätzung die Genauigkeit der Vorhersage aber verringern. Im Projekt wird deshalb eine App entwickelt (CPix), die den Kohlenstoffgehalt auf Grundlage der Bodenfarbe abschätzen soll. Allerdings werden auch diese Ergebnisse deutlich weniger genau sein als eine direkte Bodenkohlenstoffmessung im Labor. Das Gleiche gilt für andere Bodendaten, wie die Textur bzw. den genauen Tongehalt. In der Umfrage wurde deshalb abgefragt, welche Bodendaten auf den Betrieben bekannt sind.

Grobe Informationen über die Böden, wie die Bodenschätzklassen oder die LUFA-Texturklassen, sind an ca. der Hälfte der Betriebe bekannt. Die genaue Textur und den genauen Tongehalt ihrer Schläge zu kennen, geben 15% der Befragten an. Allerdings sind diese Angaben als widersprüchlich anzusehen, da der Tongehalt bekannt sein muss um die genaue Textur der Böden zu kennen. Beides zu kennen, gaben allerdings nur 5% an. Bekannt sind deshalb eher die Texturklassen.

Jede*r Vierte gibt an, den genauen Humusgehalt der eigenen Böden zu kennen. Entsprechend gaben 27% an, alle Schläge schon mindestens einmal auf C_{org} analysiert zu haben. Insgesamt machen 17% dies regelmäßig, 6% sogar für alle Schläge. Knapp die Hälfte hat noch nie eine Bodenanalyse für organische Kohlenstoffgehalte (Humusanalyse) gemacht.

2.5 Humusbilanzierung

Die im Projekt CarboCheck zu entwickelnde Software-Anwendung soll die Humusbilanzierung für landwirtschaftliche Betriebe revolutionieren. Aber interessieren sich die Landwirtinnen und Landwirte überhaupt für das Thema, beziehungsweise sind sie bereits für die Thematik sensibilisiert? Berechnen Sie schon jetzt Humusbilanzen für ihre Böden? Welche Methoden dazu sind ihnen bekannt? Und welche Gründe könnte sie davon abhalten, Humusbilanzen aufzustellen? Muss eventuell mehr Beratung für das Thema betrieben werden, damit die CarboCheck-Anwendung letztendlich auch in der Breite genutzt wird? Diese Fragen sollten durch die Umfrage beantwortet werden.

In knapp 60% der Betriebe wird bisher keine Humusbilanzierung berechnet (Abb. 5). Jede*r Fünfte gibt sogar an, gar keine Humusbilanzierungsmethode zu kennen. Auch von denjenigen 40%, die bereits Humusbilanzen berechnen, gibt nur rund ein Drittel an, dies regelmäßig für alle vorhandenen Schläge zu tun. In kleinen Betrieben wird seltener eine Humusbilanzierung vorgenommen als in großen Betrieben. Bei den großen Betrieben mit einer Ackerfläche größer 250 Hektar wendet jede*r Zweite eine Humusbilanzmethode an.

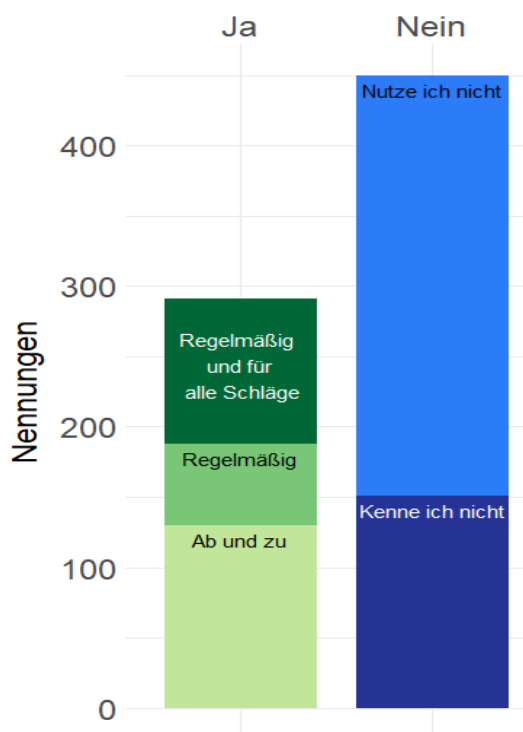


Abbildung 5: Antworten auf die Frage "Nutzen Sie eine Humusbilanzmethode?" Aufgeteilt in ‚Ja‘ und ‚Nein‘ von insgesamt 741 Antworten

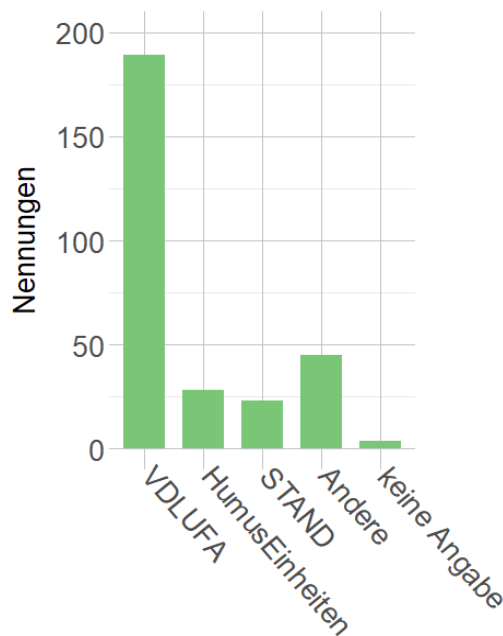


Abbildung 6: Antworten auf die Frage ‚Welche Humusbilanzmethode nutzen Sie?‘, von insgesamt 295 Antworten

Die meistgenutzte Humusbilanzmethode ist die der VDLUFA (ehemals Cross Compliance) (Ebertseder et al. 2014). Sie wird an zwei von drei Betrieben, die Humusbilanzierungen machen, angewendet (Abb. 6). Die Methoden der HumusEinheiten (Brock et al. 2012), die VDLUFA-Weiterentwicklung STAND (Kolbe 2007) und andere Methoden werden im Vergleich dazu nur wenig in der Praxis genutzt.

2.6 Software Nutzung

Die Digitalisierung, die auch in der Landwirtschaft fortschreitet, hat zu intelligenter Schlagkartei-Software geführt, mit der Landwirte und Landwirtinnen ihr Management dokumentieren und optimieren können. Insgesamt gaben 92% der Antwortenden an, ein Feldmanagement-System (Ackerschlagsoftware) zu nutzen. Sind die Management-Daten bereits digital hinterlegt, so könnten Sie ohne weiteren Arbeitsaufwand des Landwirtes/der Landwirtin für die Berechnung der Humusentwicklung genutzt werden.

Viele Landwirtinnen und Landwirte interessieren sich bereits jetzt für Software-Anwendungen, mit denen sie die Humus- oder Treibhausgasbilanzen für ihre Betriebe berechnen können. 51% nutzen bereits solche Anwendungen bzw. haben Interesse daran. 40% haben allerdings bisher noch nicht davon gehört bzw. sich nicht damit auseinandergesetzt. Nur 8% geben an, kein Interesse an Humus- bzw. Treibhausgassoftware zu haben.

Mehr als 80% der Befragten geben an, Software-Produkte der Firma Helm für ihr digitales Feldmanagement zu nutzen. Unter den insgesamt 40 genannten Software-Anbietern von Produkten unterschiedlicher Komplexität sind außerdem Firmen wie Farm Facts, 365farm.net, als auch solche aus Österreich, der Schweiz, Spanien oder Estland. Der hohe Anteil der Helm-Nutzer*innen lässt sich vermutlich darin begründen, dass die am Projekt CarboCheck beteiligte Firma Helm den Link zum Fragebogen an ihre Kundinnen und Kunden verschickt haben. Offensichtlich erreichten die von uns zahlreich verschickten E-Mails an Bauernverbände, Kreisbauernschaften etc. nur eine deutlich geringere Zahl an Landwirtinnen und Landwirten.

2.7 Anforderungen CarboCheck

Die Teilnehmenden wurden gefragt, aus welchen Gründen sie keine Software-Anwendung zur Humusbilanzierung nutzen bzw. welche Probleme sich für sie bei der Nutzung solcher Software bisher ergeben haben. Die Antworten zeigen, dass der notwendige Aufwand das größte Hindernis für eine Humusbilanzierung darstellt (Abb 7). Außerdem gab jede*r Fünfte an, nicht zu wissen, welche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen gezogen werden sollten. 15% der Teilnehmenden halten die Genauigkeit der Ergebnisse für nicht ausreichend. Für die CarboCheck-Anwendung wird also eine einfache Interpretationshilfe der Ergebnisse zu entwickeln sein.

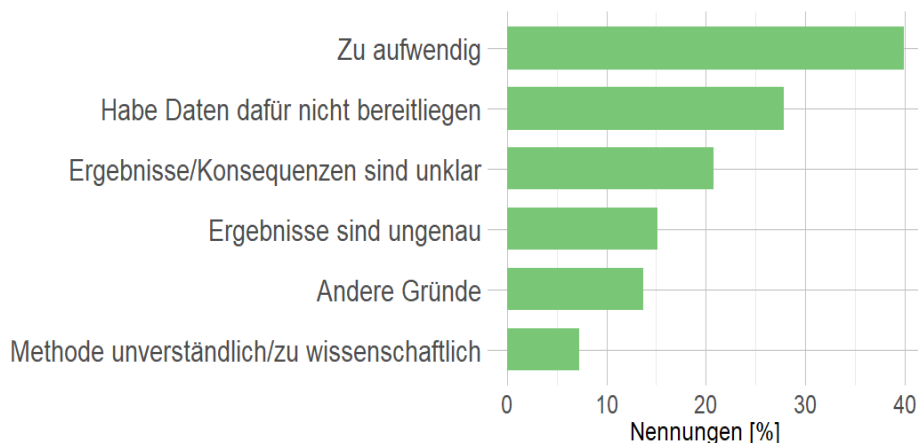


Abbildung 7: Antworten auf die Frage ‚Wieso verwenden Sie nicht regelmäßig eine Humusbilanzmethode?‘, anteilig von insgesamt 496 Antworten

Zur Bedarfsermittlung gab es eine Frage nach den Anforderungen an die CarboCheck-Anwendung. Die entsprechenden Antworten erfolgten als offene Texteingaben. So ergaben sich insgesamt 213 Textantworten unterschiedlicher Länge und Detailliertheit wie z.B. „Würde ich nur machen, wenn es einfach geht“,

„Sollte einfach aufgebaut sein und auch offline zu nutzen sein“ oder „Die getesteten Programme waren mir zu grob und haben mir nicht wirklich geholfen.“

Über alle gegebenen Antworttexte erfolgte eine Verschlagwortung häufig genannter Begriffe. Die am häufigsten genannten Schlagworte waren „einfach“, „Zeit/Aufwand“ und „Schlagkartei-Einbindung“. Ca. 15% der Antworten deuten außerdem, direkt oder indirekt, darauf hin, dass die/der Antwortende Zweifel an den Ergebnissen einer Humusbilanz hat bzw. Laboruntersuchungen zu Humusgehalten für unersetzbar hält. Weitere Antworten äußern Zweifel am persönlichen bzw. finanziellen Nutzen durch eine zu entwickelnde Humusbilanz-Anwendung. Einige Teilnehmende möchten die Software-Anwendung gerne auch als Planungswerkzeug nutzen können, das Humusentwicklungen unter unterschiedlichen zukünftigen Managementszenarien prognostiziert. Die mobile Verfügbarkeit, die Berücksichtigung der Bodenbearbeitung als Parameter und die schlaggenaue Auflösung werden außerdem angefordert.

Literatur

Baumgarten, C., Michael Bilharz, Ulrike Döring, Andreas Eisold, Barbara Friedrich, Tobias Frische, Corinna Gather, Dirk Günther, Walburga Große Wichtrup, Katja Hofmeier, Maximilian Hofmeier, Almut Jering, Anne Klatt, Lea Köder, Daniel Lamfried, Marcel Langner, Wera Leujak, Marc Marx, Astrid Matthey, Volker Mohaupt, Dirk Osiek, Gertrude Penn-Bressel, Nils Ole Plambeck, Marian Pohl, Jörg Rechenberg, Thomas Scheuschner, Jan Seven, Antje Ullrich, Ines Vogel, Anne-Barbara Walter, Rüdiger Wolter and A. Zimmermann (2018). Umwelt und Landwirtschaft. Daten zur Umwelt. Ausgabe 2018.

Brock, C., U. Hoyer, G. Leithold and K.-J. Hülsbergen (2012). "The humus balance model (HU-MOD): a simple tool for the assessment of management change impact on soil organic matter levels in arable soils." *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **92**(3): 239-254.

Ciais, P., C. Sabine, G. Bala, L. Bopp, V. Brovkin, J. Canadell, A. Chhabra, R. DeFries, J. Galloway, M. Heimann, C. L. Q. Jones, R.B. Myneni, S. Piao and P. Thornton, (2013). Carbon and Other Biogeochemical Cycles. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. and A. N. Boschung, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

DeStatis (2019). Bodennutzung der Betriebe - Landwirtschaftlich genutzte Flächen 2019 (Vorbericht), Statistisches Bundesamt. Fachserie 3: 44.

Don, A. (2017). "Klimaschutz durch Pflugverzicht? Ein Beitrag von Dr. Axel Don, Thünen Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig."

https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Boden/_Texte/Boden.html;jsessionid=A546FF86C759F1157D3DD6BE95E4774D.1_cid288?nn=5798726¬First=true&docId=8399074.

Ebertseder, Engels, Heyn, Reinhold, Brock, Fürstenfeld, Hülsbergen, Isermann, Kolbe, Leithold, Schmid, Schweitzer, Willms and Zimmer (2014). Humusbilanzierung - Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkte des VDLUFA.

Hermle, S., T. Anken, J. Leifeld and P. Weisskopf (2008). "The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperate conditions." *Soil and Tillage Research* **98**(1): 94-105.

Jacobs, A., H. Flessa, A. Don, A. Heidkamp, R. Prietz, R. Dechow, A. Gensior, C. Poeplau, C. Riggers, F. Schneider, B. Tiemeyer, C. Vos, M. Wittnebel, T. Müller, A. Säurich, A. Fahrion-Nitschke, S. Gebbert, R. Hopfstock, A. Jaconi, H. Kolata, M. Lorbeer, J. Schröder, A. Laggner, C. Weiser and A. Freibauer (2018). Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Thünen Rep 64. Braunschweig, Johann Heinrich von Thünen-Institut.

Kolbe, H. (2007). Einfache Methode zur standortangepassten Humusbilanzierung von Ackerland unterschiedlicher Anbauintensität. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.

Maul, A. (2019). Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2018, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: 389.

Minasny, B., B. P. Malone, A. B. McBratney, D. A. Angers, D. Arrouays, A. Chambers, V. Chaplot, Z.-S. Chen, K. Cheng, B. S. Das, D. J. Field, A. Gimona, C. B. Hedley, S. Y. Hong, B. Mandal, B. P. Marchant, M. Martin, B. G. McConkey, V. L. Mulder, S. O'Rourke, A. C. Richer-de-Forges, I. Odeh, J. Padarian, K. Paustian, G. Pan, L. Poggio, I. Savin, V. Stolbovoy, U. Stockmann, Y. Sulaeman, C.-C. Tsui, T.-G. Vågen, B. van Wesemael and L. Winowiecki (2017). "Soil carbon 4 per mille." *Geoderma* **292**: 59-86.

Moewius, J., P. Röhring, D. Schaack, B. H-J, J. Sanders and J. Heß (2019). Zahlen. Daten. Fakten. Die Bio-Branche 2019.

Paustian, K., J. Lehmann, S. Ogle, D. Reay, G. P. Robertson and P. Smith (2016). "Climate-smart soils." *Nature* **532**(7597): 49-57.

Powlson, D. S., C. M. Stirling, M. L. Jat, B. G. Gerard, C. A. Palm, P. A. Sanchez and K. G. Cassman (2014). "Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation." *Nature Climate Change* **4**: 678.